

IIICA  
E14  
205

Luis Arango Nieto  
Carlos Fernando Rivera  
Andrés Rubio Junguito

Análisis y modelo de optimización del  
Sistema Nacional de Ciencia  
y Tecnología Agroindustrial  
en Colombia

República de Colombia

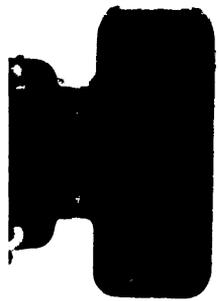


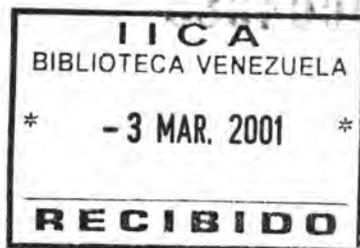
Ministerio de Agricultura  
y Desarrollo Rural



IIICA







LUIS ARANGO NIETO  
CARLOS FERNANDO RIVERA  
ANDRÉS RUBIO JUNGUITO

# Análisis y modelo de optimización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial en Colombia

SANTA FE DE BOGOTÁ, D.C., 1999

República de Colombia



Ministerio de Agricultura  
y Desarrollo Rural



12  
C11  
203

00004385

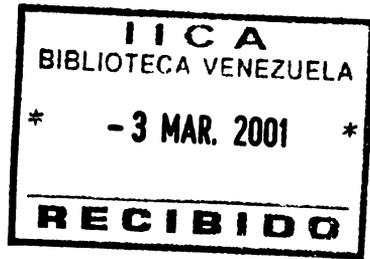
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.  
Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología  
«Francisco José de Caldas», Colciencias.  
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.

Análisis y modelo de optimización del Sistema Nacional de Ciencia  
y Tecnología Agroindustrial en Colombia. Arango Nieto, Luis; Rivera,  
Carlos Fernando; Rubio Junguito, Andrés.  
Santa Fe de Bogotá, D.C., 1999

Editores  
Elizabeth Meek Muñoz  
Hugo Aldana Navarrete

Diseño e Impresión:  
Le'Print Club Express, Lucy Jiménez.  
Marzo, 1999

ISBN: 958-9328-21-0



*Esta obra contó con el valioso aporte técnico e intelectual del economista Fernando Ivar Villegas, del ingeniero de sistemas Edgar González y de Jorge Ortiz, profesor de ingeniería de sistemas complejos adaptativos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia.*

*Los autores agradecen a Colciencias, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y de manera especial a todos los representantes de las entidades componentes del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial, sin cuya decidida colaboración hubiera sido imposible realizar este estudio.*

Handwritten notes or markings, possibly including a signature or initials, located in the upper left quadrant of the page.

## **ABREVIATURAS UTILIZADAS EN ESTA OBRA**

Andi:	Asociación Nacional de Industriales
Asocaña:	Asociación Colombiana de Productores de Caña de Azúcar
C.C.I.:	Corporación Colombia Internacional
Car:	Corporación Autónoma Regional de los Valles de Ubaté y Chiquinquirá
Cega:	Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas
Cenicaña:	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
Cenicafé:	Centro de Nacional de Investigaciones del Café
Cenipalma:	Centro de Investigación en Palma de Aceite
Cenis:	Centros Nacionales de Investigación
Cipav:	Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria
Colciencias:	Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas"
Conif:	Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal
Corpoica:	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Dri:	Fondo de Cofinanciación para la Inversión Rural
Fedearroz:	Federación Nacional de Arroceros
Fenalce:	Federación Nacional de Cultivadores de Cereales
Fedepapa:	Federación Nacional de Productores de Papa
Fedecafé:	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
Fenavi:	Federación Nacional de Avicultores de Colombia
Fonav:	Fondo Nacional Avícola
Ica:	Instituto Colombiano Agropecuario
Icta:	Instituto Colombiano de Tecnología de Alimentos
lica:	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
Incora:	Instituto Colombiano de Reforma Agraria
Inpa:	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
Invemar:	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
Irri:	International Rice Research Institute
Minambiente:	Ministerio del Medio Ambiente
Minagricultura:	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Ong:	Organización no gubernamental (úsase también en plural)
Pronatta:	Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria
Sac:	Sociedad de Agricultores de Colombia
Sena:	Servicio Nacional de Aprendizaje
Sina:	Sistema Nacional Ambiental
Sintap:	Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología
SNCTA:	Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial
Umatas:	Unidades Municipales de Asistencia Técnica



# TABLA DE CONTENIDO

## PRIMERA PARTE ANÁLISIS DEL SISTEMA

Página

<b>I.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>11</b>
1.1	El punto de partida .....	11
1.2	Líneas de desarrollo metodológico .....	12
1.3	Enfoque sistémico .....	14
1.4	Los sistemas y sus métodos de análisis .....	15
1.5	Horizonte de la investigación .....	16
1.6	Opción elegida .....	17
	Enfoque y análisis .....	17
	<i>Aproximación por componentes</i> .....	18
	<i>Aproximación por funciones</i> .....	18
	Composición e integración .....	18
	<i>Examen funcional</i> .....	18
	<i>Examen de tendencias</i> .....	19
	Representación del sistema .....	20
	Método participativo .....	20
1.7	Límites del análisis .....	20
<b>II.</b>	<b>Análisis del Sistema .....</b>	<b>23</b>
2.1	El Sistema como objeto de estudio .....	23
2.2	Resultados del análisis de componentes .....	24
	Finalidades y finalidad general del Sistema .....	25
	Productos del Sistema y sus destinos .....	26
	<i>Qué produce el Sistema</i> .....	26
	<i>Su origen</i> .....	27
	<i>Sus destinos</i> .....	28
	<i>Tipos de retroinformación</i> .....	28
	Conectividad .....	28
	<i>Componentes más interconectados o aislados</i> .....	29
	<i>Características asociables al grado de interconexión</i> .....	29
	<i>Tipos más frecuentes de relación</i> .....	33

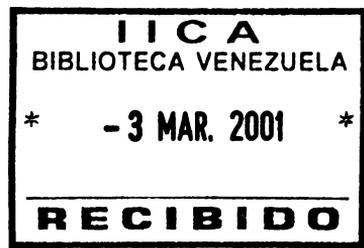
	<i>Problemas de conectividad entre los componentes</i> .....	35
	Procesos y puntos críticos .....	38
	<i>Condiciones de estabilidad</i> .....	42
	<i>Condiciones de inestabilidad</i> .....	42
	Orden de magnitud de los recursos .....	43
2.3	Resultados del análisis de funciones y relaciones .....	43
	Funciones objetivo .....	44
	<i>Relación entre componentes objetivo</i> .....	44
	<i>Relación entre las funciones objetivo</i> .....	37
	<i>La generación y la investigación básica</i> .....	49
	<i>La generación y la transferencia</i> .....	50
	<i>Objetos y sujetos de la transferencia (qué y a quién se transfiere)</i> .....	52
	<i>El modelo institucional</i> .....	54
	<i>El modelo Ica-Corpoica</i> .....	54
	<i>Los centros privados de investigación</i> .....	57
	<i>El Sintap y la transferencia de tecnología</i> .....	59
	Funciones logísticas del Sistema .....	62
	<i>Orientación</i> .....	62
	<i>El Estado y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial</i> .....	63
	<i>Financiación</i> .....	66
	<i>La modalidad de Colciencias</i> .....	67
	<i>La modalidad del Sena</i> .....	69
	<i>La modalidad de los fondos parafiscales</i> .....	70
	<i>Las modalidades del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural</i> .....	72
	<i>Formación de recurso humano</i> .....	75
	<i>Información</i> .....	77
<b>III.</b>	<b>Diagnóstico del Sistema</b> .....	<b>79</b>
3.1	Criterios del diagnóstico .....	79
3.2	Conclusiones del diagnóstico .....	80

## SEGUNDA PARTE

# MODELO DE OPTIMIZACIÓN

	Página
<b>Modelo de optimización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial .....</b>	<b>85</b>
<b>I. Instancias .....</b>	<b>87</b>
1.1 El Consejo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología .....	87
1.2 El Consejo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial .....	87
1.3 El Grupo Gestor .....	88
1.4 El Foro Nacional del Sistema .....	89
1.5 Las comisiones regionales de ciencia y tecnología .....	89
1.6 Los foros regionales del Sistema .....	90
1.7 El Comité Nacional de Expertos .....	90
1.8 Los comités regionales de expertos .....	90
<b>II. Conceptualización del Sistema .....</b>	<b>91</b>
<b>III. Módulo de Orientación .....</b>	<b>95</b>
<b>IV. Módulo de Financiamiento .....</b>	<b>97</b>
<b>V. Módulo de Conectividad .....</b>	<b>101</b>
5.1 El Sistema de Información .....	101
5.2 Las redes, centros virtuales y grupos de investigación .....	101
5.3 Los proyectos conjuntos .....	102
5.4 Las cámaras .....	102
5.5 Los planes y programas estratégicos .....	103
5.6 La Feria de la Ciencia y Tecnología Agroindustrial .....	103
5.7 Publicaciones .....	103
5.8 Internet .....	103
5.9 Eventos .....	104
5.10 La transferencia de tecnología .....	104
5.11 Conectividad con otros sistemas .....	105
<b>VI. Observatorio del Sistema .....</b>	<b>107</b>
<b>VII. Bibliografía .....</b>	<b>109</b>
<b>VIII. Anexos .....</b>	<b>113</b>





# PRIMERA PARTE

## ANÁLISIS DEL SISTEMA

### I. METODOLOGÍA

#### 1.1 EL PUNTO DE PARTIDA

Los aportes del documento *Lineamientos de política para el fortalecimiento y la orientación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroalimentaria* (Arango et al, 1996) pueden sintetizarse como sigue:

- Planteó el Sistema como objeto de conocimiento y ofreció una propuesta de delimitación del objeto;
- Diseñó un método para el estudio del Sistema a partir de su naturaleza;
- Ilustró la complejidad del Sistema y el orden de magnitud de sus recursos;
- Identificó deficiencias en el funcionamiento del mismo;
- Señaló la necesidad de contar con un instrumento de seguimiento permanente y de orientación;
- Dejó un derrotero, al hacer explícitas sus propias limitaciones y las tareas por desarrollar;

- Estableció que

*... es posible, sin mayores cambios en la normatividad existente, articular adecuadamente tanto los componentes del Sistema como la acción del Estado con el mismo y generar una condición de orientación consensual que no viole la autonomía (...) de los componentes, pero que le permita al Gobierno participar consciente y acertadamente en la orientación de la ciencia y la tecnología del sector agroindustrial (Op. cit., pg. 6)*

y bosquejó una primera propuesta de articulación.

## **1.2 LÍNEAS DE DESARROLLO METODOLÓGICO**

A partir de ese nivel, el presente trabajo desarrolla el método seguido en el documento *Lineamientos* (Op. cit.), avanzando en la profundización del análisis de componentes y del Sistema en general.

La profundización se hizo a partir del análisis directo de un conjunto de entidades componentes, seleccionadas por la importancia de las funciones que cumplen en el funcionamiento del Sistema, en atención a la calidad y al tipo de información disponible y al propio desarrollo de la conceptualización. Se estudia la estructura del Sistema y las formas de operación que existen en los componentes, mediante un método que vinculó a éstos directamente.

Acogiendo lo que recomienda la cibernética, ahora se incluye a los componentes como analistas y a los analistas como componentes, en un ejercicio que aspira no solamente a explicar al objeto de estudio, sino, también, al sujeto –sea este el que hace los análisis o el que traza las políticas–, como una forma de que el Sistema se observe a sí mismo, se autooriente y se autoorganice de manera cada vez más consciente y eficaz.

Se conserva el método positivo de aproximación al objeto de conocimiento adoptado en el documento *Lineamientos...*, antes que el de tipo normativo o ideal<sup>1/</sup>, tanto para el análisis de componentes como para

---

1/ La tendencia metodológica predominante se basaba en cotejar normas o resoluciones del gobierno, tratando de inferir de ellas el ideal de sistema que los autores de esas normas habían concebido.

el funcionamiento del Sistema en su conjunto, con el propósito de establecer la forma como opera hoy y las posibilidades de optimización de su funcionamiento en el futuro.

Esta separación de lo positivo y lo normativo no es la separación sujeto-objeto, que preconiza el llamado *principio de objetividad* del método científico tradicional: como está visto, la participación de las entidades componentes en su propio diagnóstico y el análisis del rol que juegan la orientación e investigación en el conjunto, permiten superar esa dicotomía.

En un esfuerzo consciente por precisar cuál es la realidad sobre la cual se pretende incidir, se buscó hacer explícitos tanto el *objeto de estudio* como *los métodos de análisis* y sus limitaciones. Al hacer explícitas las condiciones y los criterios con los que se realiza la investigación, en el futuro ellos pueden ser replicados, discutidos y mejorados por otros investigadores, tanto en sus procedimientos como en sus resultados.

La necesidad de satisfacer esta condición metodológica propia del quehacer científico resulta evidente tanto en el ámbito nacional como en el internacional. En el orden interno, el empleo de la categoría *sistema*, referida a la institucionalidad de la ciencia y la tecnología, presenta una gran ambigüedad dentro de los diferentes contextos, entre diferentes autores y aun dentro de los textos de un mismo autor. Así, en algunos medios oficiales suele concebirse el *sistema* como algo que creó una ley, y se busca su naturaleza entre incisos y acápite, y sus posibilidades se juzgan en términos del conjunto de normas que a él hacen referencia<sup>2/</sup>. En otros, aunque se entiende que el sistema no es el invento de una norma, sino algo que surge del accionar de la sociedad, se pretende asimilarlo a una empresa industrial, nombrarle un gerente y medirlo por sus rendimientos económicos. Otros lo ven como un ejército de mano de obra calificada, cuyas acciones el gobierno debiera enmarcar en *una verdadera política de ciencia y tecnología*, sin aclarar qué se entiende por tal cosa y sin mayor reflexión sobre las características propias del trabajo científico, ni sobre las calidades de quienes acceden a los niveles de dirección del gobierno para

---

2/ Esta confusión de normas está ilustrada por Néelson Augusto López en "¿Sintap o Pronatta? Constitución burocrática de una institución social ", en *Coyuntura Colombiana*, vol. 14, No. 1, 1997; también en Arango et al, 1996.

decidir sobre este complejo tema, ni se pregunta si un criterio de dirección semejante corresponde con el tipo específico de sociedad al que se pretende dirigir, o sea, la comunidad científica.

En el campo internacional, aunque se reconoce la complejidad de los sistemas nacionales de investigación, no existe una concepción clara acerca del estado de los mismos ni de las relaciones reales o virtuales entre tales sistemas. Esa carencia y la necesidad de enfrentarla están puestas de presente en algunos estudios originados en organismos internacionales<sup>3/</sup>.

### 1.3 ENFOQUE SISTÉMICO

Para conocer el sistema, es preciso estudiarlo en su funcionamiento y, para ello, hay varias opciones metodológicas dentro del método científico. Una de ellas es el método sistémico, que se nos ofrece como un método de comprensión y de resolución de problemas complejos. En nuestro caso, es el más indicado porque justamente el objeto de estudio es un sistema.

Si la esencia del método científico general consiste en el proceso de análisis y síntesis comprendido en el modelo cartesiano, el cual combina teoría y práctica, matematización y experimentación, la esencia del método sistémico o también *enfoque sistémico*, dentro del método científico, consiste en diseñar un camino de conocimiento del objeto análogo al que se sigue para conocer el funcionamiento de un sistema.

Dado que nuestro objeto de estudio es un sistema, se lo representa como constituido por entidades componentes, que están vinculadas mediante relaciones, para cumplir con una función principal que es considerada como su *finalidad*, y, supone, además, que existen mecanismos de *realimentación*, también llamados de *retroinformación*, a través de los cuales el sistema puede estabilizarse en su operación.

Esas características, comunes a muchas formas de organización social, están presentes en el funcionamiento del sector que genera las tecnologías para la cadena de procesos productivos agroindustriales. Las entidades que

---

3/ Ver, por ejemplo, *Transformación Institucional de la Investigación Agropecuaria en América Latina*, Jorge Ardila, editor, IICA. San José, 1997.

trabajan en las diferentes funciones que se cumplen dentro de la ciencia y la tecnología para el sector agroindustrial, muestran constituir redes de relaciones que se establecen en el cumplimiento de sus funciones y tienen sus objetivos propios, también relacionados entre sí, los cuales conforman un objetivo general, que es la finalidad del sistema.

Sin embargo, no basta representarse esta realidad sociotecnológica como un sistema para pasar a interactuar con él: es preciso conocer cómo está constituido, determinar qué tipo de relaciones existen en su interior, qué tipo de dinámicas presentan esas relaciones, cuál es su estado, en dónde están sus fortalezas y debilidades, entre otras. El método seguido para este propósito y su fundamento se presentan a continuación.

## **1.4 LOS SISTEMAS Y SUS MÉTODOS DE ANÁLISIS**

Un sistema se concibe como

*una estructura funcional que se caracteriza porque tiene un conjunto de entidades y diversas propiedades que determinan relaciones atemporales, bien sean estocásticas, determinísticas y/o difusas a un nivel de resolución dado<sup>4/</sup>.*

Las relaciones atemporales son aquellas que pueden determinarse o localizarse en el sistema independientemente del tiempo; el nivel de resolución es la determinación de los conjuntos de valores de todas las variables observadas, junto con una colección de instantes correspondientes a tales valores. El carácter difuso de las relaciones significa que es preciso establecer si pertenecen o no al sistema, en tanto que el carácter estocástico implica que es necesario determinar las funciones de distribución de probabilidad que lo rigen.

Entre las múltiples modalidades observables, la teoría distingue los *sistemas complejos*, como aquellos en los cuales el conjunto de interacciones y su naturaleza rebasan cierto nivel o cierto número de niveles que hacen difícil de determinar todos sus procesos en un algoritmo simple. De otra

---

4/ Esta definición es una adaptación del concepto propuesto por George Klir (1978).

parte, son sistemas que presentan dificultades tanto en su aspecto empírico como en su aspecto lógico. En sistemas como estos, los componentes o agentes cumplen su objetivo en un ambiente también complejo y dinámico. Es claro que el concepto de complejidad de un sistema involucra los recursos disponibles del observador, tanto teóricos como prácticos. De hecho, en la medida en que se dispone de medios para realizar un análisis más detallado, se perciben niveles mayores de complejidad.

Y también se distinguen los *sistemas complejos adaptativos*, como aquellos en los cuales tanto sus agentes o entidades componentes como el sistema en su conjunto aprenden en el tiempo.

Así pues, en la Teoría General de Sistemas se dispone de un campo de análisis y de un instrumental que nos permitirán avanzar en el propósito de conocer cada vez más el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial y de interactuar de manera más eficiente en la dirección de facilitar una mejor y más eficaz realización de su finalidad.

## **1.5 HORIZONTE DE LA INVESTIGACIÓN**

Dado que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial constituye

*... una propiedad emergente del accionar social en los campos de la ciencia y la tecnología agroindustrial de una serie de personas, entidades y agentes relacionados mediante su quehacer científico y tecnológico...*

(“Lineamientos...”)

y, como, de otra parte, muchas de las relaciones que se establecen entre sus componentes o son de tipo cualitativo o su cuantificación no es siempre posible, el proceso de identificación satisfactoria del Sistema requerirá un camino probablemente largo, gradual y difícil, que, como ya fue expuesto, se inició en 1996 y hoy constituye un proceso social de construcción, sujeto a todos los debates y perfeccionamientos propios del conocimiento. Por tanto, se trata de un conocimiento esencialmente *falible*.

La descripción y el análisis del comportamiento de un sistema pasan por: a) establecer cuáles son sus componentes, las relaciones en su interior, finalidad, funciones de transformación, productos y relación con el entorno; b) especificar el sistema: determinar las variables y las relaciones entre variables, expresadas en ecuaciones; c) determinar el número de estados posibles del sistema; d) conocer el estado en que se encuentra, e) determinar las tendencias o dinámica del sistema.

Considerando la amplitud y complejidad del conjunto de componentes y relaciones que constituyen el Sistema, el seguimiento y cumplimiento de este camino metodológico constituye prácticamente un proyecto a mediano plazo, con perspectiva de seguimiento permanente, dado que la naturaleza cambiante de las instituciones componentes y de su accionar hacen que el Sistema también lo sea.

No obstante, el país necesita con urgencia derroteros de orientación y articulación que puedan servir como instrumento adecuado para la gestión de la política y en particular para la asignación de los recursos del Estado en este propósito.

Por esta razón, aquí se ha optado por un camino intermedio que, sin satisfacer todos los requisitos metodológicos deseables, sea lo suficientemente rico para que permita presentar una visión global del Sistema que identifique sus características principales, que muestre sus limitaciones y sus posibilidades, a partir del cual diseñar, socializar y adoptar un modelo inicial de optimización que responda a su naturaleza y a sus posibilidades, imponiéndose, sí, la exigencia de que esta construcción intermedia constituya un paso firme en el proceso de construcción de más largo alcance, en correspondencia con el horizonte metodológico.

## 1.6 OPCIÓN ELEGIDA

### • Enfoque y análisis

Además de sistémico, el enfoque es *positivo* y *atemporal*, entendiendo por *positivo* un estudio que busca representarse la forma como funcionan las cosas y no como deberían funcionar de acuerdo con las normas o leyes, y entendiendo por *atemporal* un análisis que no incorpora el estudio

de las variaciones de su objeto en el tiempo, sino que intenta representarse el accionar sincrónico en un análisis de corte, en este caso de los componentes, en un momento dado y que, en este sentido, no es dinámico.

Sin embargo, en la perspectiva de construir un modelo de articulación, frecuentemente se abandona el enfoque positivo, para plantearse un deber ser, a partir de representarse primero como son las cosas.

### ***Aproximación por componentes:***

En el análisis de los componentes del Sistema, estos se abordan como entidades separadas, para luego estudiarlos de manera integrada y general, de acuerdo con las funciones que desempeñan en el conjunto del Sistema.

### ***Aproximación por funciones:***

Se identifican y se estudian separadamente las principales funciones que cumplen los componentes, para luego integrarlas en una representación sincrónica o funcional del Sistema.

## • **Composición e integración**

El criterio integrador es el de las funciones a través de las cuales se asimilan, se articulan, se corresponden y se complementan los componentes en el cumplimiento de sus objetivos particulares y del objetivo o finalidad general del Sistema. El examen de los componentes y de las funciones está guiado por criterios de la teoría general de sistemas complejos adaptativos, particularmente en lo que tiene que ver con su representación. La integración incorporó dos tipos de aproximación para que ella condujera a la construcción de un diagnóstico; ellos son:

### ***Examen funcional:***

Que indagó en el conjunto del sistema por su

- *Finalidad*;
- *Integralidad*: se trataba de determinar si el Sistema tiene los componentes suficientes, en términos de sus funciones, para cumplir su finalidad;

- **Conectividad:** si la adecuada conexión de los componentes, en términos de sus relaciones, garantiza la optimización de los productos o salidas, dadas las entradas y un estado de la tecnología;
- **Eficiencia:** en términos de adecuación de sus funciones o procesos y de sus productos o salidas;
- **Estabilidad:** este criterio incorpora el de sostenibilidad de operación del Sistema;
- **Robustez:** capacidad de operar de los componentes y de alcanzar su finalidad con una alta probabilidad de funcionamiento exitoso.

### **Examen de tendencias:**

Significó tener en cuenta, como características generales de los sistemas, las siguientes tendencias:

- **A la unidad:** o cohesión interna que los hace permanecer estructurados como un todo (particularmente en el examen de componentes);
- **A la individualidad:** los componentes o partes que conforman el sistema tienden a diferenciarse;
- **A la inercia:** de alguna manera, en el operar cotidiano de los componentes existen fuerzas que se oponen al cambio;
- **Al dinamismo:** comprobable en la proyección de los componentes fruto de su particular visión estratégica;
- **A la dialéctica:** la existencia de algunos componentes es muchas veces complementaria a la de otro con una finalidad opuesta;
- **Teleológica:** se trata de participar en un gran objetivo común entre componentes, en este caso la finalidad del sistema;
- **A la entropía:** en condiciones normales, los sistemas que evolucionan libremente tienden a desorganizarse o estructurarse de manera distinta, en el sentido de perder las características que definen su naturaleza. A este respecto, se acepta comúnmente que la entropía es una medida de la *falta de información*.

Los tipos de aproximación que acaban de describirse no ocupan un lugar específico en el estudio, sino son condiciones permanentes del análisis; puestos en mayor vigencia en la fase de integración, no son exclusivos de ella.

## • **Representación del sistema**

Aunque, en un futuro, el desarrollo del estudio del Sistema debe permitir modelarlo matemáticamente, en este nivel inicial la representación consiste en:

- *Descripciones textuales;*
- *Gráficos analógicos o metagramas, que buscan presentar relaciones con modelos convencionales no rigurosos;*
- *Modelos gráficos de objetos, que incorporan técnicas rigurosas de análisis y diseño estructurado. Este último consiste en modelar los elementos de una estructura funcional mediante dos tipos de objetos gráficos: diagramas de actividades, o *actigramas*, y diagramas de datos, o *datagramas*.*

## • **Método participativo**

El método de análisis de componentes consistió en la realización de talleres de trabajo adelantados con representantes de alto nivel, en la mayoría de los casos el gerente, director o responsable principal, de cada componente.

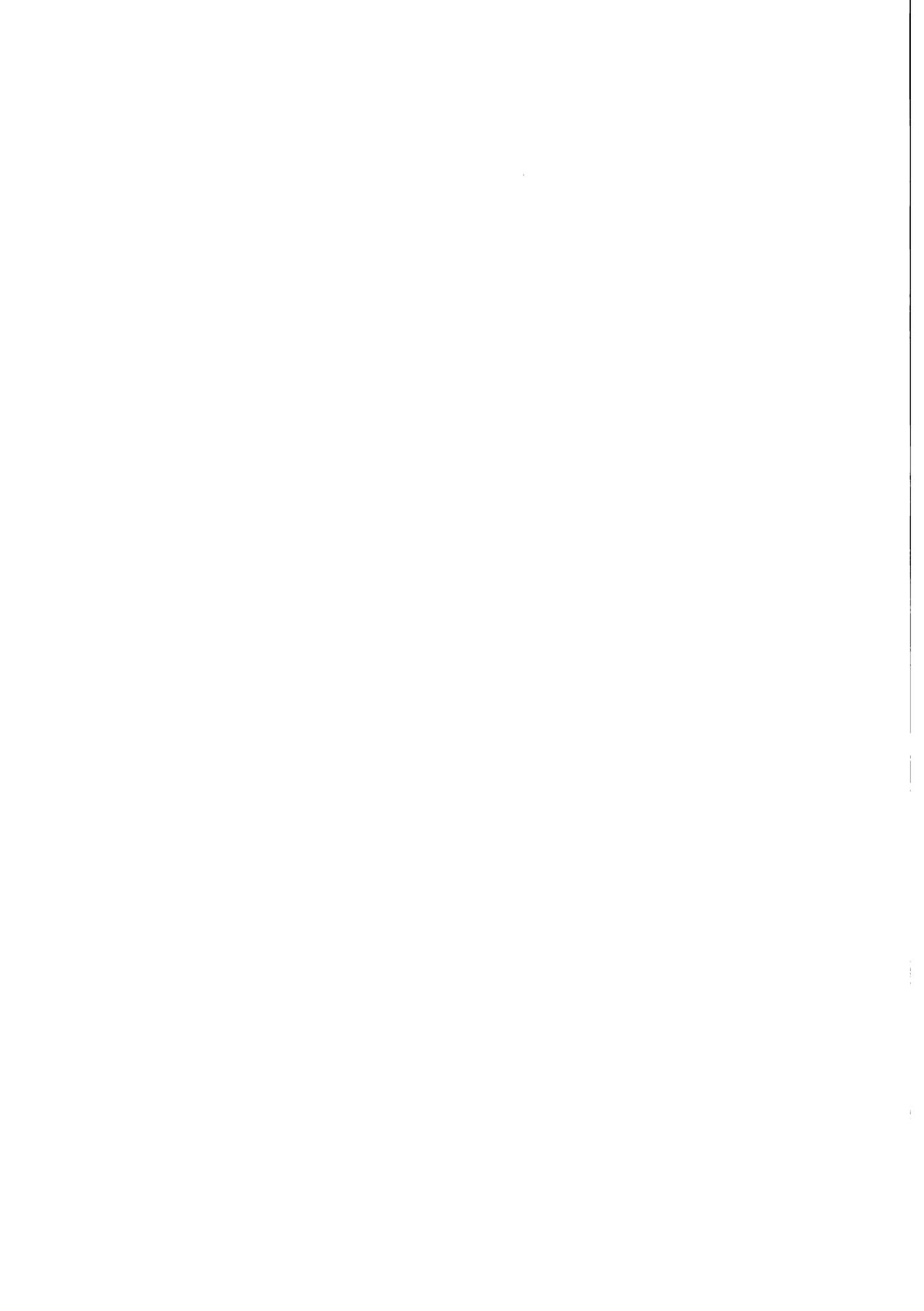
Aunque se contó con la participación decidida de tales representantes, utilizando métodos de dinámica de grupos que permiten indagar el fondo de los problemas, de manera consensual, los resultados obtenidos no pueden presentarse como suscritos por los participantes invitados. De su colaboración se explican en gran parte los aciertos logrados, pero cualesquiera errores o apreciaciones imprecisas son de responsabilidad de los autores.

Igual criterio metodológico guiará las etapas subsiguientes del proyecto, tales como la socialización y el montaje del modelo de articulación.

## **1.7 LÍMITES DEL ANÁLISIS**

Además de las características derivadas de gradualidad adoptada, está el hecho de que el Sistema es dinámico y que, por tanto, sus características

pueden cambiar estructuralmente ante cambios institucionales en su interior o en los entornos nacional o internacional. La evaluación de los recursos, la eficiencia de impacto de los productos en el cambio tecnológico, el diseño de instrumentos de seguimiento y la relación con otros sistemas constituyen campos no suficientemente cubiertos en este estudio y que deberán ser profundizados posteriormente.



## **II. ANÁLISIS DEL SISTEMA**

### **2.1 EL SISTEMA COMO OBJETO DE ESTUDIO**

A través del estudio se constataron las características básicas que definen un sistema. El análisis de componentes, de las funciones que cumplen, el tipo de conexiones existentes entre los mismos y el grado de conectividad que presenta cada uno con otros componentes, permitió establecer la naturaleza del Sistema, su finalidad, sus relaciones con otros sistemas y algunas de sus propiedades.

Sin embargo, en cuanto al grado de especificación que permite la información disponible, el abordaje seguido da cuenta de que hasta el presente no existían intentos precedentes de plantearse su estudio a partir del método sistémico y de derivar sus atributos mediante estudios directos de la realidad. Por tanto, el grado de elaboración alcanzado da testimonio de las dificultades propias de un abordaje distinto.

En efecto, aunque la sistémica es una disciplina conocida en el medio desde hace varias décadas, su aplicación práctica en el estudio de los procesos sociales no pasa de formulaciones de carácter general y descriptivo. En particular, el paso de postular que ciertos procesos sociales satisfacen las características de los sistemas –pasando por la muy curiosa práctica de crearlos por decreto– a la actitud de estudiarlos como una realidad más y de generar una conceptualización a partir de este estudio, resultó una práctica novedosa pero que, como tal, enfrenta la resistencia propia de los nuevos paradigmas.

Por tanto, se propondrá, como condición indispensable y básica para trabajar eficazmente con el Sistema, un modelo conceptual y se insistirá en la necesidad de generar un consenso sobre el mismo, incorporando las modificaciones a que haya lugar como creación colectiva, para evitar errores del pasado y otros fruto de la falta de homogeneidad de lenguaje y de acuerdo sobre el objeto de conocimiento.

## 2.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES

Aquí se resumen los resultados de los 28 talleres realizados con igual número de componentes, que constituyen la información primaria básica de la investigación. El diseño metodológico de los talleres se orientó a captar, mediante esa técnica de construcción colectiva de conocimiento, los elementos esenciales de la forma como operan los diferentes componentes en el seno del Sistema.

Se trata, básicamente, de un desarrollo del mismo esquema metodológico seguido por el trabajo de *Lineamientos*, sólo que construido a partir de la consulta directa de los analizados, vale decir, de su participación en su propio análisis. Esos elementos de investigación fueron:

- Establecer la finalidad del trabajo de cada componente y su relación con la finalidad general del Sistema. En algunos casos, fue posible establecer también una aproximación al grado de apropiación o de interiorización de la finalidad entre los miembros que trabajan dentro del componente, lo cual permitió colegir algunas debilidades o fortalezas del mismo.

- Conocer los productos de los componentes, para formarse una visión del conjunto de productos que se obtienen de las actividades del Sistema. Los talleres indagaron la naturaleza de los productos, su origen, su destino y las formas de retroalimentación o de respuesta que se obtienen de los destinatarios de esos productos.

- Establecer el tipo de conectividad que existe entre el componente analizado y el conjunto de componentes restantes del sistema. Se identificaron los polos de esa conectividad, los flujos o contenidos de información que se transmite mediante tales conexiones, el sentido de los mismos, la frecuencia, el tipo de relación y se indagó, además, sobre formas de relación inexistente pero virtualmente posible de establecer.

- Descubrir las características básicas de las actividades y procesos que se surten dentro de cada componente para cumplir con sus finalidades. Aunque el esquema trabajado fue completamente abierto, en el sentido de que los participantes tuvieron plena libertad de elegir la manera de

abordar la visión de sus procesos, se indagó por las estructuras organizativas subyacentes, la institucionalidad de su quehacer y los puntos críticos – tanto en sentido positivo como de riesgo–, de los cuales depende el éxito o el fracaso de esos procesos.

- Establecer el orden de magnitud de sus recursos económicos de ejecución anual. Aunque se cuenta con los resultados de consultorías especializadas en el tema (Zuleta, 1996), la pregunta constituía un esfuerzo por lograr una visión de conjunto o una composición integral de cada componente.

- **Finalidades y finalidad general del Sistema**

Entre 50 respuestas obtenidas (varios componentes identifican en su accionar más de una finalidad), la generación de conocimiento (30%), la prestación de servicios tecnológicos (24%), la orientación (20%), el apoyo a la producción (16%), y la formación del recurso humano (10%) constituyen, en su orden, las finalidades con mayor frecuencia.

El valor que se le otorgue a cada tipo de finalidad ha de decidirse cuidadosamente, por la dificultad de establecer inferencias cualitativas de datos cuantitativos, particularmente del número de componentes dedicados a cada actividad, porque el dato, por ejemplo, *“un 25% de los componentes generan conocimiento tecnológico”* nada nos dice acerca de si eso es suficiente o no lo es: la generación podría estar concentrada en un 5% de los componentes y ser adecuada, dependiendo del tipo de soluciones tecnológicas generadas y de la cobertura de esas soluciones con relación a los campos del conocimiento o con relación a las necesidades del sector productivo agroindustrial.

Desde otra perspectiva, la fragmentación de las actividades de investigación podría ser una garantía de diversidad de enfoques –y de mayores probabilidades de innovación– aún más si existe un adecuado grado de comunicación entre las mismas; pero esa misma dispersión podría ser inadecuada si, por ejemplo, los recursos insuficientes absorbidos por esas entidades están empleados en una infraestructura obsoleta, con cuyo costo total pudiera financiarse un tipo de infraestructura más avanzada y eficiente.

De la misma manera, el hecho de que dos grupos de respuestas tales como *apoyo a la producción y servicios*, que pesan entre ambos el 40%, hagan referencia implícita o explícita a los procesos de transferencia de tecnología y de asistencia técnica, podría inducir erróneamente a la conclusión de que las instancias de generación y adopción están suficientemente articuladas en el Sistema, lo cual resulta contraevidente con el reclamo generalizado de los usuarios de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica –Umatas– en el sentido de no contar con suficientes formas de acceso eficiente a los recursos tecnológicos.

Por tanto, lo que puede derivarse rigurosamente de los talleres con respecto a las finalidades particulares es que ellas cubren una gama amplia de actividades necesarias para el desempeño del Sistema; y en cuanto a la finalidad general del Sistema, puede afirmarse que las finalidades particulares apuntan de manera teleológica o contribuyen entre todas a *aportar al sector agroindustrial conocimientos, métodos, tecnologías y productos tecnológicos necesarios para su desempeño frente a los requerimientos internos y a las necesidades y oportunidades que determina el entorno internacional*. La existencia de esta finalidad general del sistema no garantiza, obviamente, que los productos así generados sean suficientes o adecuados a las necesidades del sector, aspecto que deberá estudiarse con ese propósito específico.

## • **Productos del Sistema y sus destinos**

### ***Qué produce el Sistema***

Dentro del conjunto de respuestas obtenidas, pueden identificarse aquellas asociables en los siguientes conjuntos:

- Tecnologías: desarrollos tecnológicos, de manejo poscosecha, de procesos productivos;
- Publicaciones: libros, revistas, manuales;
- Investigaciones: caracterización de especies, colecciones de germoplasma, estudios socioeconómicos, estudios tecnológicos, metodologías, planes, programas y proyectos en agroindustria, indicadores;
- Productos tecnológicos: nuevas variedades, opciones tecnológicas, nuevos productos.

- Servicios de apoyo a la producción: procesos de transferencia de tecnología, divulgación tecnológica, sanidad agropecuaria, insumos;
- Servicios de apoyo a la investigación: información, divulgación, orientación, financiación, formación del recurso humano.

Como puede suponerse, la variedad de productos es aún mayor, razón por la cual para agruparlos hubo que homologarlos.

Si se tiene presente la finalidad general del Sistema, los productos pueden agruparse en dos categorías básicas, de acuerdo con la función que cumplen dentro de él, a saber: los que produce el Sistema para satisfacer directamente su finalidad, esto es, los que van dirigidos a la producción agroindustrial, y los que produce el Sistema como condición necesaria de su propia operación, tales como la información, la financiación, la orientación y la formación del recurso humano.

### ***Su origen***

Las respuestas de mayor incidencia son que los productos surgen por demandas internas (18%) y externas (39%), por resultado de planes e investigaciones (26%), por acuerdos de cooperación (11%) y por mandatos de ley o normatividad (6%); ello se explica, en buena parte, por el peso relativo que tiene la inversión pública dentro del total estimable de la inversión en ciencia y tecnología del sector; pero aparecen, con frecuencia mucho menor, aunque no de menor importancia, motivaciones que tienen que ver con la realización de sondeos orientadores de los componentes, productos que surgen como resultado de procesos de investigación, y, algo muy importante, productos que tienen su origen en los acuerdos sectoriales de competitividad. Al momento de realizar la presente investigación, dichos acuerdos estaban apenas en proceso de gestación y su desarrollo es aún incipiente; no obstante, el hecho de empezar a registrar sus productos en los talleres, da cuenta de que esos convenios están generando resultados prácticos como instrumentos de coorientación de la política tecnológica.

## ***Sus destinos***

Las respuestas obtenidas son reveladoras de la estructura de la investigación científica agroindustrial. Ella se presenta como una actividad que se realimenta, en tanto los destinatarios principales son la agroindustria y los productores (27%), la propia comunidad científica (23%) y el gobierno (22%) –lo cual es explicable también por el peso de la inversión oficial dentro del total–, los gremios (18%) y la comunidad académica (6%). Únicamente una proporción muy baja de componentes identificaron como destinatarios de sus productos a las Umatas y a los técnicos agrícolas o pecuarios (3%).

Se observó también que los componentes en los cuales existe una sólida organización gremial y en los cuales están integrados los procesos de desarrollo tecnológico son los que garantizan mayor aplicación de las soluciones tecnológicas.

## ***Tipos de retroinformación***

Se resalta el hecho de que los procedimientos técnicos y estandarizados de seguimiento y evaluación son deficientes. El reconocimiento y la crítica (25%) son las formas más generales de obtención de información sobre los productos, con la adopción y aplicación (20%) lo que estaría mostrando la falta de costumbre por parte de los consumidores de reportar a los proveedores su grado de satisfacción o de insatisfacción con sus productos; evaluación y seguimiento están luego (20%).

La demanda de los productos, como criterio de retroinformación (18%), es representativa. La retroinformación a través de eventos de diferente naturaleza alcanza algún grado de representatividad (9%). Una evaluación deficiente o carencia de ella (8%) confirma la necesidad de optimizar estos mecanismos.

### **• Conectividad**

El análisis del conjunto de relaciones entre componentes informa de la conectividad interna del Sistema.

### ***Componentes más interconectados o aislados***

Los componentes que registran mayor frecuencia en conectividad son, en su orden, el gobierno, Corpoica, las universidades, Colciencias, la comunidad internacional, los centros de investigación y el Ica; entre los menos interconectados aparecen el Centro Frutícola Andino y el Fondo Nacional Avícola. Sin embargo, el punto relevante por indagar en este caso es la pertinencia de esas relaciones respecto de la finalidad de cada componente.

### ***Características asociables al grado de interconexión***

Pudo observarse que la mayor concentración de conexiones está asociada a la red de entidades gubernamentales que actúan en el Sistema como financiadoras u orientadoras, además de la comunidad internacional; ello indica la capacidad de coordinación que puede derivarse de la función financiadora y fijadora de políticas.

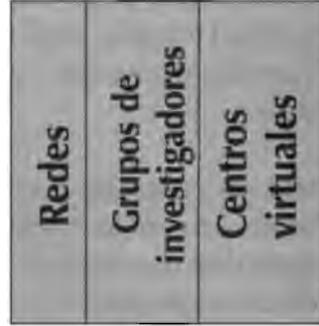
Existen, sin embargo, un tipo de componentes con mayor grado de autonomía financiera, como es el caso de Cenicaña, en los cuales la capacidad de decisión sobre su orientación e incluso sobre sus relaciones gremiales no depende de apoyos oficiales. Es preciso señalar que casos como ese constituyen una excepción.

Otras características asociables con el grado de interconexión son el mayor acceso a la información acerca de oportunidades y de las necesidades del sector agroindustrial, el acceso al conocimiento de otros componentes y el aprovechamiento de ventajas competitivas derivadas de la eventual integración en proyectos conjuntos y el mayor radio de acción proveniente de su conectividad.

# Análisis de las Formas de Relación de los Generadores

**Modalidad: Redes, Centros Virtuales y Grupos de Investigadores**

- ✓ Por un campo de interés común entre investigadores
- ✓ Por gestión de promotores



- ✓ Optimizan recursos
- ✓ Potencian la capacidad de innovación del S

# Análisis de las formas de relación de los generadores

## Modalidad: Proyectos conjuntos

- ✓ R. Personales
- ✓ R. Interinstitucionales
- ✓ Por exigencia de los financiadores
- ✓ Por eventos
- ✓ Promotores (ej.: Prociis, Ilica, otros)

Proyectos conjuntos

- ✓ Genera sinergias (potencialidades emergentes)
- ✓ Optimizan recursos
- ✓ Fomentan y fortalecen cooperación interinstitucional
- ✓ Aumentan capacidad tecnológica del S.

# Análisis de las formas de relación de los generadores

## Modalidad: Eventos

- ✓ Iniciativa gremial, académica, institucional, gubernamental, internacional de asociaciones científicas

Congresos

Seminarios

Talleres

- ✓ R. Personales
- ✓ Conocimiento
- ✓ Refuerzan procesos de investigación
- ✓ Crean instancias de asociación
- ✓ Socializan el saber técnico-científico
- ✓ Desarrollan habilidades
- ✓ Confrontan la calidad científica institucional

### ***Tipos más frecuentes de relación***

Pueden clasificarse según la forma y el contenido de tales conexiones. Según la forma que adopta la relación, encontramos:

- Informal: 33 por ciento
- Convenios: 27 por ciento
- Contractual: 25 por ciento
- De representatividad: 15 por ciento

Relaciones informales. En este grupo, los componentes identificaron el tipo de vínculo con otros componentes como aquel en el cual el flujo de información, de conocimiento o de productos tecnológicos ocurre sin necesidad de que medie expediente alguno de formalidad. En estos casos, los representantes de los componentes informaron que ello es posible cuando existen lazos de amistad entre investigadores o directivos, originados en medio de anteriores relaciones de tipo docente o laboral, las cuales hicieron posible conocerse en los distintos espacios de la práctica. Explicaron que ese tipo de relación informal les otorga seguridad en las alianzas estratégicas y agilidad de operación.

Aunque podría pensarse que tal tipo de relación pueda darse tan sólo entre entidades de tamaño pequeño, se encontró que el tipo de relaciones informales caracteriza, precisamente, las relaciones internacionales entre uno de los sectores de mayor grado de organización gremial (como es el de la caña) y sus pares de otros países, lo cual les ha permitido adelantar proyectos conjuntos de investigación, con fácil operación y exitosos resultados.

En el ámbito interno, se está gestando un tipo de institucionalidad semejante entre los diferentes centros de investigación (entendida la *institucionalidad* como dinámica de pautas de conductas sociales, a la manera como la entiende la corriente institucionalista): sin que medie marco normativo alguno, y propiciadas por los lazos de amistad, se están dando instancias

no convencionales de intercambio de experiencias que están resultando decisivas en la socialización de resultados y en la optimización de oportunidades.

Hubo casos en los cuales no solamente se explicó el éxito del desempeño precisamente por el tipo de relación informal existente, sino que se opinó que en el evento de formalizar algunas de tales relaciones mediante los procedimientos convencionales, la relación dejaría de existir o al menos se deterioraría.

De otra parte, los talleres registraron situaciones en las cuales dos instituciones tienen convenios vigentes sin que exista contrato ni relación alguna funcionando, y situaciones que podrían considerarse normales, en las cuales la conectividad se apoya en relaciones formales y operativas.

Los convenios suelen presentarse principalmente como marco contractual de las relaciones entre entes gubernamentales y entidades mixtas o particulares y están orientados por lo general a garantizar objetivos específicos de política.

Entre las diferentes formas de contrato características del tipo de relación, aparecen los de *prestación de servicios*, dentro de los cuales están los de laboratorio, la subcontratación de etapas de procesos de investigación, la venta de productos tecnológicos, entre otros; los de *riesgo compartido* o *joint ventures*; los de *formación del recurso humano* tales como pasantías o programas de apoyo a jóvenes investigadores.

Las relaciones de representatividad ocurren cuando los miembros de un componente participan como representantes de las instancias directivas u operativas de otros componentes. De allí se derivan flujos de información, articulación de estrategias y aprovechamiento de oportunidades.

**Problemas de conectividad entre los componentes.**

Componente	Requiere mejorar relaciones con	Espera relacionarse con
Instituto Sinchi	Ica Universidades	
Ica	Corpoica Min. Ambiente	Secretarías de Agricultura.
Colciencias		Ong
Fonav		Universidades CCI.
Min. Ambiente		Corp. Reg. (Car)
Industrias de insumos	Universidades Cenis Umatas	
Inpa		Min. Ambiente Invemar
Sac	Gremios Gobierno	Consejo del Sistema Universidades
Fdo. Nal. Ganado		Ong Umatas
Sena		Minagricultura. Cenis
Fedearroz	Corpoica	IRRI Empresas transnacionales
Corpoica	Secretarías de Agricultura Instituto Sinchi	Dri Incora Conif Corporaciones regionales Sist. financiero internacion.
Cenipalma	Universidades Corpoica	Umatas
Cenicaña		Empresas transnacionales
Andi	Sena	Corpoica Cenis
Icta - U. Nacional	Corpoica	Sena Umatas
Pronatta	Umatas	

De lo anterior se puede concluir que las Umatas, las universidades en general y Corpoica son componentes con los cuales el resto de componentes no tiene una relación apropiada. Le siguen en importancia los Cenis.

Esta situación confirma que hay tres eslabones muy importantes y básicos en la cadena los cuales, de integrarse en la forma requerida, incrementarían o multiplicarían los productos y los logros en el SNCTA. Estos tres eslabones son: las universidades, los Cenis y las Umatas. La debilidad de cualquiera de estas tres partes incide considerablemente en el Sistema.

La relación con las universidades brinda seguridad e imagen en las investigaciones y a las instituciones. Las investigaciones compartidas o propias de las universidades son un multiplicador del conocimiento en la formación del recurso humano, que es su función principal. Sin embargo, se detecta incumplimiento en convenios por parte de la universidad y falta de cooperación y de programas de investigación.

Los Cenis como centros de investigación por excelencia, son entes en los cuales se apoyan los gremios, y en general el sector agropecuario. La falta de financiación, de orientación, o de cualquiera de los principios sobre los cuales trabajan estos centros, repercute en los logros y finalidad del Sistema.

Las Umatas son el puente entre la investigación y la adopción por parte del pequeño productor. Sin los procesos de transferencia y asistencia técnica no tendría sentido la investigación, y estos son los eslabones más débiles. A pesar de que las Umatas cubren cada vez más necesidades y llegan a más usuarios, se detecta falta de organización y dirección, falta de continuidad y gestión de sus funcionarios.

La relación permanente y adecuada de estos tres componentes enriquece, multiplica y potencia todo el Sistema, tanto en productos de investigación y transferencia, como en recurso humano.

Las relaciones con los ministerios de Agricultura y Medio Ambiente, y con el Gobierno en general, también son objetadas y solicitadas. Esto significa que faltan orientación y definición de políticas, o delegación en otros casos. En general, las relaciones entre las mismas entidades del Gobierno no son eficientes, y entre ellas mismas se solicita su participación como en el caso del, Minambiente, Inpa, Sena, etc.

El caso de Corpoica, es evidente y crítico por ser una institución de tal magnitud, importancia y trayectoria en el sector y por tener de alguna manera relación o vínculo con cada uno de los demás componentes. Su reorganización es una necesidad para el Sistema y el sector.

El Sena, como institución de capacitación, cumple también un papel muy importante en la investigación y desarrollo tecnológico. Tiene gran cubrimiento con sus productos en varias regiones del país, al punto de que la Sociedad de Agricultores de Colombia, Sac, sugiere una limitación en su radio de acción afirmando que el Sena sufre grandes deficiencias de las Umatas que le hacen perder eficiencia interna. La Asociación Nacional de Industriales, Andi, afirma que los problemas de la institución radican en lo politizada y burocratizada que se encuentra y que requiere mayor conectividad para formar funcionarios que repliquen su conocimiento en las distintas regiones.

Las corporaciones regionales y las secretarías departamentales de agricultura requieren una mayor integración (en número e intensidad) y conectividad como importantes eslabones articuladores. Se argumenta politización interna en las secretarías. Las corporaciones regionales son la base del Sina y es indispensable su relación, entre ellas y con Minambiente.

Las relaciones con la comunidad internacional son deficientes; no existe una estrategia organizada para captar los recursos de la cooperación internacional.

## • **Procesos y puntos críticos**

Parte de las explicaciones de la manera como funciona el Sistema pueden encontrarse en el tipo de procesos que se surten en el interior de cada componente para alcanzar sus objetivos y cumplir su finalidad.

En los talleres se examinaron los mecanismos que subyacen en la práctica cotidiana y los elementos claves de los cuales pueden depender en un momento dado las posibilidades de expansión y desarrollo o, por el contrario, una posible crisis o desequilibrio.

Dado que el abordaje del análisis seguido por los distintos representantes del sector fue escogido libremente, según mejor conviniera a cada uno, ello permitió revelar aspectos interesantes de los procesos que siguen los componentes en su práctica de investigación o transferencia, pero, de otra parte, impidió un seguimiento regular y homogéneo de los procesos que siguen los componentes en el cumplimiento de su misión, que pudiera hacerlos estrictamente comparables. No obstante, la síntesis que se presenta contiene resultados que pueden utilizarse provechosamente en el diagnóstico del Sistema, si existen vías definidas de retroinformación que permitan revisar periódicamente los procesos organizativos, ajustar el balance de los productos generados y evaluar el impacto de sus productos en el proceso de cambio.

Las formas de organización son variadas tanto en su estructura como en su historia entre componentes, hecho que se explica en la distinta tradición que han tenido cada uno, en las características de desarrollo económico y gremial del sector al cual van dirigidos sus productos y en la dinámica interna que acusa ese desarrollo gremial.

En la gama, se registran desde componentes en el interior de los cuales no existen criterios definidos de organización y gestión, otros en los cuales los modelos son antiguos y jerárquicos, y modelos que han sido adaptados de modernas concepciones organizacionales. Sin embargo, es fácilmente observable que, en su conjunto, en las instituciones componentes del Sistema:

Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial en Colombia

Componente	Procesos internos de los componentes				Retroinformación de		
	Quién capta las demandas	Estructuras de interacción		Quién genera las ofertas	Proceso	Producto	Impacto
		Construcción Forma como se fijan las prioridades	Decisión Quién determina la agenda				
Ceza	La Dirección	Jerárquica	La Dirección	Los investigadores	No	Sí	No
Instituto Sinchi	Investigadores y coordinadores	Jerárquica. En los grupos de investigación y subdirecciones	La Dirección	Los coordinadores de grupo e investigadores	No	No	No
Ica	Dirección Regional	Jerárquica. Subgerencia y División Técnica	División Técnica	En cada seccional	No	Sí	No
Colciencias	Seminarios especiales, seminarios internos, talleres y solicitudes	Participativa ascendente. Discusiones internas y externas	Consejo Nacional Sectorial	Funcionarios, con la comunidad científica	No	Sí	No
Fenavi	Comité Productores	Participativo ascendente. En el Comité	Junta Directiva	Comité Técnico	No	Poco	No
U. Javeriana	Docentes, en instancias intermedias	Participativo. En los programas de docentes	Programas de docentes	Los docentes	Sí	Sí	No
Fedecalé	En los Comités Regionales	Participativo ascendente. En el plan quinquenal se fijan proyectos anuales	La Federación con la comunidad	La Federación con la comunidad	No	Sí	No
Min. Ambiente	Las unidades urbanas ambientales y las Comisiones regionales	Participativa ascendente. Concertación entre instituciones, comisiones regionales, Uva, Ministerio y particulares	Dirección de planeación	Comisiones regionales, Uva, Ministerio	No	Sí	No
Industria de Insumos	Las empresas productoras e importadoras	Jerárquico. Según volumen de demandas	Gerencia de cada empresa	Gerencia	Sí	Sí	No
Inpa	La Junta Directiva	Jerárquico. La Junta Directiva con base en iniciativas internas	La Junta Directiva y lineamientos del DNP	Junta Directiva	No	Sí	No
Sac	El Comité de la Sac	Participativo. Por consulta permanente con los gremios	Comité de la Sac	Comité de la Sac	Sí	Sí	No
Fondo Nacional del Ganado	La Subgerencia Técnica y organizaciones gremiales en cada región	Participativo ascendente. Comités científicos creados por la Sub. Técnica	Junta Directiva	Comités científicos y Sub. Técnica	Sí	Sí	No
Sena	Centros de formación locales	Jerárquico. Dirección Regional con base en programas de los centros	Dirección General	Dirección Regional	No	Sí	No
Fedesarroz	Los técnicos en trabajos de campo	Jerárquico. El área técnica	Juntas regionales locales	Área Técnica	Sí	Sí	No
Corpoica	Talleres regionales y grupos estratégicos	Participativo ascendente. Comité Nacional de Investigaciones en 3 áreas: Estratég., Empresarial, Social	Comité Nacional de Investigaciones	Los investigadores	No	No	No
Min. Agricultura	Organismos del sector vinculados al Ministerio	Jerárquico. Ministro, Viceministros	Ministro	Planes de Desarrollo	No	Sí	No

Componente	Procesos internos de los componentes Estructuras de interacción				Retroinformación de		
	Quién capta las demandas	Agenda		Quién genera las ofertas	Proceso	Producto	Impacto
		Construcción Forma como se fijan las prioridades	Decisión Quién determina la agenda				
Comipalma	Comités regionales y nacionales	Participativo ascendente. Comités nacionales	Director	Comité ejecutivo	No	Si	Si
Cenicaña	Investigadores	Participativo ascendente. Evaluación téc. y financiera	Dirección	En la evaluación técnica	Si	Si	Si
Andi	La cámara para protección de cultivos y de la industria de alimentos	Participativo ascendente. Técnicos funcionarios	Director	Cámaras	Si	Si	No
U. Nacional	Los Departamentos y profesores	Participativo ascendente. Consejo de la Facultad	Consejo de la Facultad	Los Departamentos	No	Si	No
Icta	Facultades y profesionales	Participativo. Facultades	Icta	Facultades	Si	No	No
Cenicafé	Red interna e iniciativa de investigadores	Participativo. Comité investigadores	Comité investigadores	Comité de investigadores	Si	Si	Si
Centro Frutícola Andino	Equipos conformados en áreas	Participativo. Equipos técnicos	La Junta Directiva	Equipos Técnicos	No	Si	No
Cipav	Técnicos	Participativo. Técnicos	La Junta Directiva	Técnicos	No	Si	No
Pronatta	Secretarías de Agricultura. Unidades Coord. Regionales.	Participativo ascendente. Unidades Coord. Regionales	Comité Directivo	Panel Nacional y Comité Directivo	No	Si	No

- No hay pautas claras de organización;
- Donde existen, no siempre son resultado de procesos participativos;
- No existen canales efectivos de retroinformación sobre sus propios procesos, a partir de los cuales ellos puedan ajustarse en beneficio del cumplimiento de la finalidad del componente;
- Son escasos los canales de retroinformación sobre sus productos;
- Son casi nulos los canales de evaluación de impacto de sus productos.

Aunque, como fue dicho, este fue un análisis de corte transversal, no histórico, los talleres dieron cuenta, sin embargo, de dinámicas evidentes de los procesos organizacionales en el interior de algunos componentes, casos tales como los de Corpoica y Cega.

Las estructuras organizativas más innovadoras y exitosas se identificaron en Cenicaña y Cenicafé, entidades que representan, además, dos condiciones distintas en el origen de sus recursos y en su institucionalidad

interna, dado que la primera no cuenta con fondo parafiscal en tanto que la última se apoya en el más sólido fondo parafiscal existente en el país, el Fondo Nacional del Café; de otra parte, en la primera predominan tradiciones institucionales caracterizadas por relaciones informales y voluntarias entre sus asociados (lo cual se corresponde con la estructura productiva de la agroindustria azucarera), en tanto que en la segunda su estructura es formal y altamente normatizada, en concordancia con el elevado número de productores y con el origen de sus recursos<sup>5/</sup>.

El análisis de las estructuras de interacción en el interior y entre componentes, abocado de manera incipiente en este estudio, cobra gran importancia en las perspectivas teóricas recientes sobre dinámica social y organizacional. En efecto, como lo muestran numerosos autores, los tipos de estructuras de interacción en las entidades son determinantes en tanto favorecen o inhiben el clima de comunicación, que es condición básica en los procesos de innovación.

Los patrones de conectividad entre componentes, por su parte, según sean ellos democráticos o autoritarios (Foerster, 1994) determinan en gran medida los tipos de rendimiento y, de manera decisiva, algo que es particularmente importante en el caso colombiano contemporáneo: la capacidad de adaptación al cambio.

Esta relación directa entre patrones de conectividad y adaptación al cambio es crucial para el Sistema, por la doble razón de su relativamente reciente y aún no bien asimilada división entre Ica y Corpoica, con todo el radical cambio de concepción que ella implicó, y, de otra parte, por las políticas de apertura económica a las cuales se enfrenta el sector agroindustrial, sector objetivo del Sistema.

---

5/ Los fondos parafiscales son cuentas de recursos públicos originados en sectores específicos de la producción y administrados mediante contratos con el Estado por los respectivos gremios de productores, razón por la cual los rige una normatividad taxativa y están sujetos a la vigilancia de la Contraloría General de la República.

**Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial**  
**Procesos internos de los componentes • Puntos críticos**

**a. Condiciones de Estabilidad**

Componente	Condición de estabilidad
Cega	Mientras haya respuestas a la sociedad y se desarrollen trabajos relevantes.
Instituto Sinchi	Discusión de proyectos entre coordinadores
Ica	Servicio de sanidad portuaria y servicio a las empresas y obtentores
Colciencias	Seguimiento formal durante la realización del proyecto y control a financiación, especialmente en la cofinanciación
Fonav	Asesoría técnica con que cuenta la Junta
U. Javeriana	Autonomía de las instancias intermedias (Docentes) en las orientaciones de la U. Hay identificación con los programas
Federación Nal. de Cafeteros	Programación y evaluación participativa. La asistencia técnica llega a través de más técnicos y a más municipios
Min. Ambiente	Cuando la asociación de corporaciones actúa para resolución de conflictos. La concertación de planes en el Consejo Nacional Ambiental
Industria de insumos	El soporte de la investigación de las casas matrices. La capacitación de los agrónomos.
Min. Agricultura	Generación y aplicación de planes de desarrollo en sus diferentes niveles y formas
Cenipalma	Seguimiento a los productos, con visitas, monitoreo y evaluación
Cenicaña	Seguimiento permanente a los productos y su impacto. Planes a largo plazo
Andi	Programas de capacitación cada vez con mayor cubrimiento
U. Nacional	Autonomía de cada facultad y sus profesores. Permanente credibilidad en la U, y sus productos.
Icta U. Nacional	Area, espacio, recurso humano y conocimiento
Cenicafé	Abolición de la jerarquización interna. La planeación es estratégica y participativa. Calidad total permanente.
Centro Frutícola Andino	Seguimiento a los productos y consultas permanentes a los productores
Cipav	Presentando buenos proyectos para obtener financiación
Pronatta	El monto de los dineros que se utilizan es un elemento de sostenibilidad
Inpa	La relación con industriales y usuarios para captar demandas
Sac	La información y orientaciones permanentes (productos) con los que la Sac quiere llegar a los gremios y al país
Fondo. Nal. del Ganado	La administración privada del Fondo es un acierto. Programas de seguimiento y evaluación permanentes
Sena	La información fluye rápidamente para los programas de los 109 centros
Fedearroz	Diagnósticos permanentes de la problemática técnica y económica, con monitoreos y trabajos de campo
Corpoica	La apropiación de la función global a todos los niveles. Buena comprensión de los técnicos en los programas nales.

**b. Condiciones de Inestabilidad**

Componente	Condición de inestabilidad
Cega	Si la metodología y el tiempo escogidos en la propuesta no son los más adecuados. Consecución de proyectos de investigación.
Instituto Sinchi	No se evalúa la calidad de los productos. Falta recurso humano en las regionales
Ica	No hay instancias en los controles sobre protección sanitaria
Colciencias	Debilidades en evaluación, especialmente de impacto y en aprendizaje institucional
Fonav	Debilidades en sistemas para hacer seguimiento y evaluación de parámetros tecnológicos
U. Javeriana	La inestabilidad del país influye en el proceso
Federación Nal. de Cafeteros	Está en la participación de la comunidad en cada paso de conformación de la agenda
Min. Ambiente	Si las relaciones Minambiente-corporaciones regionales (Car) no son buenas. La falta de recurso humano en temas ambientales
Ind. Insumos	De la agilidad en los procesos de licencias e importación por parte de Minambiente
Min. Agricultura	Desarticulación entre los organismos adscritos al Ministerio y al sector
Cenipalma	Optimización del funcionamiento de los comités regionales que son la base de Cenipalma. Debilidad en el análisis socioeconómico
Cenicaña	Depende de los resultados propios
Andi	Falta de continuidad del personal capacitado. No hay un sistema de monitoreo y seguimiento de productos
U. Nacional	Incrementar el trabajo en poscosecha. Mayor financiación por parte del Estado.
Icta U. Nacional	Falta visión de futuro y políticas en tecnología de alimentos. Falta capacidad para vender sus productos
Cenicafé	Faltan indicadores de detalle o "finos" para evaluar proyectos y su impacto
Centro Frutícola Andino	Falta recurso humano especializado. Falta de relaciones con la Universidad.
Cipav	Débil conectividad con universidades y fallas en su sistema de información
Pronatta	La falta de presupuesto. Que las unidades coordinadoras regionales se apropien de la dinámica
Inpa	Bajos recursos, debilidad en infraestructura y recurso humano. Su centralismo
Sac	Falta de integración de programas y recursos en el orden regional. Falta de articulación del sistema
Fdo. Nal. Ganado	La debilidad gremial puede conducir al debilitamiento del FNG
Sena	Los criterios y fuentes de captación de demandas deben ser adecuados en cada centro
Fedearroz	Tendencia a la disminución de la cuota arrocerá y débil apoyo externo
Corpoica	Falta de marco nacional de prioridades y análisis de prospectiva. Composición del Comité Nacional de Investigaciones (que sea apolítico)

## • Orden de magnitud de los recursos

De las 27 instituciones sobre las que el Grupo Gestor tomó información, de 20 se obtuvieron cifras precisas sobre su presupuesto anual, o se podían deducir de otros estudios, dentro de los cuales el más representativo y reciente es el denominado *Hacia un sistema de financiamiento de la investigación y desarrollo tecnológico en el sector agropecuario colombiano*, elaborado para Colciencias e IICA por Luis Alberto Zuleta J. y Lino Jaramillo G., en mayo de 1997. De este estudio, que indica los valores de gastos de investigación y transferencia de tecnología para cerca de 25 instituciones y grupos que componen el sector agropecuario por años y sectores, se tomaron para comparación de cifras, y en algunos casos para proyecciones, 13 instituciones y grupos con gastos a 1996.

El valor total de gastos para 1996 en el estudio de Zuleta corresponde a \$164.712 millones para las 25 instituciones o grupos incluidos. Las 13 instituciones que se toman como comparativo en este estudio constituyen el 67% de este valor, y las 20 a cerca del 81%. Se concluye que desde el punto de vista presupuestal y financiero, los componentes sobre los cuales se investigó son bien representativos dentro del sector.

Solamente dos de estos componentes, Corpoica y Sena, tienen el 51% del total. Si se incluyen la Federación de Cafeteros, estos tres componentes constituyen el 64% del total. Es bastante significativa la diferencia con los 17 componentes restantes que, unidos, apenas suman cerca del 36%.

No es objeto de este estudio analizar el tipo de gasto o de ingreso de cada componente, y su discriminación financiera por sector o período. El valor presupuestal solo tiene la finalidad de ser referencia para algún propósito que quiera hacerse resaltar.

## **2.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FUNCIONES Y RELACIONES**

El análisis de los componentes permite distinguirlos según su dedicación básica respecto del funcionamiento del Sistema: aquellos cuyos productos constituyen respuestas al sistema agroindustrial, cuyas funciones



- Por proyectos conjuntos (por contrato, convenios o acuerdos): se originan en relaciones personales o institucionales, en algunos casos por exigencia expresa de los financiadores, por eventos y por acción de agentes promotores tales como los Procis y el IICA.

Los proyectos conjuntos generan sinergias, optimizan recursos, fomentan y fortalecen la cooperación interinstitucional y aumentan la capacidad tecnológica del Sistema.

El fomento de esta modalidad de conexión entre los componentes dedicados a las funciones objetivo se favorece a través de los *bancos de información*, que permiten identificar especialidades y líneas de investigación comunes o complementarias aumentando las fortalezas de cada componente. Los financiadores pueden contribuir al fomento de este tipo de relación, incluyendo entre los criterios para tener en cuenta para la financiación la asociación de componentes en proyectos conjuntos.

El Sistema, en consecuencia, también puede promover eventos interinstitucionales como una *feria internacional de instituciones científicas* para promover contactos internacionales y nacionales, para desarrollar proyectos conjuntos y alianzas estratégicas entre distintos tipos de componentes.

- Por eventos: tienen su origen en iniciativas gremiales o de asociaciones científicas, en actividades académicas o gubernamentales y en la institucionalidad internacional.

En este tipo de eventos están los congresos, seminarios, talleres, teleconferencias y lo será también la *feria internacional de instituciones científicas*, la cual le permitirá mostrar lo que se hace y socializar esquemas exitosos de desarrollo institucional, en sentido amplio.

Estos eventos generan relaciones personales, intercambio de conocimiento, refuerzan los procesos de investigación con discusiones enriquecedoras, crean instancias de asociación, socializan el saber técnico-científico, desarrollan habilidades y permiten confrontar la capacidad científica e institucional.

- Por prestación de servicios (asesorías especializadas, información, al compartir instalaciones o equipos): surgen como resultado de la especialización progresiva de los componentes en sus áreas particulares de acción, contribuyen a compensar el desarrollo tecnológico desigual entre centros y permiten aprovechar ventajas competitivas.

Hasta ahora, las principales áreas en las que se manifiesta este tipo de articulación son las de información y formación de recurso humano. Sin embargo, existen en el seno del Sistema incontables posibilidades de desarrollo a partir del aprovechamiento del mercado de servicios científico-tecnológicos.

Una de ellas es la que puede resultar de la difusión, comercialización y cualificación de resultados de análisis de prospectiva y predicción de mercados locales y de *commodities* internacionales, como los que viene generando Cega. Ello contribuiría a resolver las deficiencias que acusan muchos de los componentes, en estudios socioeconómicos y de prospectiva, y de cuya correcta solución puede depender el afortunado o errado rumbo de sus investigaciones.

Pero el anterior es sólo un ejemplo. El Sistema requiere servicios de información que den cuenta del inventario actualizado del tipo de servicios disponibles, de sus características y niveles de calidad; para ello es preciso fomentar campañas de difusión de resultados y avances, y promover una cultura de la participación, que permita optimizar el uso de recursos ociosos.

- Por redes y centros virtuales (red de entomología, red de pastos, red de arroz, etc.): se originan en el reconocimiento y aprovechamiento de los campos de interés común entre componentes, particularmente entre investigadores, pero, también, por gestión de entidades o agentes que los promueven.

Las redes funcionan en una gama muy amplia no solamente de campos de interés sino de tipos de complementariedades de los participantes. Por ellas fluye información, pero, igualmente, productos tecnológicos y oportunidades que, al materializarse, determinan

aumento de la información total del Sistema que potencian su funcionamiento y sus productos.

Los centros virtuales son instancias de encuentro y complementariedad entre componentes, que les permiten compartir instalaciones, equipos, personal científico, sin necesidad de crear nuevos espacios físicos, entes burocráticos, ni incluso, de generar procesos comerciales que aumentan los costos de transacción en cada actividad. Consisten en acuerdos de articulación de esfuerzos comunes o complementarios de interés recíproco. Este tipo de articulación resulta particularmente exitosa como interrelación entre la generación y la transferencia de tecnologías y productos tecnológicos.

A través de las redes y de los centros virtuales se optimizan recursos y se crean nuevos espacios y posibilidades a la innovación. Sin embargo, es preciso conocer cuáles son las redes y centros existentes, qué hacen, dónde y cómo operan, y promoverlos. Uno de los elementos que contribuyen a su promoción es el fomento de los valores, en este caso, de la cultura de la participación, como forma de agilizar y propiciar el aprovechamiento de las posibilidades de un mundo interconectado.

### ***Relación entre las funciones objetivo***

Las actividades de generación, adaptación, validación, transferencia y adopción de tecnología, incluida la fase de asistencia técnica constituyen etapas y procesos del complejo social denominado Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial, cuya finalidad consiste en proveer al sector productivo agroindustrial las soluciones tecnológicas que requiere para su eficiente desempeño. Desde esta perspectiva, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial –SNCTA– es uno sólo, que debe concebirse de la manera integral y holística; esto implica, en el caso de Colombia, la conveniencia de integrar el llamado Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología, Sintap, en el SNCTA. Sin embargo, es válido distinguir analíticamente las etapas de este complejo proceso como medio de comprenderlo mejor. Ello es válido también en razón de que algunas de esas funciones responden a una especie de división del trabajo que hace más fácil su estudio.

En el contexto de este documento, la generación comprende los procesos a partir de los cuales se realiza la innovación, adaptación, ajuste y validación de tecnologías y productos tecnológicos que el Sistema le aporta al sector agroindustrial.

Las funciones de generación están asociadas a la investigación, de manera particular a la investigación básica y, dado que la mayoría de innovaciones ocurren bajo el paradigma científico, ellas se asocian también a los altos centros universitarios y de investigación. La *investigación básica*, "consiste en trabajos originales, teóricos o empíricos que se emprenden con la finalidad de adquirir conocimientos científicos nuevos sin estar orientada a un fin o aplicación práctica específicos" (Valero y López, 1994)<sup>6/</sup>, provee al sistema de los modelos y construcciones teóricas que constituyen el marco de muchos descubrimientos que luego serán soportes de aplicaciones de la ciencia a los procesos sociales y económicos de producción (tecnologías).

Se distingue también, ordinariamente, como parte del proceso de generación, la *investigación aplicada*, que "consiste en trabajos originales emprendidos con la finalidad de adquirir conocimientos científicos o técnicos nuevos, pero está orientada hacia un objetivo práctico o determinado" (Idem), ella genera soluciones y opciones tecnológicas a las diferentes áreas de la práctica social, no solamente productiva o industrial sino también social en sus amplios dominios. Se genera casi siempre en los centros especializados de investigación, a partir de los resultados de la investigación básica, de los problemas y conocimientos originados en los procesos productivos y de la actividad libre y espontánea de los investigadores y productores. Esto es importante señalarlo, para no entender el proceso de una manera unidireccional, sino de doble vía entre el sector productivo y el de la ciencia y la tecnología. Los productos de la investigación aplicada son tecnologías y productos tecnológicos.

---

6/ Vicente Antón Valero y Alfredo Martín López, "La financiación de la innovación tecnológica en España". En Jesús Sebastián y Fernanda Suárez (editores), *Financiamiento sostenido para la investigación y el desarrollo tecnológico en Iberoamérica*, Ponencias, conclusiones y recomendaciones de la Conferencia Científica de la IV Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno, Cartagena de Indias, 1994.

Dado que el conocimiento científico es un conocimiento esencialmente falible y que se basa en una institucionalidad (pautas sociales de conducta) que tiene establecidas consensualmente las condiciones aceptables para su sanción o validación pública, parte indispensable del quehacer científico la constituyen las instancias de difusión, socialización, convalidación y *acreditación* por parte de la propia comunidad científica, lo cual, de una parte, permite la expansión del conocimiento y, de otra, evita la duplicidad de esfuerzos y el desperdicio de recursos en los procesos de generación, adaptación, validación y adopción de tecnologías, sean ellas nuevas o ya existentes.

La validación y el ajuste de tecnologías y productos tecnológicos se cumple en los centros de investigación, pero también en medio de actividades que desarrollan los componentes que hacen transferencia de los mismos, así como en los procesos productivos propiamente dichos.

Adoptando y extendiendo la conceptualización de Balcázar (1992), la transferencia de tecnología comprende los procesos de intermediación especializada entre la fuente de generación de tecnología, de información o de productos tecnológicos y los usuarios de los mismos.

### ***La generación y la investigación básica***

El criterio según el cual existe un vacío en el campo de la investigación básica fue refrendado por casi todos talleres con los componentes. Esto puede explicarse de la siguiente manera:

- Por el costo de la investigación básica;
- Por la renuencia del inversionista privado en este tipo de investigación, característica que no es excepcional de nuestro país y que obedece a las prioridades y visiones estratégicas de mediano plazo de la empresa privada y a los altos costos que aquella demanda: en efecto, se estima que el desarrollo de una nueva molécula como principio activo para la industria de insumos requiere en promedio 150 millones de dólares, con una duración que va entre 10 y 20 años, y una probabilidad de éxito de 1 en 250 (taller con la Andi);
- Por la insuficiencia de los recursos públicos de apoyo.

Dadas las condiciones que rodean la generación de investigaciones de tipo básico, la participación estatal se hace indispensable si se pretende que el desarrollo tecnológico endógeno adquiera un ritmo que le permita al país participar con éxito en la competencia de los mercados internacionales. En algunos países avanzados, donde el Estado aún financia de manera importante al sector privado en investigación básica, se han desarrollado esquemas para socializar los beneficios de los aciertos, mediante fórmulas que gravan posteriormente la utilización privada de los resultados; opciones semejantes pueden crearse en el país.

Sin excepción, los centros de investigación incluidos en los talleres, presentaron como obstáculos en sus posibilidades la dificultad que representa la consecución de auxiliares de investigación en razón de la deficiente formación de los profesionales recién salidos de la universidad en los campos metodológicos y epistemológicos, factor que determina aumento de los costos de aprendizaje en la formación de sus propios investigadores. Igualmente, se registró la alarmante disminución en la disponibilidad de investigadores formados. Esta apreciación se ve confirmada por las experiencias del Pronatta y de Colciencias, principales financiadores de proyectos.

Aunque conceptualmente aquí se considera el proceso de formación básica como función del sistema educativo, los niveles de coordinación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial deben actuar sincronizadamente con el sistema educativo para reforzar su capacidad de formación investigativa como una práctica concreta y progresiva a todos los niveles. Este, seguramente, no podrá ser un objetivo que logre el sistema educativo por sí sólo, sino que requerirá el concurso y cooperación del sector productivo.

### ***La generación y la transferencia***

Las funciones de generar y transferir tecnologías se cumplen en el interior del Sistema como resultado propio del accionar de las empresas particulares y de los entes estatales, respondiendo cada uno a su propia naturaleza.

Las empresas privadas actúan en el Sistema respondiendo a sus objetivos de lucro de sus accionistas o de sus casas matrices, objetivos que las obligan a la permanente actualización como condición necesaria de la competencia, y esa necesidad es proporcional al grado de apertura que las políticas determinen para la economía nacional.

Las entidades mixtas y las estatales responden a una finalidad por lo general distinta, y su naturaleza está determinada por las condiciones sociales y normativas que les dieron nacimiento. Actualmente, los criterios de competitividad, sostenibilidad y equidad se asocian a los criterios que el Estado colombiano asigna también -además de sus políticas generales-, a las empresas estatales o mixtas en las que participa.

Los tipos de inserción y de interrelación de la empresa privada con los otros componentes del Sistema, que constituyen su conectividad, son variados, según quedó ya expuesto, pero tienen el común denominador de la libertad, la autonomía y el interés propio; con diferente grado de formalidad, desde lo informal hasta lo contractual, ellos configuran una institucionalidad que para efectos del análisis del Sistema constituye un dato.

Parte de esa institucionalidad son los diferentes mercados tecnológicos, los esquemas organizacionales, las relaciones entre empresas y las relaciones internacionales de comercio o de mercados de capitales en las que las empresas privadas están inmersas y con arreglo a las cuales se rigen.

Las empresas estatales o mixtas, por su parte, no son independientes o un tipo *sui generis* de empresa que funcionan en el mercado, sino que están concebidas para cumplir objetivos estratégicos dentro de la concepción general de la política del Estado, y con arreglo a ello es preciso analizar su desempeño, sus articulaciones y sus resultados.

De la conjunción de estos dos tipos de componentes, aparte de otros como las Ong, las entidades sin ánimo de lucro y algunos entes internacionales, pero básicamente de los dos primeros, surge la relación generación-transferencia, como un eslabón necesario para la aplicación de las soluciones tecnológicas a los campos de la producción. De hecho,

existe una estrecha correspondencia entre ambos procesos, tanto por las especificidades del producto como por las condiciones propias de su aplicación y por la índole del productor que adopta las tecnologías. La generación y la transferencia no pueden verse, entonces, como sistemas separados.

Para concebir y estudiar esta relación es preciso atender a las especificidades de cada proceso e instancia. El estudio de esas especificidades ha generado más de una línea de conocimiento e investigación, dentro de las cuales existen series completas de publicaciones internacionales que consignan los avances en estos campos teóricos. Este no es, pues, en un campo desierto, sino que el quehacer analítico y la gestión con el Sistema tienen a su disposición un amplio desarrollo previo, que es preciso consultar tanto para ubicar el análisis como para proyectarlo en el futuro. Tal como fue planteado en la parte metodológica, la incursión realizada en el trabajo y lo consignado en este documento hacen parte de esa paciente construcción de conocimiento; no son algo acabado y definitivo.

### ***Objetos y sujetos de la transferencia (qué y a quién se transfiere)***

La transferencia moviliza algo, el objeto de la transferencia, y ella se realiza mediante una gama muy amplia de métodos, entre los cuales Cano (1997) distingue los del tipo persona a persona, situación a situación y concepto a concepto. Cualquiera que sea la tipología a la que pertenezca, la transferencia supone voluntad, conocimiento y gestión, que corresponden a las condiciones necesarias de que exista un querer transferir, un saber hacerlo y un actuar en concordancia con lo que se sabe y con lo que se desea (ídem).

Los talleres permitieron diferenciar dos conjuntos básicos de relaciones sujeto transferidor-objeto: el constituido por la dinámica de las actividades agropecuarias y agroindustriales en general de carácter comercial, y el constituido por las comunidades campesinas. Estos dos núcleos, que coinciden con la naturaleza dual de la estructura agraria colombiana, determinan características distintas de esa relación.

Es relativamente fácil establecer conceptualmente, en el primer núcleo, la cadena que va desde las distintas fuentes generadoras de tecnología,

internas y externas, y los destinatarios finales que las aplican. Aquí se encuentra un alto desarrollo empresarial, que coincide en algunos casos, en actividades y formas de organización, con los entes avanzados del sistema tecnológico internacional, dado que algunos componentes locales del Sistema son empresas subsidiarias o ramas de esas compañías transnacionales.

En ellos, la red incluye la investigación básica, que se hace en el exterior, la generación de las tecnologías y productos tecnológicos (que en algunos casos consiste en principios activos que habrán de ser mezclados y formulados en Colombia, en otros consiste en material genético para reproducción y aplicación, con su correspondiente paquete tecnológico, etc.), la aplicación de tales tecnologías, su ajuste y validación en las condiciones específicas para las cuales va dirigida, su producción en serie, y su red de distribución, acompañada de los necesarios procesos de transferencia.

La función de transferencia en este núcleo presenta una sofisticada complejidad que incorpora las redes y formas contractuales de distribución, las estrategias de mercadeo, los medios de divulgación, difusión y comunicación, y, aunque no de manera generalizada, los procesos de reinformación a través de los cuales las empresas evalúan los resultados de sus productos y los ajustan permanentemente en concordancia con sus objetivos estratégicos.

En este primer nivel de relación se encontró articulación eficiente entre las funciones de generación y transferencia respecto a la atención a una población objetivo que son los productores de las distintas actividades agroindustriales. Este trabajo no se planteó entre sus objetivos la evaluación del cubrimiento efectivo de los mercados de nivel empresarial y comercial de parte de este sector, lo cual no permite hablar de la eficiencia efectiva de su gestión o de sus posibilidades de expansión.

En un nivel intermedio, se ubica la relación sujeto-objeto constituida por la institucionalidad de la generación tecnológica interna, en el cual los principales componentes son, de una parte, los entes gubernamentales, mixtos y gremiales que trabajan en la generación y difusión de soluciones tecnológicas para el sector agroindustrial, y de otra, las organizaciones no gubernamentales, particulares o

internacionales que funcionan dentro del sector. Aunque sólo se puede separar de la anterior de manera analítica, dado que estrictamente existe imbricada con la relación del nivel anterior, esta relación define la estructura básica del Sistema, cuyo desarrollo constituye la preocupación oficial y privada.

El análisis de la transferencia de tecnología para las comunidades campesinas se desarrolla en el punto correspondiente al Sintap y la transferencia.

### ***El modelo institucional***

Lo esencial de este nivel de relación está determinado por el modelo institucional gestado en el país durante la presente década de los noventa, cuyos elementos nucleares son el llamado *Modelo Ica-Corpoica*, en cuanto a la gestión estatal, los *Centros Privados de Investigación*, o *Cenis*, la modalidad de consecución de recursos de inversión para el desarrollo de productos específicos establecida con los *Fondos Parafiscales*, que permitió desarrollar y en algunos casos establecer nuevos *Cenis*, y, finalmente, aunque no de carácter exclusivamente tecnológico pero de indudable proyección en este campo, los espacios institucionales llamados *Convenios Sectoriales de Competitividad*, de cuyos resultados se alcanzaron a registrar efectos incipientes en este estudio.

### ***El modelo Ica-Corpoica***

Acusa aún serias dificultades de operación, que tienen su origen en vacíos jurídicos dejados en el proceso de montaje, así como en el malestar y desconfianza que este generó entre los funcionarios de esas instituciones y, principalmente, en los problemas financieros derivados de un insuficiente compromiso estatal con *Corpoica* y de parte de los particulares que no han reconocido en esa institución mixta una posibilidad de acción conjunta en el camino del desarrollo tecnológico del sector.

En cuanto al problema del insuficiente compromiso estatal con *Corpoica*, éste tiene su causa, como otros varios problemas del Sistema, en una concepción equivocada o, al menos, no suficientemente clara acerca de lo que significa su naturaleza.

En efecto, aunque es de todos conocido que Corpoica es una institución privada de naturaleza mixta, suele olvidarse que fue creada esencialmente por el Estado para cumplir a través de ella una función cuya importantísima, como es la de ofrecer el soporte necesario a la generación y transferencia de tecnologías para el sector agropecuario, particularmente en los campos en los cuales la acción libre e independiente de los particulares resulta insuficiente para generar por sí sola esas soluciones. Desde este punto de vista, la suerte de la institución es de un interés público irrenunciable.

La misión que cumple el Estado a través de Corpoica es una función indispensable para el sistema de ciencia y tecnología en general y en particular para los sectores agropecuario y agroindustrial, y para la sociedad como un todo.

- Para el Sistema que estamos estudiando, Corpoica es el componente básico más importante por su contribución a las funciones objetivo: se trata del elemento aglutinante de una serie de funciones interrelacionadas, del mayor núcleo de recursos físicos y humanos de nivel especializado, y que heredó un importante desarrollo institucional que es preciso capitalizar y poner a funcionar eficientemente para beneficio y eficiencia del conjunto del Sistema.
- Para el desarrollo del sector agroindustrial, Corpoica representa la posibilidad de integrarlo a escala tecnológica. Esto significa no solamente servir de articulador de etapas y procesos industriales, empresariales y tecnológicos, sino la posibilidad de contribuir efectivamente a que los distintos eslabones que conforman las cadenas agroindustriales alcancen los necesarios niveles de productividad y competitividad que garanticen y soporten los desarrollos que se dan en otros eslabones. En efecto, poco se gana en la perspectiva de cadena si, por ejemplo, las fases finales de la agroindustria de lácteos se tecnifican y desarrollan a escala de productos y procesos, si sus bienes cargan en sus costos el peso ocasionado por los retrasos tecnológicos de la fase ganadera, bien por fragmentación de la producción, bien por escasa integración vertical, bien por falta de soluciones tecnológicas que permitan optimizar la inversión que allí se hace. La generación de las ofertas tecnológicas adecuadas requiere una profunda y eficaz visión prospectiva, no solamente del mundo de la tecnología y su mercado

sino del de los mercados nacionales e internacionales, que se materialice en estrategias concretas de desarrollo, lo cual difícilmente puede darse de manera espontánea como fruto del libre accionar del resto de componentes.

- Para el conjunto de la sociedad, a más de las funciones vistas, Corpoica tiene el destino de convertirse, si no en el principal, en uno de los instrumentos claves para la superación de los problemas tecnológicos del campesinado, contribuyendo así a superar el dualismo estructural y para atender el tipo de investigación que no hace el sector privado. Existe, sin embargo, en los medios gubernamentales, una concepción que le aplica a los problemas de esa entidad tan sólo la lógica de mercado; su visión no va más allá de decir que como se trata de una entidad privada, ella debe defenderse por sí sola. Pero concebirla como tal y esperar que sea eficiente y competitiva no significa desentenderse de ella, de su destino y de su misión. Si existe conciencia en el gobierno de la importante misión que cumple, se tiene que supervisar el curso de ese proyecto y entenderlo como tal, sabiendo que la manera como éste se plasma no es lo esencial sino que lo esencial es la función que el Estado cumple a través de él.

En concreto, la visión comprensiva de ambos aspectos combinados (naturaleza y misión) debe conducir necesariamente al diseño de un horizonte de financiación ligado a objetivos, con compromisos de articulación efectiva con el entorno nacional e internacional y con posibilidad de hacer los ajustes necesarios en el curso de su desarrollo. En consecuencia, la articulación de las funciones de generación y de transferencia tecnológica en el nivel empresarial del sector agroindustrial presenta en su estructura los efectos de las dificultades recién anotadas de ese modelo. Esa articulación de funciones es más efectiva en las actividades tecnológicas y científicas orientadas a los cultivos de plantación que, además, presentan un alto nivel de desarrollo gremial y empresarial, tales como caña de azúcar, cuyos desarrollos en sistemas de riego han sido transferidos a otros países; palma de aceite, donde se tiene una interacción estrecha de cooperación con los sistemas malayos de investigación, y café, donde también la importancia de los desarrollos rebasa las fronteras nacionales.

## Los centros privados de investigación

Constituyen una variada gama de modelos de acción, con tradiciones, procesos y resultados muy disímiles. Esto se observa en el grado de relación entre los procesos de generación y transferencia tecnológica, en el conocimiento de los niveles tecnológicos de los resultados de la producción agroindustrial, y, por tanto, en el dominio del conocimiento sobre las necesidades y las perspectivas de cada producción.

En el taller realizado con la Sac, trabajando acerca del mapa de necesidades tecnológicas identificadas por los gremios, sobre la tecnología usada hoy en los distintos cultivos y procesos, sobre las prioridades y derroteros de investigación, dio entre sus resultados los contenidos en el siguiente cuadro.

### SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE PARTE DE LOS GREMIOS

Gremios	¿Cuentan con diagnóstico de tecnologías utilizadas?	¿Han identificado prioridades de investigación y desarrollo tecnológico?	¿Tienen derroteros de investigación? *
Cañeros (Asocaña)	Sí	Sí	Sí
Palmeros (Cenipalma)	Sí (100% de la agroind., 50% de la usada en producción).	Sí	Sí
Arroceros (Fedearroz)	Sí	Sí	Sí
Cafeteros (Cenicafé)	Sí	Sí	Sí
Floricultores	Sí	Sí	Sí
Paperos (Fedepapa)	Incipiente	Sí	Incipiente
Bananeros	Sí	Sí	Sí
Hortofruticultores	Sólo los inversionistas privados; el resto no.	Sí/No	Sí/No
Cacaoteros	No	No	No
Cerealeros (Fenalce)	Sí	?	?
Algodoneros	Sí	Sí	No

\*En la definición de derroteros se está incorporando con fuerza el criterio de sostenibilidad, aunque se tiene conciencia que su incorporación es a largo plazo. Los gremios y el Ministerio del Medio Ambiente vienen trabajando en convenios para incorporar tecnologías limpias en la producción.

Los desarrollos tecnológicos de Cenicafé son una muestra de adecuada articulación entre generación y transferencia tecnológicas; industrias nacionales y extranjeras de insumos los han incorporado, logrado y difundido, como es el caso de los hongos del tipo *Conidia*, producidos con las cepas del *Boveria Vaciana*, generadas por Cenicafé. También en Centroamérica, transnacionales como la Hoechst están utilizando nuestra tecnología.

En caña, Colombia ha vendido tecnología de riego por goteo a Cuba, y los niveles de productividad de azúcar por caña son los más altos del mundo. Ello se ha logrado gracias al nivel alcanzado en la generación de tecnologías y a la eficiente articulación de esta función con la de transferencia. La consolidación de este centro de investigación y la del gremio que lo soporta le ha permitido a Colombia asumir un liderazgo internacional entre los países productores.

Hay, en cambio, mayor dependencia de la tecnología externa en los casos de las flores, la industria avícola y la industria de insumos agropecuarios, actividades en las cuales el Sistema no genera endógenamente las respuestas tecnológicas adecuadas.

La articulación generación-transferencia es menor en la mayoría de cultivos transitorios y en frutas y hortalizas, estos últimos con un precario desarrollo gremial.

En todo caso, los gremios avanzados están en capacidad de evaluar opciones en conjunto y decidir gerencialmente, por empresas específicas y por períodos relativamente largos, las estrategias de transferencia que encuentran adecuadas, aplicando su racionalidad económica.

En este nivel, el Sistema no cuenta con instrumentos de monitoreo que permitan conocer el grado de desarrollo de la relación generación-transferencia de manera particular para las distintas actividades de la producción agroindustrial, de tal manera que se satisfagan las dos condiciones que debe cumplir la transferencia: la de conectar a los generadores con los usuarios que adoptan las tecnologías, y la de

identificar necesidades de conocimientos tecnológicos y las oportunidades que optimicen los resultados (Balcázar, 1992).

### ***El Sintap y la transferencia de tecnología***

Uno de los resultados de la implantación del modelo Ica-Corpoica fue la separación de las funciones de investigación, transferencia y protección que antes estuvieron concentradas en el Ica. Dentro del conjunto básico de relaciones que encontramos en las funciones de transferencia, está el vacío existente en la provisión de soluciones tecnológicas para los productores campesinos, como efecto del debilitamiento de los servicios de extensión y la débil consolidación de la asistencia técnica agrícola.

En efecto, mientras que por una parte encontramos que esta relación opera de manera inercial como resultado del desarrollo de los mercados tecnológicos para la agricultura empresarial, existe una gran precariedad en la divulgación del conocimiento tecnológico y en la identificación de problemas, de opciones de solución, en la provisión efectiva de los productos tecnológicos y tecnologías para la economía campesina y en la atención integral de los campesinos.

El llamado *Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología, Sintap*, un ente surgido de una decisión gubernamental que pretendió solucionar administrativamente la provisión de la función de transferencia dentro del sector, no ha podido operar según fue ideado. Surgido como intento de articulación centralizada y vertical de la gestión promotora de la transferencia para los pequeños productores, el Sintap falló por su estructura vertical y por falta de compromiso regional. Las conexiones existentes entre los componentes transferidores y generadores son las que dan los mercados de tecnología, así como las precarias existentes entre generación y adopción. Las *Unidades Municipales de Asistencia Técnica, Umatas*, en cuanto gestión municipal y ciudadana, han mostrado un potencial real de articulación con los productores rurales, pero su nexo con los entes generadores y transferidores es precario, sin que exista una dinámica que les permita identificar efectivamente las necesidades locales y la oferta tecnológica disponible.

Más allá de lo instituido oficialmente, operan redes de transferencia y asistencia técnica, como la de la Federación Nacional de Cafeteros. Esta constituye la más vasta red de extensión, y posee una larga tradición de mejoramiento continuo, capacidad de cambio e innovación en sus métodos de gestión rural, con resultados evidentes. El censo cafetero muestra que aquellas zonas en las cuales se registra mayor productividad corresponden no solamente a la franja ecológicamente óptima, sino a los sitios en los que se aplican con mayor rigor las recomendaciones tecnológicas impartidas por la Federación.

Sin embargo, la complejidad de los procesos de transferencia y adopción la ilustra el limitado impacto de las políticas de diversificación: han transcurrido 15 años desde cuando la Federación inició sus programas de diversificación, y los resultados son todavía muy débiles respecto a la magnitud de la tarea. Estudios recientes hechos por el gremio dan cuenta de que el porcentaje de las fincas cafeteras que aún no tienen un renglón económico diferente al café para complementar sus ingresos alcanza el 66.2 por ciento y tan sólo el 20 por ciento incorporan alguna forma de ganadería, lo que indica que, en términos generales, aún persiste el carácter monoprodutor de las fincas (Minagricultura, 1997). También se aprecia la resistencia de los productores a la transferencia en el hecho de que las demandas tecnológicas de las Umatas no aparecen frecuentemente como una necesidad, en tanto que predomina la demanda por la capacitación en gestión, lo que habilita al funcionario de la unidad en el accionar dentro de su área político-administrativa.

El ejemplo de la Federación revela, por contraste, la magnitud del esfuerzo necesario que el Sistema debería hacer para lograr equiparar las condiciones de apoyo tecnológico del resto del campesinado a la de los campesinos cafeteros.

Aunque están mucho menos estructuradas que la red de la Federación de Cafeteros, las redes de los asistentes técnicos particulares y de las Ong son recursos potenciables para la función de transferencia. Particularmente, lo son por sus posibilidades de ser portadores de las

opciones tecnológicas que genere el Sistema. Hay grupos de investigación, iglesias y organizaciones no gubernamentales que realizan transferencia de tecnologías, cuyo impacto desconocemos.

Desde el punto de vista del funcionamiento del Sistema, la mayor urgencia en este campo es de interconexión efectiva, que garantice los flujos necesarios de información que unan ofertas y necesidades, y, de otra parte, hagan posible la transferencia a los transferidores. Prácticamente, el Sistema no cuenta con instancias que constituyan para los asistentes técnicos y transferidores en general opciones de actualización, fuera de los gremios.

Aparte de este asunto de conectividad, están las dificultades relacionadas con las opciones alternativas disponibles y generables para la transferencia. El asunto involucra no solamente la cobertura sino las formas y los contenidos de la transferencia. Se acusa en este campo, de parte de varios componentes, un estancamiento en la generación de conocimiento sobre los propios sistemas de transferencia, los cuales tienen que actualizarse y desarrollarse de acuerdo con las posibilidades actuales de un mundo interconectado. De otra parte, no basta que la transferencia se oriente al productor primario final; es preciso que se atiendan todos los eslabones de las cadenas productivas.

En este campo, el Sistema no dispone de escenarios en los cuales se contrasten provechosamente las opciones y se evalúen de manera efectiva los impactos de la transferencia en sus distintas formas, ya sea de la llamada extensión, divulgación o asistencia técnica. Entre tanto, los sistemas existentes acusan desactualización, ineficiencia y un desarrollo relativo bastante desigual.

La situación de la asistencia técnica y de los servicios de extensión y de la transferencia en general requiere estudios especiales y permanente monitoreo para fortalecer el último eslabón del Sistema, el más débil, que es, además, su razón de ser. La institucionalidad de la asistencia técnica al pequeño productor es más un discurso que un flujo real de recursos humanos, de metodologías y tecnologías que hagan funcional el esquema conformado por las Umatas.

## • **Funciones logísticas del Sistema**

### ***Orientación***

El accionar de los componentes del Sistema está movido por diferentes fuerzas y motivaciones asociables a los conceptos de organización y orientación. De una parte, su naturaleza jurídica determina las pautas que los rigen, por ejemplo, la sujeción a determinadas leyes o estatutos de fundación; de otra parte, movidos por sus propias finalidades, los componentes determinan endógenamente su orientación, en tanto que encuentran en el entorno en el que actúan otros elementos decisorios en el mismo sentido, tales como las particularidades de los mercados, la normatividad que rige sus actividades o las de sus poblaciones objetivo.

Sobre los componentes del Sistema actúan, con débil vínculo entre sí,

- Las políticas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Las políticas del Ministerio del Medio Ambiente.
- Las políticas del Ministerio de Educación Nacional.
- Las políticas de los financiadores (Colciencias, Sena).
- Las orientaciones gremiales.
- Las pautas de acción de los componentes y la política de la comunidad científica internacional.

Además, no existe conexión entre las anteriores y las políticas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Este es uno de los once Consejos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

A otro nivel, existen las llamadas Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología. Son las de Centro Oriente, Costa Atlántica, Noroccidente, Pacífico, Orinoquia, Amazonia y Distrito Capital. Estas comisiones, de desarrollo relativo bastante desigual, tienen un vínculo débil con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria.

El Sistema presenta dos formas de orientación: la que se da a sí mismo cada uno de los componentes, y la que emerge del accionar de todos en su conjunto. El Sistema, pues, se autoorienta y autoorganiza naturalmente como fruto de la combinación de todas las actividades que se cumplen en su interior. El hecho de que el Sistema se autoorienta de una manera no jerarquizada es una propiedad favorable porque lo protege contra los vaivenes e inconsistencias de las políticas gubernamentales.

Sin embargo, los niveles de autoorganización del Sistema no garantizan por sí solos la capacidad de orientar la ciencia y la tecnología en la dirección necesaria para afrontar los retos del sector agroindustrial y para optimizar la asignación de los recursos que el Estado invierte en este propósito. Existe, por lo tanto, la posibilidad de concebir formas de orientación que, sin desvirtuar la autonomía del Sistema, permitan optimizar su funcionamiento.

### ***El Estado y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial***

¿Qué función cumplen, las políticas gubernamentales de ciencia y tecnología y cómo se materializan? ¿Cuál es el campo y las posibilidades de acción de la política estatal en el Sistema? Esencialmente, las acciones del Estado se ubican cada vez más dentro de las funciones logísticas o de apoyo al funcionamiento del Sistema: la orientación, la financiación, la formación del recurso humano y la información.

Dado que el país es cada vez más consciente de la importancia del desarrollo tecnológico, y por esa razón se hacen sentir cada vez más las demandas de la sociedad civil, los sucesivos gobiernos vienen haciendo esfuerzos progresivos y en diversas direcciones, con el fin de orientar el Sistema. Iniciativas surgidas de personas que ocupan los cargos diferentes de dirección que tienen entre sus competencias esta orientación, han generado un prolijo y no siempre consistente compendio de normas y entes que han denominado *un galimatías institucional* (Machado, 1996) y que el documento de *Lineamientos* (Op. cit.) reseñó en su análisis de la parte normativa del Sistema. La

imposibilidad de una acción consistente de parte del gobierno en este campo no radica, como podría pensarse, en falta de voluntad política para hacerlo, sino en la improvisación, en la ausencia de una concepción clara y consensualmente compartida acerca del Sistema, de su naturaleza y de sus formas de accionar y de sus necesidades, elementos estos que tienen que ir correlacionados.

Tal vez por ello, señalar la ausencia de *una verdadera política de ciencia y tecnología*, se ha convertido ya en un lugar común, sin que exista tampoco claridad al respecto de lo que eso significa. Una política cualquiera consta de un propósito definido, unas normas que lo sustentan, unos recursos que la soporten y unos responsables que la ejecuten.

En el caso de la política de ciencia y tecnología existente para el sector, encontramos diversidad de propósitos, vacío y redundancia de normas y dispersión de recursos y de responsables, características no todas necesariamente inconvenientes.

Los *propósitos* de la política pueden ser plurales si son complementarios o, al menos, no contradictorios, siempre que ellos no constituyan un espectro muy amplio, tanto por la dificultad de armonizar los medios para lograrlos como por la limitación de los recursos que se requieren. Pero el aspecto más importante en cuanto a los propósitos de una política consiste en la correspondencia entre ellos y la naturaleza del objeto sobre el cual se actúa. De ahí la importancia de una concepción clara del Sistema y de sus necesidades, para que la política corresponda con lo que él es, con sus formas de operar y con sus potencialidades de evolución. En efecto, no es extraño que postular como objeto de estudio un sistema creado por decreto, sin correspondencia alguna con lo que existe en la realidad social, como fue el caso del Sintap, tropiece con todas las dificultades de operación que se han hallado. En el caso de nuestro objeto de estudio, lo procedente es estudiar lo existente para entenderlo, y entender también la naturaleza del gobierno, sus posibilidades y limitaciones en su accionar conjunto con el Sistema, para hacer compatibles los objetivos de la política con el sector para el cual va dirigida. Este proceso ya se ha iniciado.

En cuanto a los recursos, dadas las limitaciones presupuestales de un país como Colombia para brindar desde el Estado el soporte que necesita el Sistema, es preciso hacer un esfuerzo por conocer la magnitud y el flujo de recursos con los que el Sistema cuenta, su destinación y las condiciones bajo las cuales cada peso gastado en el sector asegure efectos multiplicadores en los resultados totales. Si los objetivos a los cuales van dirigidos son consistentes y los canales y campos de destinación se eligen acertadamente, la magnitud de los beneficios derivados de la inversión generará mayor consenso al respecto de aumentar la destinación que la sociedad dedique a la investigación y a la transferencia de tecnología para el sector.

Los gobiernos, muchas veces, realizan grandes esfuerzos sin una visión de largo plazo. En el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural no se han definido procedimientos claros para la toma de decisiones de política, y sus recursos no le permiten consolidar de manera permanente un cuerpo de investigación y de monitoreo que fundamente sus políticas de ciencia y tecnología. La última reestructuración acabó con la Subdirección de Transferencia de Tecnología, sin proveer nada que la supliera. Con todo, el Ministerio cumple con las funciones que la Ley le asigna respecto de la ciencia y la tecnología, dentro de las limitaciones que su estructura interna le impone. Así, participa en la gestación, organización, funcionamiento, orientación e interventoría de los fondos parafiscales, cuyos recursos se destinan parcialmente a estas funciones; comanda la relación con Corpoica, que implica su decisión sobre la destinación de un presupuesto considerable y su responsabilidad sobre la manera como los resultados de esa gestión correspondan con las necesidades de los productores, del Sistema y de la sociedad en su conjunto; suscribe convenios de cooperación específicos con distintas instituciones componentes del Sistema; coordina y apoya el Sintap, diseña estrategias puntuales de carácter contingente en respuesta de las demandas que de manera permanente le presentan los diferentes gremios de la producción y preside el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, todo esto sin una estructura de conocimiento que le dé soporte.

Ante la falta de un desarrollo institucional sólido en su interior, que le permita capitalizar experiencias y hacer de su labor una construcción cierta y acumulativa, las medidas que tienen que ver con el cumplimiento de su obligación legal de orientación sobre la ciencia y la tecnología agroindustrial son por lo general, erráticas, fragmentadas, y tan generales que en muchas ocasiones es imposible conocer sus aciertos o desaciertos.

Colciencias, con una mayor experiencia en el tema por su especialización, orienta al Sistema indirectamente, a través de su función de financiamiento, y de su gestión con las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología. La función que desempeña Colciencias, la convierte, en la práctica, en un competidor del Ministerio en el campo de la política tecnológica del sector. Aunque existen espacios de complementariedad y representación, dado que el Ministerio preside el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, el resultado efectivo es una descoordinación con el Ministerio en los campos de su competencia. No obstante, actualmente existe más énfasis en las complementariedades y trabajos conjuntos, como es el presente estudio, el cual propondrá, precisamente, dentro del modelo de articulación que se construye, una opción de manejo integrado de las funciones orientadoras y financiadoras del Sistema.

Aparte de la descoordinación anotada entre las entidades públicas que son componentes del Sistema, existe la falta de presencia en la orientación por parte de las regiones. Pero ello no significa que las regiones no tengan el deseo ni la capacidad de contribuir creativamente a la organización del Sistema. Antes, por el contrario, sus demandas tienden a veces a plantear tal grado de independencia que pierden de vista la riqueza que puede generar la complementariedad de regiones diversas.

### ***Financiación***

Se analizan aquí las modalidades de financiación pública existentes en el Sistema y la manera como los componentes se vinculan entre sí a través de ella.

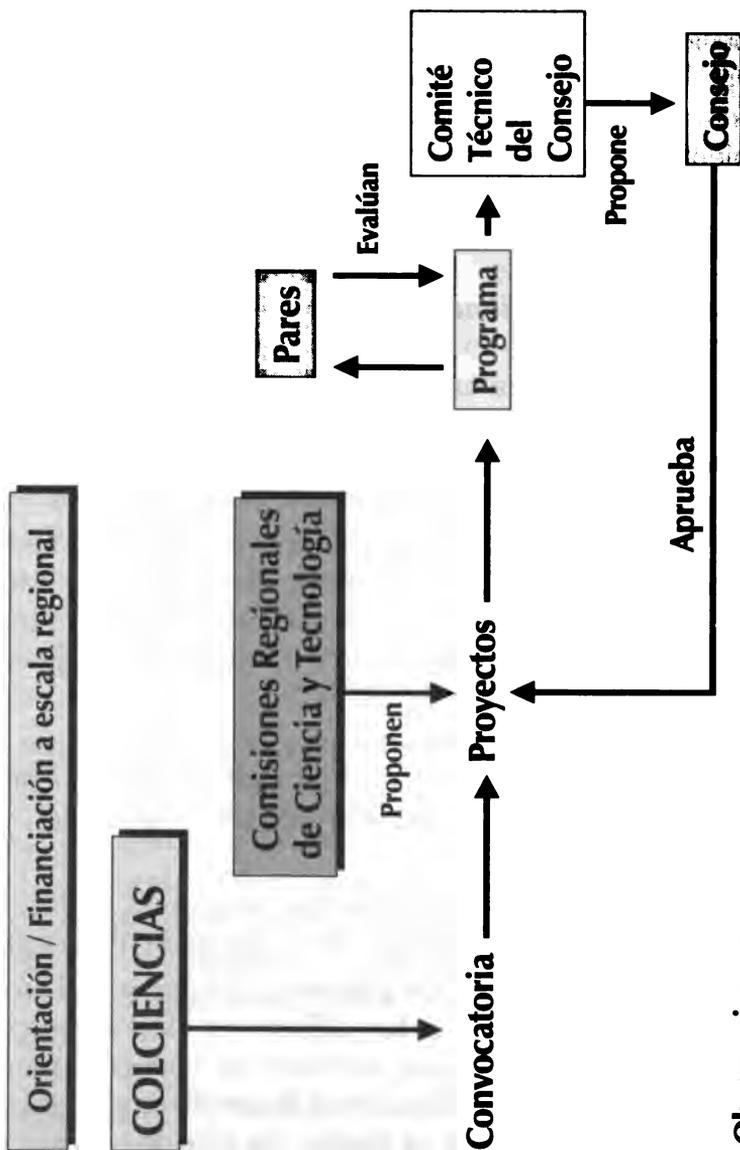
Los principales componentes que cumplen la función de financiación pública son los fondos parafiscales, Colciencias, el Sena, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y su programa Pronatta. Las fuentes de esos recursos son, para el caso de los fondos parafiscales, las contribuciones obligatorias de los productores sobre la comercialización de los productos; los recursos del presupuesto nacional, para el caso del Ministerio y de Colciencias; para el caso de Pronatta, los recursos provenientes de crédito externo y de su correspondiente contrapartida nacional; y, para el Sena, los aportes de ley que las empresas hacen sobre sus nóminas.

### ***La modalidad de Colciencias***

La modalidad que utiliza Colciencias consta de las siguientes etapas:

- Colciencias abre convocatorias de proyectos de investigación que requieran financiación, bajo unas condiciones específicas.
- Los proyectos propuestos llegan en forma directa o a través de las Comisiones Regionales al Programa de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, instancia en la cual son seleccionados luego de la verificación del cumplimiento de los requisitos exigidos por la institución.
- El Programa envía los proyectos para su evaluación por parte de expertos, considerados como pares válidos de los proponentes en sus áreas respectivas, los cuales emiten su veredicto, que resulta inapelable para el proponente.
- El Programa envía los proyectos que pasaron la evaluación a un comité conformado por miembros del Consejo del Programa.
- El comité hace una selección y presenta al Consejo del Programa la propuesta de cuáles proyectos deben ser financiados. Para la aprobación final del proyecto, se tiene en cuenta, además de la evaluación de pares, su contribución al desarrollo tecnológico nacional y se valora especialmente el hecho de que los proyectos sean presentados por la asociación de varios componentes.
- El Consejo del Programa aprueba los proyectos.
- La Secretaría Técnica procede con los trámites de financiamiento.

# Financiación Colciencias



**Observaciones:**  
La participación regional es nula  
Segue un criterio de asignación por demanda

Como características adicionales de esta modalidad están que ella sigue un criterio de asignación *por demanda*, y que la participación regional es nula a escala de la toma de decisiones de financiación.

Muchos representantes de los componentes se quejaron en los talleres de esta modalidad de financiación, por tres razones:

- Lo engorroso y demorado del trámite, que en ocasiones hace que cuando por fin se decide la aprobación del proyecto ya es demasiado tarde, o los costos previstos en su formulación se han alterado de manera que ya no es posible financiarlo con el monto de cofinanciación aprobado.
- La falta de transparencia en los criterios de aprobación.
- En algunos casos se presenta arbitrariedad en el concepto de los pares, sea porque tienen intereses opuestos al proponente o porque no permiten criterios o enfoques distintos a los de su propio paradigma.

### ***La modalidad del Sena***

El Sena, además de financiar sus propios proyectos, financia proyectos de desarrollo tecnológico de otros componentes del Sistema, con los siguientes criterios:

- El Sena participa en el proyecto.
- El proyecto tiene que incluir capacitación.
- Debe ser concertado con el Centro Regional del Sena de donde proviene el proyecto.
- Los recursos los maneja el Sena.
- No se pueden comprar equipos para otras instituciones.
- No tienen monto máximo.

Los proyectos son presentados en las regionales, que los envían a la Dirección de Formación Profesional. Posteriormente, la Secretaría

Técnica del Comité Nacional de Proyectos de Desarrollo Tecnológico los clasifica, los preselecciona, los prioriza y los valora. Con esta información, se reúne la Secretaría Técnica con el Grupo de Desarrollo Tecnológico y, con el apoyo de expertos, evalúan y seleccionan los proyectos y presentan una propuesta a la Comisión Nacional de Desarrollo Tecnológico. La Comisión analiza y envía la propuesta, con recomendación de aprobación, al Consejo Directivo del Sena. Una vez aprobados los proyectos se inicia el proceso de cofinanciamiento.

Acerca de la modalidad de financiamiento del Sena, los componentes observaron la falta de transparencia, por la forma burocrática como se decide la financiación.

### ***La modalidad de los fondos parafiscales***

Los fondos parafiscales, por ley, tienen que destinar parte de sus recursos al desarrollo tecnológico de sus respectivos productos. Están regidos por un contrato de administración y los gremios que los manejan gozan de casi total discrecionalidad para financiar los proyectos que el gremio considera pertinentes y prioritarios. La Junta Directiva, en la cual tiene presencia el Ministerio, le señala al administrador las estrategias y prioridades encauzada, de una parte, por la normatividad que rige al fondo y, de otra, por las decisiones gremiales, generalmente emanadas de su Congreso.

Cuando el gremio cuenta con su propio centro de investigación, este plasma esas estrategias en programas y proyectos que él mismo ejecuta; de lo contrario, contrata su ejecución con otro componente del Sistema.

Aunque algunos de sus esquemas operacionales están en proceso de organización, son una modalidad exitosa y promisoría para el Sistema. La participación del Gobierno en sus instancias directivas constituye un reto importante que la administración pública debe enfrentar para cumplir lo que la Ley le manda. Hasta ahora, como quedó dicho, el Ministerio no cuenta con los instrumentos expeditos y eficaces para aprovechar de la mejor manera su participación en la orientación y seguimiento de los mismos.

# SENA

Orientación / Financiación a escala regional

I. Recursos del Decreto 344/96

✓ **Criterios de asignación de \$ para el Desarrollo Tecnológico**

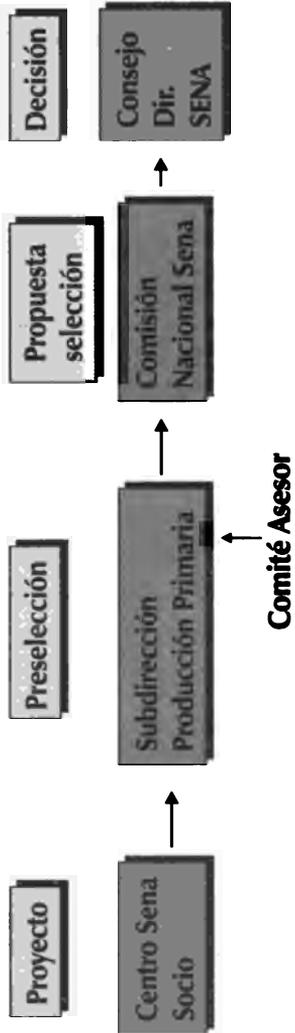
- ✓ Sena participa en el proyecto
- ✓ No financia proyectos de otras instituciones
- ✓ Tiene que incluir capacitación
- ✓ Debe ser concertado con el Centro de donde proviene el proyecto

✓ Los recursos los maneja el Sena

✓ No pueden comprar equipos para otras instituciones

✓ ¡Monto máximo? No hay.

**Modalidad: selección concertada de proyectos**



## ***Las modalidades del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural***

La participación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en la financiación del Sistema ocurre, como quedó dicho, a través del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, Pronatta, y de convenios directos con los componentes<sup>7/</sup>.

El Pronatta abre convocatorias públicas para cofinanciación de proyectos de transferencia de tecnología, aunque no exclusivamente, los cuales son evaluados en paneles de expertos a escala regional, instancias en las cuales se decide sobre su pertinencia, sobre su calidad, y se realiza una selección y priorización de los mismos. Los proyectos seleccionados pasan luego a un panel nacional, donde se conforma un portafolio de proyectos, y finalmente al Comité Directivo del Pronatta, el cual decide finalmente sobre su aprobación y financiación.

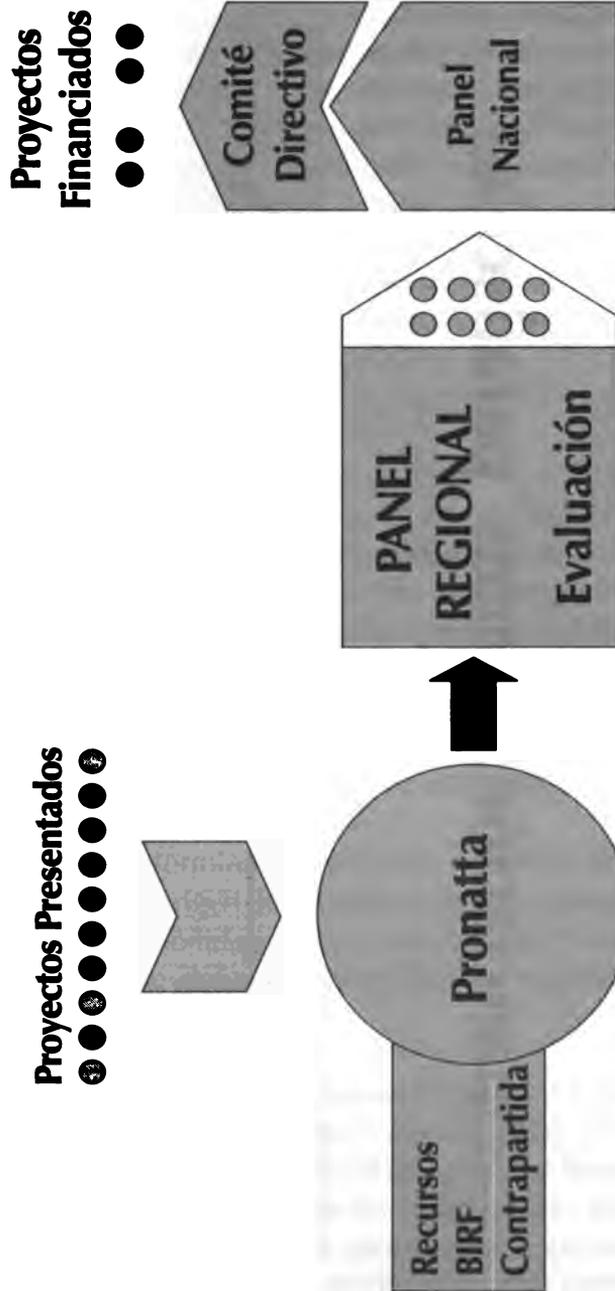
De este modelo se destaca el importante espacio que concede a la autonomía regional para la identificación, selección y priorización de sus necesidades de desarrollo tecnológico; el estar orientado completamente por la demanda, y el emplear un sistema transparente de evaluación y escogencia. Por lo tanto, también tiene la característica de fomentar la dispersión de recursos y no tener espacio para la focalización de estrategias de política tecnológica.

Esta modalidad de financiación incorpora un canal de retroinformación muy importante para la comunidad proponente de proyectos, que consiste en devolver a sus autores los proyectos no aprobados con la explicación de las razones que motivaron su rechazo. Hay aquí un procedimiento que tiene efectos pedagógicos y orientadores sobre una pequeña parte del Sistema.

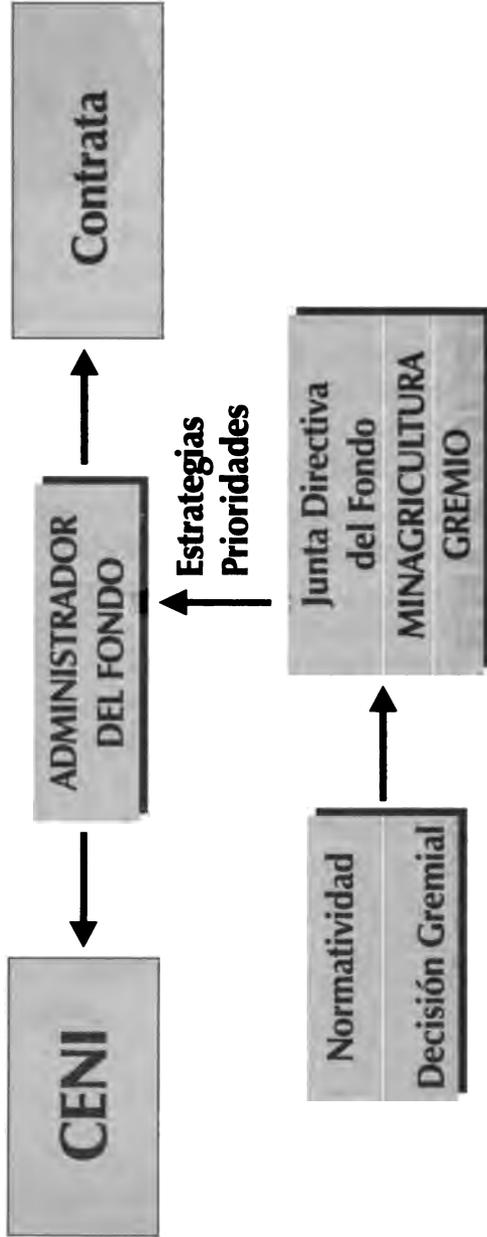
---

7/ En su relación con otros componentes, el Ministerio participa en la financiación de Corpoica, Ciao y Centro de Mecanización Agrícola de Bucaramanga, entre otros. El Fondo Dri, el Instituto Nacional de Pesca, Inpa, y el Ica son entidades descentralizadas dependientes del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural que destinan recursos propios para desarrollo tecnológico dentro de sus programas.

# Financiación Pronatta



# Financiación: Fondos parafiscales



En conclusión, el análisis de la función de financiación deja en claro que actualmente financiación y orientación son dos procesos separados; vale decir que los principales componentes encargados de la financiación pública del Sistema no responden en su accionar a criterio alguno de política tecnológica. De otra parte, con excepción del Pronatta, los mecanismos existentes no permiten la participación regional en las instancias decisorias. Finalmente, y de nuevo con la excepción del Pronatta, los mecanismos de financiación existentes, dependientes de estructuras burocráticas verticales, no le brindan al Sistema la transparencia necesaria para garantizar que respondan a criterios de calidad y pertinencia indispensables en un entorno nacional de recursos escasos.

### ***Formación de recurso humano.***

La formación del recurso humano constituye el soporte logístico que garantiza la renovación y de alguna manera la conexión entre distintas etapas de los procesos que constituyen las funciones objetivo. Esta importante función puede verse en sí misma como un subsistema: desde el surgimiento de las motivaciones que alientan a las personas que ingresan a la cadena de formación que los vinculará al Sistema, hasta el momento en el que ese recurso humano está ya formado y operando dentro cualquiera de las instancias de este engranaje.

Entre las condiciones que determinan las entradas al sistema están las motivaciones individuales, el origen de los individuos, sus expectativas, facilidades de acceso, disponibilidad de oportunidades de formación y costos de la misma. Así se definen las condiciones originales del estudiante.

Al ingresar a la universidad, recibe una formación teórica básica no siempre acorde con las necesidades prácticas del sector agropecuario y con los requerimientos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Sin embargo, estas deficiencias se solucionan en parte con los programas de pasantías que los profesionales, previo a la obtención del grado, hacen en fincas de productores o en centros de investigación y desarrollo tecnológico.

Una vez graduado, si el profesional continúa con interés por la ciencia y la tecnología, ingresa a un centro de investigación como profesional ayudante de un investigador principal; si por alguna razón ingresa a una Umata o a prestar asistencia técnica, se encuentra con el grave problema que dentro de su formación básica no recibió entrenamiento en asistencia técnica y menos en extensión agrícola. Otra opción que tiene el profesional es buscar ingreso directamente a instancias de la producción.

Si existiera un adecuado proceso de realimentación, las universidades recibirían orientación, para ajustar el diseño curricular en consonancia con el sistema productivo y con los avances de la ciencia y la tecnología. Esta falta de articulación hace que el sistema educativo funcione en forma independiente de su clientela como son los sistemas de producción y de ciencia y tecnología.

Aparte del trabajo en investigación, el profesional tiene la posibilidad de seguir un posgrado en el exterior, si consigue el financiamiento adecuado. Si se queda en Colombia, se encuentra con que el escaso número de programas de posgrado por lo general no tienen el número adecuado de profesores altamente especializados y actualizados. Los programas disponibles en el país no preparan al educando como investigador.

Los procesos de realimentación para la formación del recurso humano no se cumplen actualmente en el Sistema. A diferencia de países avanzados, donde a escala de posgrado, se identifican claramente los niveles de formación teórica básica y de investigación, como condición necesaria de renovar la capacidad de los investigadores, en Colombia, la fase de investigación casi nunca se cumple. Esto trae como consecuencia que:

- No se aumente la capacidad de investigación,
- No se aumente la capacidad de innovación, pero
- Sí se aumenta la cobertura del recurso insuficientemente capacitado.

Los institutos de formación de tecnológica intermedia diseñan sus programas sin estudios previos de las necesidades del sistema agroindustrial y en su gestión ordinaria no tienen contacto con los componentes del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial que les permita preparar recurso humano para ese fin.

En el campo profesional, los tecnólogos están compitiendo con los profesionales recién egresados en los centros de investigación, según fue reportado en los talleres. Algunos centros prefieren contratar y entrenar tecnólogos que profesionales recién egresados porque dicen que la preparación no difiere mucho, pero el costo salarial de entre uno y otro sí.

De otra parte, en niveles intermedios, el Sistema no cuenta con instancias especializadas en capacitación de extensionistas y de transferidores, excepto el caso de la Federación Nacional de Cafeteros, que tiene programas de formación de sus extensionistas.

Existe otro tipo de capacitación o educación continuada del recurso humano que se da a través de acuerdos institucionales de capacitación, de proyectos conjuntos de investigación, de tiempo sabático o de pasantías nacionales o internacionales, seminarios, eventos técnicos, visitas de investigadores, etc.

### ***Información***

La información constituye una de las condiciones indispensables para que se produzcan conexiones con posibilidad de optimizar el funcionamiento del Sistema. Sin embargo, los talleres dieron cuenta de que el Sistema no se conoce a sí mismo. En efecto, la mayoría de componentes ignoran la cobertura del Sistema, sus productos, sus procesos, su finalidad. Algunos no se habían planteado que ya hacen parte del mismo. Se pierden así oportunidades muy valiosas de aprovechar los recursos con los que se cuenta dentro del país.

Las frecuencias de las relaciones existentes o deseadas de cooperación internacional sugieren que en la conciencia colectiva existe la

certidumbre de que es fuera del país donde se produce la ciencia y donde están los recursos y las oportunidades. Esta actitud, aunque no del todo infundada, limita el radio de acción de muchos de los componentes.

La debilidad de los sistemas de información es tal que no se pueden conocer fácilmente cuáles son los productos que generan los componentes, en cuáles líneas de investigación se está trabajando y quiénes lo están haciendo; los asistentes técnicos y transferidores en general no conocen el conjunto de ofertas tecnológicas disponibles siquiera en los campos en los que actúan ni tampoco las necesidades de los productores finales. Las oportunidades de acceso a recursos, a contactos y a conocimientos solamente las conocen un grupo muy restringido de componentes.

Los productores desconocen la oferta disponible, y los sectores gubernamentales, insuficientemente informados de los recursos tecnológicos del Sistema, no tienen información acerca de la disponibilidad efectiva en el mercado de los productos tecnológicos en los que se plasman muchos adelantos realizados.

### III. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA

#### 3.1 CRITERIOS DEL DIAGNÓSTICO

A través de este trabajo hemos abordado el análisis del Sistema con un enfoque sistémico. El diagnóstico del mismo adopta los principios que propone Foerster (1994) para los sistemas cuyo comportamiento busca una meta, esto es, los principios de la cibernética, o *ciencia de la organización efectiva*, en el decir de Stafford Beer, y en la dirección que señala Gregory Bateson<sup>8/</sup>: *una rama de las matemáticas que trata los problemas del control, la recursividad y la información*, con las restricciones expuestas en nuestro acápite dedicado al horizonte de la investigación.

Se trata de un intento de superar el nivel metodológico del trabajo de *Lineamientos ...* (1996) en el cual se observó el Sistema desde fuera, y emprender la construcción de una mirada interior al mismo, en particular de mirar al mismo que mira, dado que es este un diagnóstico construido colectivamente con los principales componentes vueltos sobre su propio accionar, y en el cual los analistas se miran no como observadores externos sino también como parte del Sistema, dado que en Colciencias y en el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural residen parte importante de las funciones de financiación y orientación del mismo.

Resulta procedente, en primer lugar, hacer explícitos los criterios con los que se hace este diagnóstico: primero, constatar las condiciones o propiedades que nos permitieron abordar el Sistema como tal, en tanto objeto específico de conocimiento y, segundo, examinar el funcionamiento del Sistema para mostrar las características positivas de su funcionamiento, en relación con la función que cumple, las deficiencias que presenta y, finalmente, las condiciones que deben cumplirse para optimizar su funcionamiento.

Se utilizan dos criterios para el diagnóstico; el método de análisis de sus partes se emplea ahora para el conjunto del Sistema: se revisa su

---

8/ Citados por Heinz von Foerster en "Ética y cibernética de segundo orden", en *Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural*, No. 31. Bogotá, 1993.

finalidad, su integralidad, su conectividad, su realimentación o retroinformación y su relación con el entorno; el otro es el examen de tendencias que prescribe la teoría general de sistemas complejos adaptativos.

## 3.2 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

1. En Colombia existe el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial, con las características atrás anotadas.

Se trata de un Sistema que, por la naturaleza de las funciones que se cumplen en su interior, integra de manera inseparable la innovación tecnológica en su conjunto, esto es, las funciones de generación, transferencia, asistencia técnica y adopción en los procesos productivos del sector agroindustrial.

Es claro, entonces, que no tiene sentido pretender orientar la ciencia y la tecnología mediante una estrategia aislada de transferencia, a la manera como fue concebida en el Sintap. Ello explica la falta de impacto de las políticas de transferencia y que muchos de sus recursos terminaran financiando investigación, de manera dispersa.

2. Las finalidades particulares de los distintos componentes del Sistema conforman la finalidad general del Sistema en su conjunto, la cual consiste en *aportar al sector agroindustrial conocimiento, métodos, tecnologías y productos tecnológicos necesarios para su desempeño frente a los requerimientos internos y a las necesidades y oportunidades que determina el entorno internacional*. Esa finalidad la cumple no solamente mediante el accionar que ocurre al interior de sus entidades componentes sino mediante las relaciones con el entorno que conforman otros sistemas, entre ellos el Sistema Internacional.

3. La pregunta por la integralidad del sistema puede expresarse en términos de si dentro del conjunto de entidades componentes están todas las que son y son todas las que están, respecto de la posibilidad de que el Sistema de Ciencia y Tecnología satisfaga las necesidades del sector agroindustrial. El resultado es que, a escala de las funciones objetivo, en la función de generación no existen componentes que satisfagan suficientemente la demanda tecnológica a escala de la investigación básica.

Esto, que podría no ser demasiado importante si las conexiones con el entorno internacional suplieran tal deficiencia, es particularmente preocupante dado que en la actualidad es muy bajo el intercambio con el Sistema Internacional, tanto particular en la formación del recurso humano como en la producción científica propiamente dicha.

También en el campo de la transferencia se identificaron problemas de integralidad del Sistema: esta función acusa una gran dispersión, sin que existan en el seno del Sistema instancias o entidades especializadas capaces, de una parte, de garantizar el necesario vínculo entre la producción tecnológica y la producción agroindustrial, de manera más notoria en los productores de la mediana y pequeña escalas productivas, y de otra, de servir de escenario de examen, crítica y desarrollo permanente de metodologías adecuadas de transferencia.

En cuanto a las funciones logísticas, tenemos que la función de orientación, de la cual se dijo que se cumple a escala de cada componente, conformando una condición favorable de autoorganización del Sistema, resulta, de otra parte, insuficiente en la forma actual como ocurre, cuando se identifica la necesidad de contar con derroteros comunes en el campo de la investigación para que el sector agroindustrial pueda tener estrategias consistentes a mediano y largo plazos y para no duplicar innecesariamente esfuerzos. Esto es tanto más evidente habida cuenta de lo indisolublemente ligadas que tienen que estar la funciones objetivo en una visión sistémica.

Es preciso que, por encima de las diferencias específicas en las finalidades, el hacer ciencia y tecnología para el sector agroindustrial tenga un norte hacia el cual se trabaje y una organización que garantice la complementariedad de esfuerzos necesaria para lograr los niveles de adopción tecnológica requeridos por el aparato productivo.

Las formas de operación de la financiación, no requieren nuevos componentes, pero sus métodos son sólo parcialmente transparentes y no existen instrumentos que den cuenta de la cobertura, fuentes, objetivos y realizaciones del Sistema en este campo. La gravedad de estas deficiencias se hace evidente al estimar el probable desperdicio que significa la dispersión de los recursos, la posibilidad de doble financiación de un mismo proyecto, la repetición innecesaria de proyectos originada en falta de información, y el desaprovechamiento del efecto de sinergia que se puede obtener cuando

se conoce el conjunto de acciones complementarias a la propia en cualquiera de las funciones que el Sistema financia.

El diagnóstico permite ver que la función de financiación se cumple sin un marco básico de orientación, de tal manera que la financiación termina cumpliendo una función orientadora, sin criterios explícitos, al decidir en gran medida cuáles campos de investigación, generación, adopción, transferencia o asistencia técnica son apoyados.

4. Los niveles de conectividad entre las entidades componentes del Sistema están relacionados principalmente con la función de financiación. El tipo de conectividad asociado a esta función es, comprensiblemente, formal y contractual, condiciones estas impuestas en las normas legales. Las siguientes fuerzas integradoras del Sistema son la acción del gobierno, por los recursos que arbitra, y la de los gremios, que acusa recientemente un dinamismo en su gestión, tanto dentro del sector agroindustrial como en relación con el accionar de la ciencia y la tecnología.

De otra parte, se registran redes de cooperación entre centros de investigación de un nivel semejante de desarrollo, las cuales se expresan en la ejecución de formas varias de cooperación que incluyen la prestación de servicios, el compartir infraestructura y equipos, los proyectos de riesgo compartido o *joint ventures*, las pasantías, los convenios de cooperación, los flujos de información, la responsabilidad compartida en los niveles de decisión, entre otros.

El tipo de conectividad asociado a estas funciones es predominantemente de carácter informal, incluso en ciertos niveles internacionales de cooperación, de reconocida efectividad. La misma informalidad encuéntrase en formas de cooperación existentes entre los *cenis*, surgidas poco tiempo atrás de la realización de este estudio. Esta característica revelada a lo largo de los talleres arroja luces respecto de la naturaleza y de las condiciones que caracterizan el trabajo colectivo en el área de la producción y difusión de conocimientos, y se constituye en un dato importante para quienes tienen entre sus obligaciones la gestión con la ciencia y la tecnología.

Aunque entre las formas de cooperación con posibilidad de interconexión entre componentes figuran los flujos de información, ellos

son supremamente débiles, pudiendo ser formas óptimas promotoras de conectividad: la necesidad de información es permanente, en todas las instancias del Sistema, y sus flujos dan origen a nuevas relaciones, que en su conjunto, modifican la naturaleza del Sistema.

5. Hay ausencia de realimentación en el interior de la actividad de los componentes, entre estos y en el conjunto del Sistema. Son particularmente infrecuentes los sistemas de evaluación y seguimiento. Lo mismo puede afirmarse de la relación del Sistema con otros Sistemas y en general con el entorno.

Esta deficiencia resulta definitiva en cuanto a las posibilidades de los procesos de autoorientación, en particular de los componentes y en general de la eficiencia del Sistema, en su accionar con el sistema productivo. Para ilustrar la importancia de una realimentación eficiente, basta recordar que entre el inicio de una investigación y el momento en el que se adoptan las innovaciones, transcurren, en promedio, 10 años; al tiempo que, en el campo de la demanda de tecnología (que es función de la demanda de productos agroindustriales) hoy son cada vez más rápidos los cambios en las preferencias de los consumidores. Sin embargo, tampoco se dispone de análisis de prospectiva que permitan identificar la tendencia de esas preferencias.

En resumen, el atraso en los métodos de realimentación del Sistema pesa como un elemento adicional al tradicional rezago existente entre los procesos de producción e innovación - inversión subyacentes en las fuerzas que impulsan el ciclo económico (Kalecki, 1935).

6. Entre los factores de riesgo que acusa el funcionamiento del Sistema tenemos:

- El financiero;
- El recurso humano insuficiente, deficiente y sin canales efectivos de actualización y renovación. Se estima que durante los próximos 4 años saldrán licenciados el 80 por ciento de los Phd con los que cuenta el Sistema;
- La baja remuneración del recurso humano;
- La desigual capacidad de gestión en el orden regional;
- El predominio de modelos organizacionales obsoletos;

- Inercia en el trabajo;
- Falta de comunicación sobre campos de trabajo;
- Deficiencia en métodos operativos;
- Falta de memoria institucional y de recursividad en la observación-información del Sistema.

7. Entre las condiciones que optimizarían el funcionamiento del Sistema, se encuentran:

- Que la sociedad lo entienda y asuma como tal, en su naturaleza, complejidad y dinámica; en particular, que el Sistema se conozca a sí mismo, y se observe y estudie permanentemente;

- Que aumente su nivel general de información, lo cual incluye generar nuevas instancias de conectividad;

- Que afine sus métodos de autoorganización;

- La eficiencia del modelo institucional de intervención-acción del Estado con el Sistema;

- Que se incremente la capacidad adaptativa del Sistema a las condiciones tanto internas como externas, promoviendo las diversas formas de aprendizaje organizacional;

- Que las estrategias de optimización sean de todo el Sistema, no sólo de sus niveles de control sino de cada uno de sus componentes.



# MODELO DE SEGUNDA PARTE OPTIMIZACIÓN

## ***Modelo de Optimización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial***

*Antes de cualquier regulación, es preciso establecer qué es lo importante. Para el caso en estudio, lo importante es que el país disponga de un Sistema eficaz de ciencia y tecnología para su sector agroindustrial, que le permita cumplir con los objetivos que la sociedad se fije en cuanto a él. La eficacia de este Sistema depende de la capacidad de superar las deficiencias encontradas en su funcionamiento y resumidas en el diagnóstico anterior.*

*Aparte del criterio anterior, el modelo de optimización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial se fundamenta en los siguientes criterios:*

- El Sistema debe estar en capacidad de influir de manera efectiva en la mayor competencia y productividad del sector agroindustrial;*

- *Los cambios introducidos en el Modelo de Optimización deben requerir el mínimo de reformas legales o normativas en general;*

- *Hay que respetar y reforzar la autonomía de los componentes;*

- *Hay que preservar la cualidad autoorganizativa que tiene el Sistema; se busca autocontrol del Sistema no para manipularlo, sino para que las funciones que se cumplen en su interior tengan mayor transparencia, autoorganización y para que sus componentes contribuyan cada vez más en la construcción del Sistema deseable.*

- *El diseño organizacional requiere de procesos heterárquicos en cada fase y nivel.*

- *Se conserva la responsabilidad que la ley le da al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de fijar las políticas de investigación y transferencia de tecnología;*

- *Se reconoce e implementa el derecho de las regiones en definir su propio marco de orientación;*

- *Se reconoce e implementa la participación de los diferentes componentes del Sistema en la definición de la política orientadora.*

*El Modelo de Optimización se apoya en unas instancias, y consta de cuatro módulos específicos y de un observatorio de la ciencia y la tecnología agroindustrial.*

# **I. INSTANCIAS**

El Modelo de Optimización aprovecha las instancias de coordinación existentes, les introduce cambios necesarios, y establece unas nuevas, en concordancia con los resultados del estudio. Las instancias con las que opera el Sistema bajo el modelo de optimización son: el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial, el Grupo Gestor, el Foro Nacional de Componentes, las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología, el Foro Regional de Componentes, el Comité Nacional de Expertos y los Comités Regionales de Expertos.

## **1.1 EL CONSEJO DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Es, según el Decreto 585 de 1991, el "organismo de dirección y coordinación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología".

## **1.2 EL CONSEJO DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL**

Es el órgano orientador y coordinador del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial. Tiene su origen en el Consejo del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, ahora habilitado como Consejo de todo el Sistema, y requiere de un ajuste en su conformación y en los procedimientos de nombramiento de sus miembros de manera acorde con la nueva concepción del Sistema.

Conformarán el Consejo, por derecho propio, el ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, quien lo presidirá, el director de Colciencias, el director de la Unidad de Desarrollo Agrario del Departamento Nacional de Planeación y el director del Sena. Seis miembros más serán propuestos por el Foro Nacional de del Sistema al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en representación de la universidad, de los centros de investigación, de los gremios de la producción, de las Umatas, del sector

agroindustrial propiamente dicho y de las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología.

### **1.3 EL GRUPO GESTOR**

Es el apoyo técnico del Consejo del Sistema. Estará conformado por tres gestores nombrados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -de tres ternas enviadas respectivamente por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por la Junta Directiva de Colciencias y por el Consejo del Sistema-, por períodos de tres años, con rotación anual.

Para buscar la continuidad operativa, los tres gestores se contratarán inicialmente así: el seleccionado de la terna procedente del Ministerio se nombrará por un período de tres años; el seleccionado de la terna del Consejo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial se nombrará por un período de dos años, y el seleccionado de la terna de Colciencias se nombrará por un período de un año.

A medida que expiren los contratos, se procederá a contratar a los sucesores, respetando la procedencia de las ternas, por períodos de tres años. Los gestores podrán ser reelegidos, sin pasar de dos períodos consecutivos. Los tres miembros del Grupo Gestor designarán entre ellos un Gestor Coordinador, cargo que se rotará anualmente.

Para conformar las ternas, los candidatos deben ser profesionales con nivel de posgrado; haber tenido reconocida experiencia en una o varias áreas relacionadas con la investigación científica y el desarrollo tecnológico, socioeconómico, agropecuario, agrícola, forestal, pecuario o pesquero; y, tener suficientes conocimientos del desarrollo agropecuario colombiano.

El Grupo Gestor tendrá como funciones:

- Actuar como Secretaría Técnica del Consejo del Sistema en las funciones de gestión y orientación estratégica del Sistema;
- Actuar como Secretaría del Foro Nacional del Sistema;
- Diseñar las propuestas de política de ciencia y tecnología agroindustrial con base en la política dictada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y coordinar los procesos participativos fijados en el Módulo de Orientación;

- Coordinar los mecanismos para la integración del Sistema contemplados en el Módulo de Conectividad;
- Gestionar la implementación del Módulo de Financiamiento;
- Coordinar el montaje y manejo eficiente del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial;
- Servir de canal de comunicación y colaboración del Sistema con otros Sistemas de ciencia y tecnología;
- Coordinar las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología en los temas relacionados con el sector agroindustrial;
- Convocar el Comité Panel Nacional de Expertos.

## **1.4 EL FORO NACIONAL DEL SISTEMA**

Es la instancia participativa, del orden nacional, para la discusión de la política nacional de ciencia y tecnología agroindustrial. Promoverá también la integración de los componentes del Sistema y de éste con el Foro Regional y el Foro Global para la Investigación Agropecuaria, instancias internacionales de concertación y gestión.

El Foro se reunirá cada dos años por convocatoria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial. El Grupo Gestor ejercerá la Secretaría del Foro. Participarán en el Foro todos los componentes logísticos y todos los componentes objetivo del Sistema

El Foro propondrá al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el nombramiento de seis miembros del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial en representación de la universidad, de los centros de investigación, de los gremios de la producción, de las Umatas, del sector agroindustrial y de las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología.

## **1.5 LAS COMISIONES REGIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Son las encargadas de la coordinación e integración del Sistema en el orden regional, de acuerdo con los Módulos de Orientación, Financiamiento y Conectividad. Tendrán bajo su responsabilidad la organización y operación

de los Comités Regionales de Expertos y la convocatoria de los Foros Regionales del Sistema, de los cuales será la Secretaría Técnica.

## **1.6 LOS FOROS REGIONALES DEL SISTEMA**

Son las instancias participativas del orden regional, para la discusión de la política regional de ciencia y tecnología agroindustrial y para la integración de los componentes del Sistema en el nivel regional. Estos propondrán al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología los representantes del sector agroindustrial en las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología.

## **1.7 EL COMITÉ NACIONAL DE EXPERTOS**

Es una instancia técnica encargada de evaluar proyectos de interés nacional, con base en la política nacional de ciencia y tecnología agroindustrial.

Estará conformado por expertos seleccionados de acuerdo con los temas de los proyectos a evaluar y será coordinado por el Grupo Gestor.

En el Comité Nacional se evalúa la pertinencia de los programas y proyectos de carácter nacional, sobre los cuales se hace un ejercicio de priorización con base en las políticas estratégicas de ciencia y tecnología vigentes para el sector.

## **1.8 LOS COMITÉS REGIONALES DE EXPERTOS**

Son instancias técnicas encargadas de evaluar la pertinencia y priorizar los proyectos de interés regional presentados a los componentes financiadores. Su conformación depende de la cantidad y temática de los proyectos.

La secretaría técnica de cada Comité será ejercida por el Coordinador de la Comisión Regional de Ciencia y Tecnología.

## II. CONCEPTUALIZACIÓN DEL SISTEMA

A partir de la conceptualización desarrollada en el documento de *Lineamientos* podemos avanzar en el concepto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (al cual nos referiremos simplemente como el Sistema) entendiéndolo como:

*Una propiedad emergente del accionar social en los campos de la ciencia y la tecnología de un conjunto de personas, entidades y agentes relacionados mediante su quehacer científico y tecnológico que trabajan directa o indirectamente al servicio del sector agroindustrial.*

Esta conceptualización no riñe con la definición de sistema enunciada en el capítulo de metodología, sino que señala que el sistema en estudio, además de satisfacer la definición general, tiene la propiedad de constituir una emergencia de la vida social del tipo señalado.

La importancia de resaltar la validez de esta concepción se hace más evidente si se tiene en cuenta que los problemas del Sistema empiezan desde la misma diversidad de concepciones que existen acerca de él en nuestros medios académicos y gubernamentales, ya observada en este documento, y en la ausencia de rigor en su tratamiento, consecuente con tal diversidad.

Es claro que el de la conceptualización no es meramente un problema semántico, porque de la manera como se conciba el Sistema depende el objeto de estudio o el referente al cual se hace alusión siempre que se habla de él, y también depende qué tipo de aproximación conceptual –y finalmente de políticas– resultan procedentes para abordarlo analíticamente, para interactuar con él de manera acertada y para desarrollarlo. En efecto, no es lo mismo concebirlo como una política, como una entidad, como una empresa, como una norma o como una entelequia jurídica, que como una propiedad emergente del libre accionar social.

Entenderlo de acuerdo con este último concepto permite:

- Saber que ha sido la sociedad la que lo ha gestado, como producto de su praxis, y que el desarrollo del Sistema es el desarrollo de sus

componentes sociales y del conjunto de relaciones mutuas que se generan en ese accionar social;

- Reconocer que entre sus componentes actúan entidades públicas, que responden a toda una amplia y variada normatividad jurídico-política y a una institucionalidad administrativa, pero también, y principalmente, componentes de índole diversa, tales como entidades mixtas, particulares, internacionales, y agentes tales como grupos y redes de investigación o como simples personas dedicadas a cualesquiera de las actividades vinculadas con el referido quehacer social;

- Partir siempre para cualquier análisis o diseño de políticas, del reconocimiento de la autonomía que tales componentes tienen en una sociedad democrática, plural y participativa;

- Asumir que, en concordancia con la relación existente entre Estado y sociedad civil, el Estado tiene una función que cumplir como soporte del sistema agroindustrial;

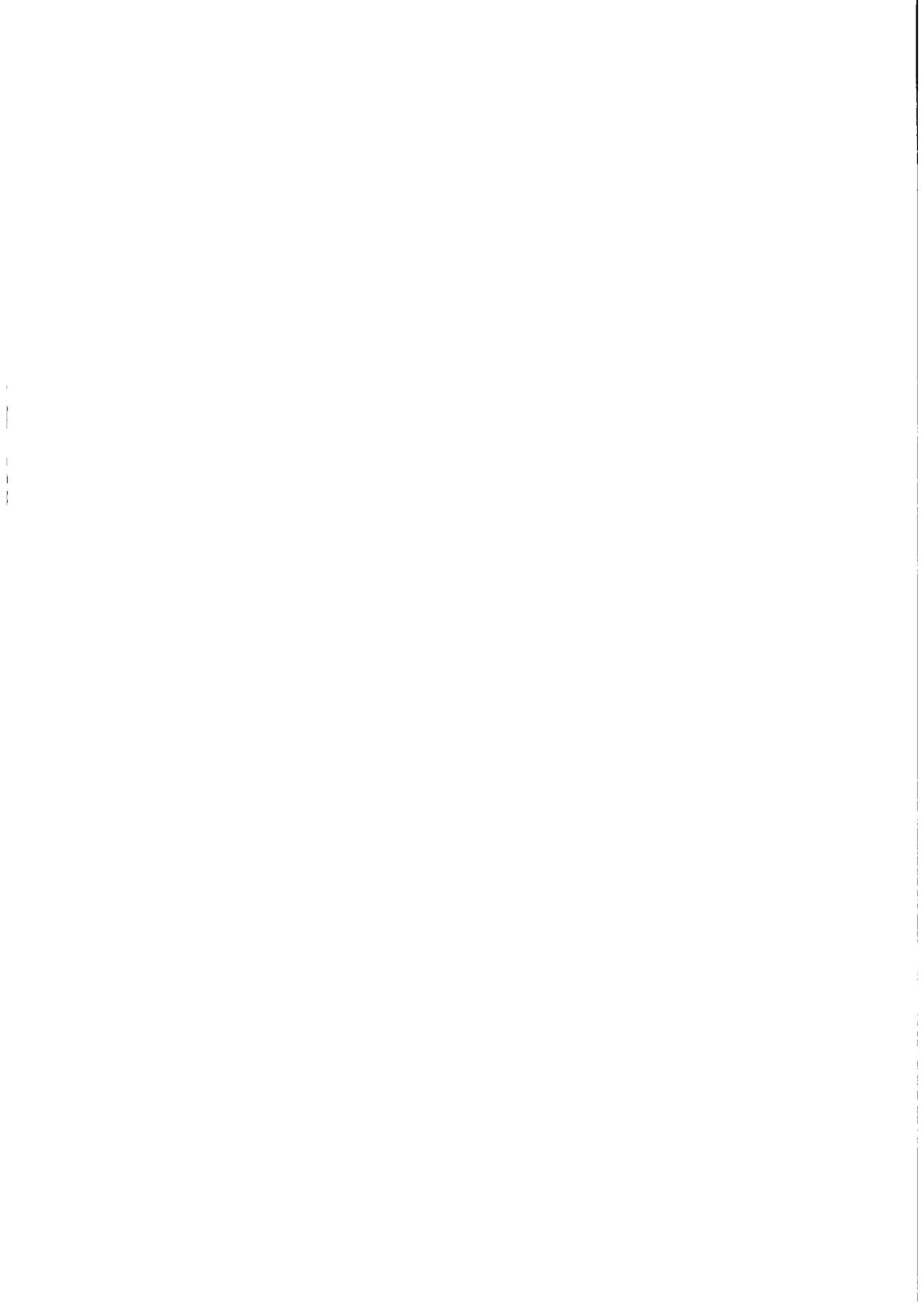
- Entender que en las dinámicas y resultados de ese accionar social, el Estado y la sociedad civil pueden cumplir un papel orientador y optimizador, en medida en que sus estrategias correspondan con los derroteros y las formas institucionales que caracterizan el quehacer social en los campos de la ciencia y la tecnología, evitando la pretensión de establecer con él una relación jerárquica o de concebirlo como un apéndice del andamiaje burocrático;

- Interesarse por seguir desarrollando el conocimiento del Sistema, como una construcción social permanente, pues, en tanto mejor se conozcan sus formas de operación y las especificidades de su institucionalidad, habrá más claridad sobre la pertinencia de las políticas de ciencia y tecnología del sector y los encargados de diseñarlas y ejecutarlas actuarán con mayor probabilidad de éxito.

De otra parte, esta visión pone de presente, no sólo la especificidad propia del Sistema y su carácter esencialmente desconocido, en tanto que su estudio particular es aún muy reciente, sino la dificultad que las distintas

instancias gubernamentales enfrentan en el cumplimiento de su labor en relación con este complejo Sistema.

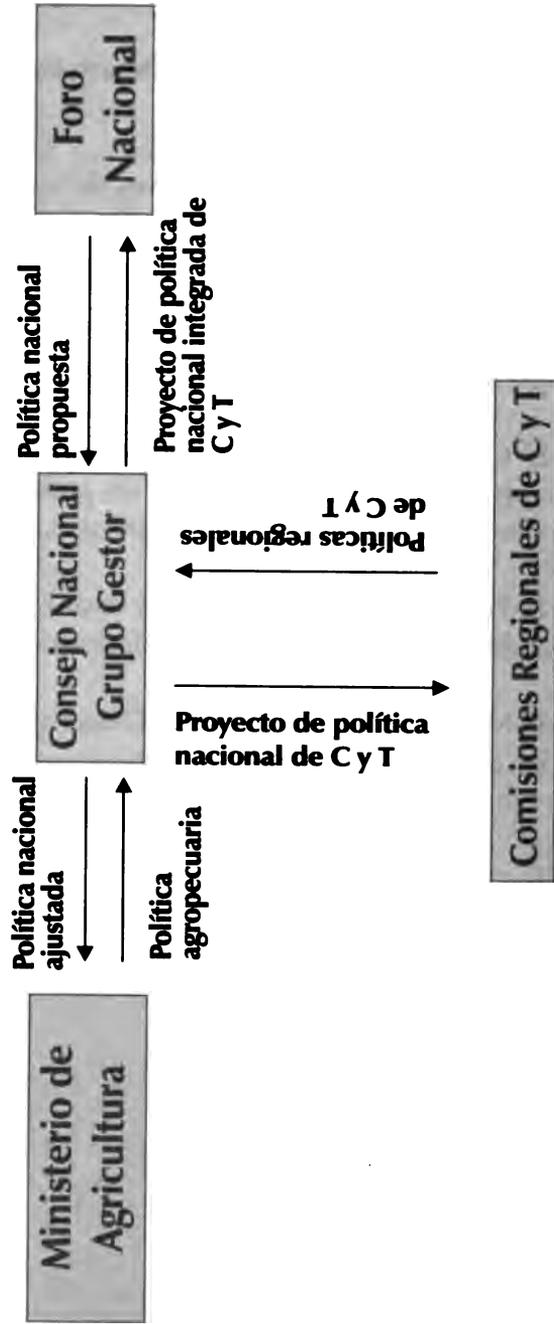
Si consideramos, además, que las personas encargadas de la toma de decisiones en el seno del Gobierno suelen ocupar esos cargos por períodos en general breves y con gran autonomía, aparece claro que es muy alta la probabilidad de error en tanto no se disponga de un conocimiento confiable del Sistema, de instrumentos eficaces de gestión y de las instancias idóneas para producirlo.



### **III. MÓDULO DE ORIENTACIÓN**

- El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural fija la política nacional agropecuaria.
- El Consejo del Sistema, a través de su Grupo Gestor, interpreta la política agropecuaria y la traduce en términos de un proyecto de política nacional de ciencia y tecnología.
- Los Foros Regionales del Sistema, discuten la política de ciencia y tecnología y fijan las prioridades de la región en relación con dicha política.
- El Consejo del Sistema, a través de su Grupo Gestor, integra las prioridades regionales de política en un proyecto de política nacional de ciencia y tecnología agroindustrial y la presenta al Foro Nacional del Sistema.
- El Foro Nacional del Sistema analiza, ajusta y valida la política nacional de ciencia y tecnología agroindustrial y la propone al gobierno.
- El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural incorpora la política tecnológica a la política sectorial.

## Módulo de orientación del Sistema



## **IV. MÓDULO DE FINANCIAMIENTO**

• Los proyectos ingresan al Módulo de Financiamiento del Sistema por la vía de los financiadores, ya sea como resultado de convocatorias públicas (por demanda) o por iniciativas gubernamentales (por oferta).

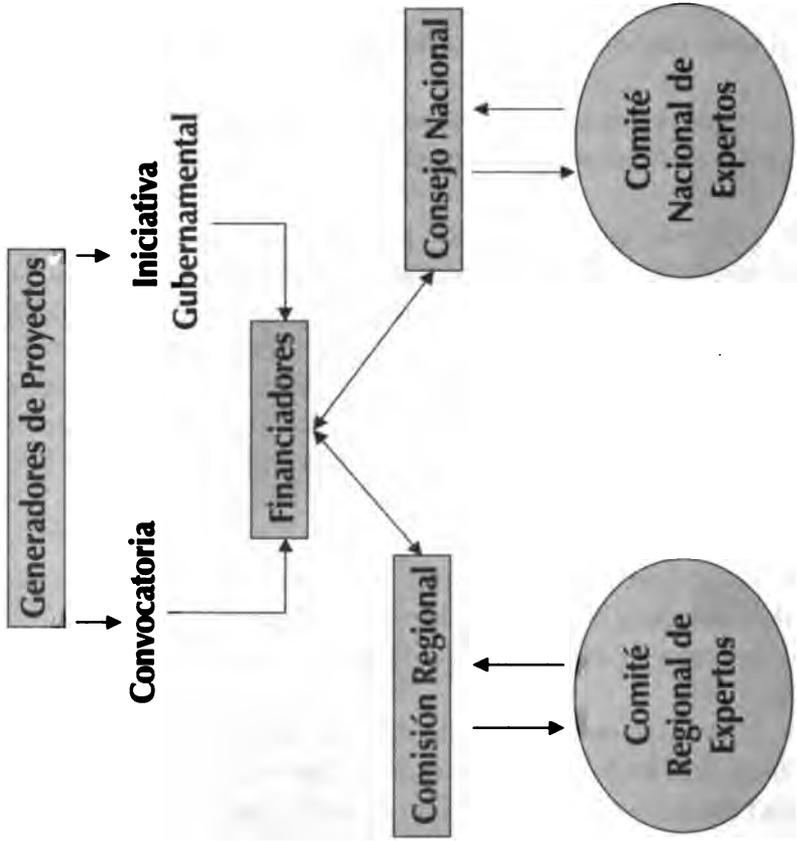
• Los proyectos se envían a las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología (si son de interés de una región) o al Consejo del Sistema (si son de interés nacional), para someterlos a evaluación de expertos.

• Los proyectos son evaluados por calidad y pertinencia en un Comité (Regional o Nacional) de Expertos, con el siguiente proceso:

- Puesta en común por pares: Instancia en la cual el proyecto es presentado al Comité por un par del proponente (un colega u homólogo) a quien se le ha entregado para su evaluación individual. Aquí el par recibe las observaciones pertinentes del grupo interdisciplinario que conforma el Comité le formula de acuerdo con su particular conocimiento y experiencia y atendiendo a los lineamientos de política tecnológica existentes. Las observaciones quedan registradas por la secretaría del Comité.
- Evaluación individual: De acuerdo con su conocimiento y atendiendo a las observaciones recibidas, el par evalúa técnicamente el proyecto y le asigna una calificación.
- Evaluación plenaria del Comité de Expertos: En esta instancia, que transcurre en los siguientes quince días de la puesta en común, se analizan los criterios y resultados del proceso de evaluación individual del proyecto a la luz del conocimiento científico-tecnológico y de la política regional o nacional de ciencia y tecnología agroindustrial existente y se produce la calificación definitiva, la cual puede refrendar o cambiar la calificación asignada individualmente, de acuerdo con la discusión abierta y transparente seguida en el Comité.

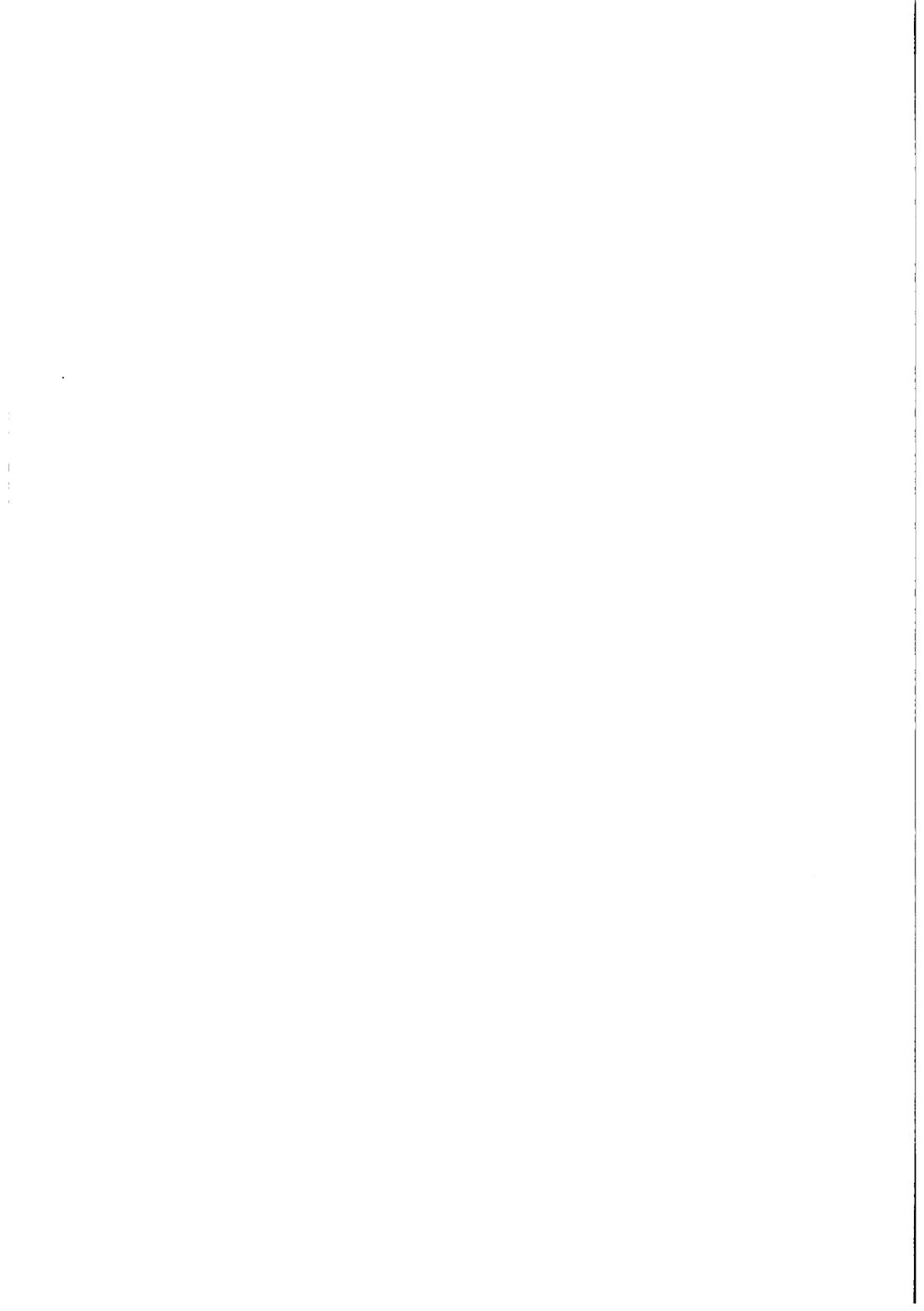
Con base en la información generada en el Observatorio de la Ciencia y la Tecnología Agroindustrial sobre proyectos presentados

# Módulo de financiamiento del Sistema



anterior o simultáneamente en las diferentes regiones, el Comité de Expertos puede sugerir la alianza de varios proponentes en un mismo proyecto –para mejorar la calidad de los trabajos y estimular la conectividad entre componentes del Sistema– evitar duplicación de trabajos o detectar proyectos presentados simultáneamente a varios financiadores.

- Los proyectos regresan aprobados y priorizados a los financiadores, los cuales deciden cuáles financian e informan su decisión al Observatorio de la Ciencia y la Tecnología para su registro y seguimiento.



## **V. MÓDULO DE CONECTIVIDAD**

Los Módulos de Orientación y para el Financiamiento definen mecanismos tendientes a articular los componentes que cumplen con estas funciones logísticas del Sistema, dentro de cada una y entre ellas. Sin embargo, la optimización operativa del Sistema se logra al aumentar las posibilidades de conexión entre los componentes que desarrollen funciones objetivo: investigación, transferencia y asistencia técnica.

Lo limitado de los recursos humanos y financieros con que cuenta el Sistema obliga a utilizarlos eficientemente, promoviendo la conectividad de los componentes con el objeto de buscar la complementariedad entre ellos.

Para promover la conectividad se requiere la internalización, por parte de los componentes del Sistema, de los criterios básicos: los componentes deben ser conscientes que hacen parte de un Sistema en el cual se debe ofrecer para poder recibir; los componentes tienen un compromiso con un objetivo común; las funciones del Sistema se hacen más eficientes, y hay mayor posibilidad de éxito al aumentar las conexiones entre sus componentes y finalmente, la conectividad no debilita la autonomía sino que fortalece los componentes.

### **5.1 EL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

Disponer de información adecuada y oportuna, es una importante base para incentivar la articulación entre componentes. La información que tiende a promover más la conectividad entre componentes es la relacionada con: recursos disponibles para investigación y desarrollo tecnológico, líneas de investigación, proyectos en ejecución, fortalezas y debilidades de los componentes y recursos humanos y físicos disponibles.

### **5.2 LAS REDES, CENTROS VIRTUALES Y GRUPOS DE INVESTIGACIÓN**

El Grupo Gestor promoverá la conformación tanto de redes temáticas en investigación y desarrollo tecnológico, como de centros virtuales que

integren diferentes actores hacia un objetivo común, así como de grupos de investigación por temas específicos.

Colciencias ha venido financiando este tipo de mecanismos articuladores. El Grupo Gestor seguirá apoyando las articulaciones espontáneas, pero además las promoverá con base en la información pertinente del Sistema de Información.

### **5.3 LOS PROYECTOS CONJUNTOS**

Con la información sobre fortalezas y debilidades de los componentes, así como las líneas de investigación de cada uno de ellos, el Grupo Gestor promoverá la complementariedad a través de las alianzas estratégicas.

### **5.4 LAS CÁMARAS**

El Grupo Gestor utilizará mecanismos de trabajo destinados a integrar componentes con objetivos afines a través de talleres de discusión e integración programática que se aquí se denomina Cámaras. Estas Cámaras tendrán un carácter *ad hoc*, estarán conformadas por personas relacionadas, especialistas o conocedores de temas específicos, y podrán formarse tantas como se requiera para tratar problemas específicos.

Entre las previstas tenemos:

- Cámara Interinstitucional del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: tendrá a su cargo el integrar las instituciones dependientes alrededor de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico.

- Cámara para las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología, que integrará la acción coordinadora de las Comisiones a escala regional y de estas con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial.

- Cámara para la integración con la agroindustria, que tendrá a su cargo la promoción de la articulación del desarrollo tecnológico a las cadenas agroindustriales.

- Cámara para los Recursos Humanos y Físicos tendrá a su cargo el monitoreo y la programación para su mejoramiento.
- Cámara por regiones para el apoyo metodológico y tecnológico a las Umatas.
- Cámara para la integración con los Programas afines de Colciencias.

## **5.5 LOS PLANES Y PROGRAMAS ESTRATÉGICOS**

Es este un mecanismo integrador de diferentes componentes logísticos, financiadores y orientadores, con componentes objetivo: investigadores, transferidores y asistentes técnicos bajo un criterio orientador que cumple con una meta común. El caso más relevante es el Plan de Modernización de la Ganadería Bovina.

## **5.6 LA FERIA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL**

La ciencia y tecnología agroindustrial requiere de una instancia donde confluyan sus diferentes intereses con el objeto de promover relaciones e intercambio entre científicos, productores, industriales y otros actores del sistema. De esta forma, ingresan la ciencia y la tecnología a un mercado de oferta y demanda y de alianzas estratégicas.

## **5.7 PUBLICACIONES**

Colombia se encuentra en una situación de inferioridad, frente a países con igual desarrollo, en materia de publicaciones científicas del sector agroindustrial. Si no se sabe qué se hace es difícil el desarrollo de proyectos conjuntos y alianzas estratégicas entre componentes al interior del país y con componentes del sistema internacional. El Consejo promoverá el desarrollo de publicaciones científicas como instrumento conector.

## **5.8 INTERNET**

El Consejo, a través del Grupo Gestor, establecerá y mantendrá una página del Sistema en Internet.

## **5.9 EVENTOS**

El Consejo a través del Grupo Gestor promoverá eventos técnicos y científicos como seminarios, talleres, teleconferencias, congresos, etc., con el objeto de promover las relaciones entre participantes que según los talleres muestran ser las más efectivas en los procesos de articulación.

## **5.10 LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

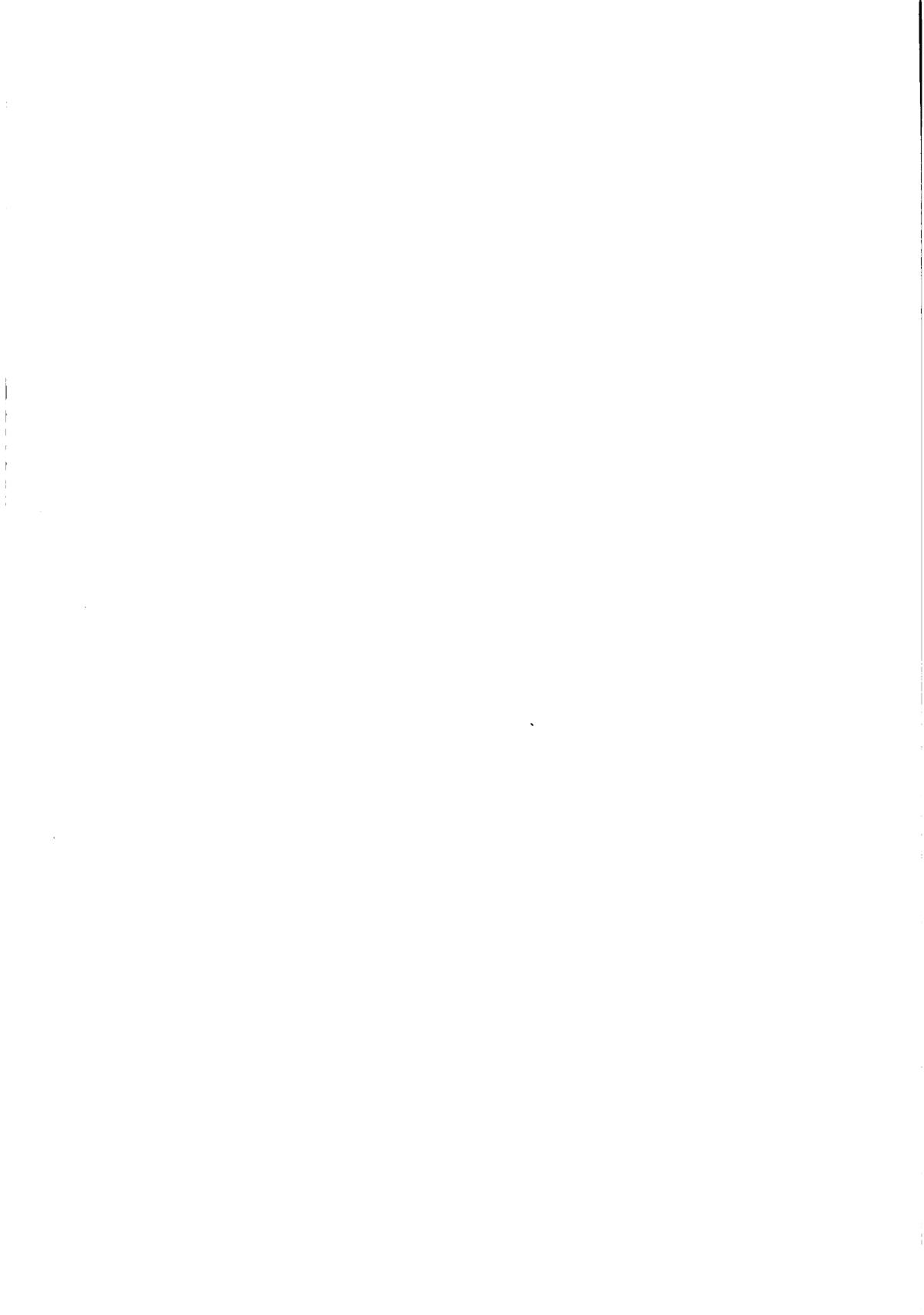
Si bien esta es una función objetivo y no un mecanismo articulador, merece un espacio especial teniendo en cuenta que legalmente existe un Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología, Sintap. Este Sistema, por su organización jerárquica, en un país con una creciente autonomía regional y con un Sistema de Ciencia y Tecnología cuyos componentes cuentan también con autonomía, ha demostrado ser inoperante y poco efectivo.

Sin embargo, la transferencia de tecnología es parte de la investigación y el desarrollo tecnológico, como sistema integral, y desintegrarlos sería un error de concepción y de procedimiento. Es preciso un redireccionamiento del Pronatta hacia la transferencia de tecnología para el pequeño agricultor no cubierto por los productores organizados en grandes gremios. Ese redireccionamiento debe estar enmarcado en una concepción holística de extensión rural, que rebase lo meramente agropecuario.

El Sistema de Ciencia y Tecnología debe apoyar metodológica y tecnológicamente a las Unidades Municipales de Asistencia Técnica, Umatas. El Grupo Gestor, con la colaboración de la Cámara de apoyo a las Umatas, y respetando la autonomía regional y de los componentes del Sistema, apoyará en la definición y puesta en marcha de estrategias tendientes a fortalecer las Umata. La Cámara operará de manera regional con el apoyo de las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología, las Secretarías de Agricultura, el Pronatta, las Umatas, el Dri y cualquier otro componente involucrado en el proceso. De esta forma se descentraliza la transferencia de tecnología y se deja operar en forma regionalmente autónoma, pero brindándole apoyo técnico y metodológico.

## **5.11 CONECTIVIDAD CON OTROS SISTEMAS**

Con información actualizada del Observatorio, el Grupo Gestor activará y desarrollará la conexión de los componentes con otros sistemas, en especial con la comunidad internacional. En consecuencia, se establecerán los canales necesarios para optimizar los beneficios de la cooperación internacional en financiación y en fortalecimiento de las redes temáticas internacionales.



## **VI. OBSERVATORIO DEL SISTEMA**

Acogiendo los resultados y recomendaciones de la Reunión Hemisférica de Ministros responsables de la Ciencia y la Tecnología (Cartagena, 1996), y de la convocatoria que se abrió para el efecto (Colciencias, 1996), el Grupo Gestor asumirá la construcción del Observatorio de la Ciencia y la Tecnología Agroindustrial con los siguientes objetivos

- Dotar al sistema de toda la información necesaria para optimizar la conectividad del Sistema; vale decir, del conjunto de componentes, relaciones, conexiones, infraestructura, recursos, productos, líneas de investigación, proyectos en operación y terminados, fuentes de financiamiento, oportunidades de cooperación internacional, fortalezas y debilidades propios del estado y funcionamiento del Sistema;

- Generar y mantener actualizado el análisis de prospectiva agroindustrial nacional e internacional;

- Organizar y mantener actualizado el análisis requerido para el seguimiento del Sistema;

- Organizar y mantener actualizado el análisis y seguimiento del impacto de las políticas de Ciencia y Tecnología sobre el desarrollo del sector agroindustrial;

- Mantener a disposición de la comunidad sus productos.

En esta tarea, la gestión organizadora del Observatorio utilizará las redes y bancos de información disponibles en el país para su propósito, y coordinará el desarrollo de los nexos faltantes.



## VII. BIBLIOGRAFÍA

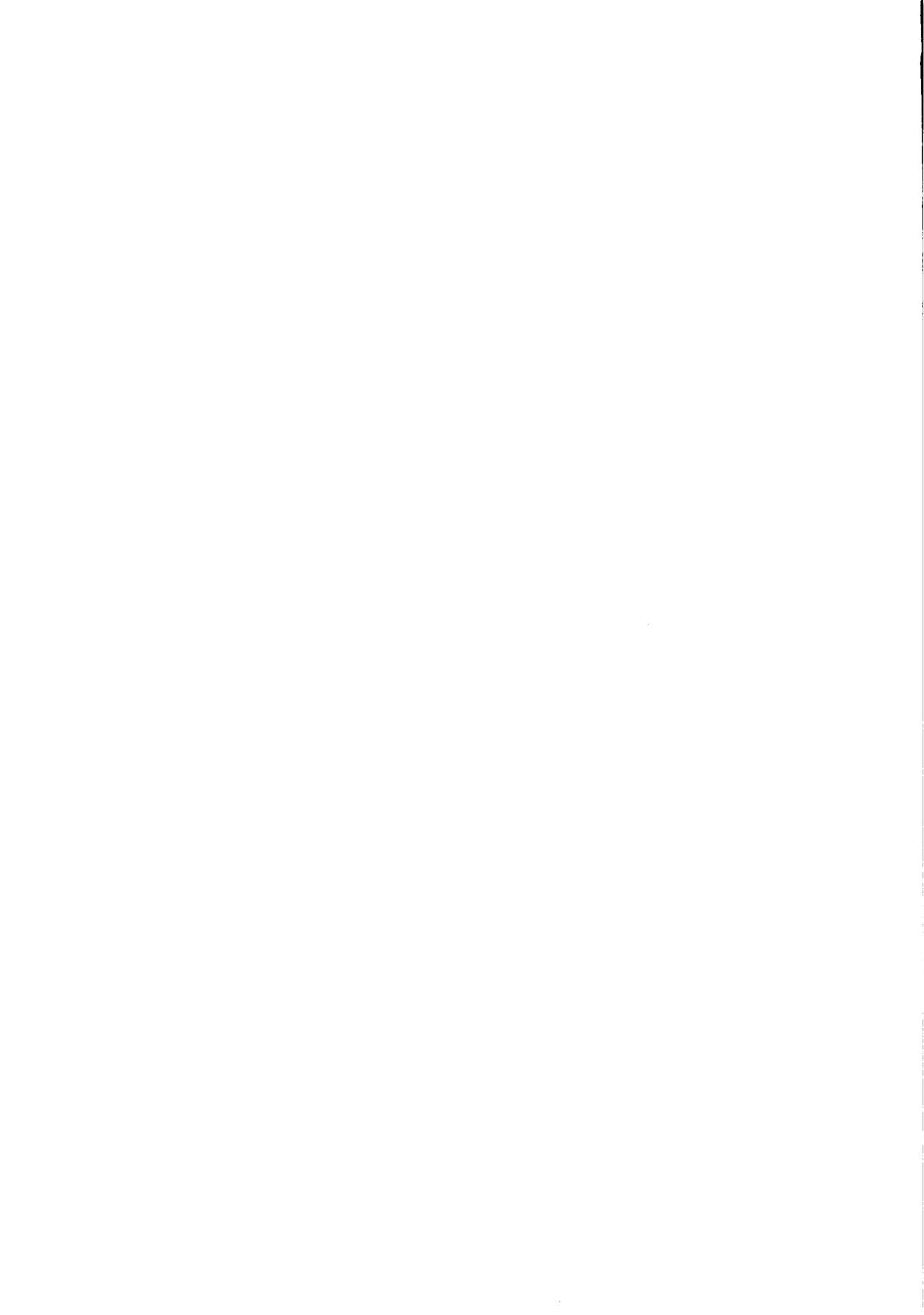
- ARANGO, LUIS; RIVERA, CARLOS FERNANDO; RAMÍREZ, MARGARITA; ROMANO, LUIS. *Lineamientos de política para el fortalecimiento y la orientación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroalimentaria*. Bogotá, 1996.
- ARDILA, JORGE. *Transformación institucional de la investigación agropecuaria en América Latina*. Ilica, San José, 1997.
- ASHBY, ROSS. *Introducción a la cibernética*. Editorial Nueva Visión, Buenos Aires, 1976.
- BALCÁZAR, ALVARO. (1992), "Transferencia de tecnología", en *Coyuntura Agropecuaria*, Vol. 9, No. 4, 1992.
- BERNAL, FERNANDO; DELGADO, CARLOS; COMBARIZA, MARTA. *Las reformas sectoriales y el desempeño del gobierno local, las Umatas y los productores rurales*. Ilica, Bogotá, 1996.
- CORPOICA. *Bases para el plan de mediano plazo. Agenda agregada de investigación y transferencia de tecnología*. Bogotá, 1996.
- DURAND, DANIEL. *La systématique*. Presses Universitaires de France, Paris, 1979.
- FOERSTER, HEINZ VON. 1990. "Ética y cibernética de segundo orden", en *Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural # 31*, Bogotá, 1994.
- FOERSTER, HEINZ VON. "La administración de sistemas autoorganizados" en *Cuadernos de Economía # 26*, Bogotá, 1997.
- HAYDEN, GREGORY. "Social fabric matrix: from perspective to analytical tool", en *Journal of Economic Issues*, Vol. XVI No. 3, Sep. 1982.
- HERTFORD, REED. *El sistema nacional de tecnología y servicios agropecuarios de Colombia: análisis y apoyo propuesto*. Washington, D.C., 1996.

- HICKERSON, STEVEN. "Planning for institutional change in a complex environment: an approach and application", en *Journal of Economic Issues*, Vol. XVII No. 3, Sep. 1983.
- KALECKI, MICHAEL. *Estudio sobre la teoría de los ciclos económicos*. Editorial Ariel, Barcelona, 1970.
- KLIR, GEORGE. "Prólogo", en Bertalanffy, L. von. *Tendencias de la Teoría General de Sistemas*. Alianza Editorial, Madrid, 1978.
- MOCKUS, ANTANAS, Y OTROS. "La relación pedagógica en la Universidad" en *Encuentro de profesores de la Universidad Nacional de Colombia 1981*.
- PADILLA, HUGO. "Las revoluciones conceptuales en tecnología", UNAM, México D.F., 1995.
- REYNOLS, LARRY. "The regulatory matrix: and rigidity in the economic system", en *Journal of Economic Issues*, Vol. XVIII No. 2, June 1984.
- RADZICKI, MICHAEL. "Institutional dynamics, deterministic chaos, and self-organizing systems" en *Journal of Economic Issues*, Vol. XXIV No. 1, March 1990.
- SWANEY, JAMES AND OLSON, PAULETTE. "The economics of biodiversity: lives and lifestyles" en *Journal of Economic Issues*, Vol. XXVI No. 1, March 1992.
- UPIA. *Sistema Nacional de Innovación Tecnológica SINTA*. Bolivia, julio 1997.
- VALERO VICENTE A. Y LÓPEZ, ALFREDO MARTÍN. "La financiación de la innovación tecnológica en España". En Jesús Sebastián y Fernanda Suárez (editores), *Financiamiento sostenido para la investigación y el desarrollo tecnológico en Iberoamérica*, Ponencias, conclusiones y recomendaciones de la Conferencia Científica de la IV Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno, Cartagena de Indias, 1994.

VALDIVIEZO, PEDRO, Y PEÑUELA, JORGE. *Lineamientos generales para la elaboración del marco conceptual y operativo para la capacitación tecnológica en el Sintap*. Fao, TPC/COL/2252.

WIENER, NORBERT. *Inventar*. Tusquets Editores, Barcelona, 1995.

ZULETA , LUIS ALBERTO Y JARAMILLO, LINO. «*Hacia un sistema de financiamiento de la investigación y desarrollo tecnológico en el sector agropecuario colombiano*», Colciencias e Ilica, Bogotá, 1997.



## VIII. ANEXOS

### TÉCNICA GRÁFICA PARA REPRESENTACIÓN DE SISTEMAS

En esta sección se presenta una técnica gráfica para representar redes de autómatas para modelar sistemas. La idea básica es representar un subsistema mediante un autómata y este a su vez, como un rectángulo en el cual pueden simbolizarse las señales de entrada (insumos), los parámetros del sistema (controles) y los mecanismos (operadores), y adicionalmente, las señales de salida (productos). La metodología resultante es una adaptación de la bien conocida Técnicas de Análisis y Diseño estructurado de sistemas.

Sin embargo, antes de describir formalmente dicha metodología, vale la pena referirnos brevemente a la idea de Análisis y Diseño de Sistemas, por ser éste el punto de partida.

### ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS

El análisis y diseño de sistemas surge como consecuencia de la tendencia de los sistemas a la unidad y a la individualización, expuestas en una sección anterior, en específico se desprende el «*enfoque sistémico*» el cual es una metodología que emplea el concepto de sistema general para llegar a la aproximación de algún tipo de conocimiento. En esta metodología se presentan dos enfoques a saber:

#### (a) Análisis:

Etapa en la cual se hace un estudio detallado de cada uno de los elementos del sistema y su papel dentro de la estructura. Observe que este enfoque está estrechamente relacionado con la característica de diferenciación.

#### (b) Síntesis:

Es la composición o integración de un todo mediante la reunión de sus partes; en otras palabras, estudia sintéticamente todo el sistema. Es así como la fase de síntesis se asocia con la característica (i) de los sistemas.

Generalizando, el enfoque sistémico tiene en cuenta la totalidad formada por elementos y, simultáneamente, las partes integradas y sus relaciones para lograr el objetivo. La importancia de esta metodología radica en el hecho de permitir el acercamiento a determinada realidad con el propósito de estudiarla y modelarla para obtener una explicación lo más completa posible y poder orientar una serie de decisiones que afecten de una u otra forma la estructura del sistema objeto de estudio.

## **METODOLOGÍA GRÁFICA PARA REPRESENTACIÓN DE SISTEMAS COMPLEJOS**

El lenguaje gráfico que se presenta a continuación es una adaptación de las técnicas de Análisis y Diseño Estructurado *SADT* que, como su nombre lo indica, es una herramienta que puede ser usada en el desarrollo de las fases de análisis y diseño general de un sistema. D. T. Ross y colegas desarrollaron el *SADT* en Softech, Inc. Hacia 1977.

La metodología está formado por un lenguaje gráfico y un conjunto de métodos y guías de administración para utilizar el lenguaje. El lenguaje *SADT* se conoce como lenguaje de análisis estructurado (SA).

Un método *SADT* está formado por un conjunto ordenado de diagramas SA. Cada diagrama se dibuja en una página y debe contener de tres a seis nodos, más los arcos que los conectan.

Dos tipos básicos de diagramas SA son el diagrama de actividades (*Actigrama*) y el diagrama de datos (*Datagrama*).

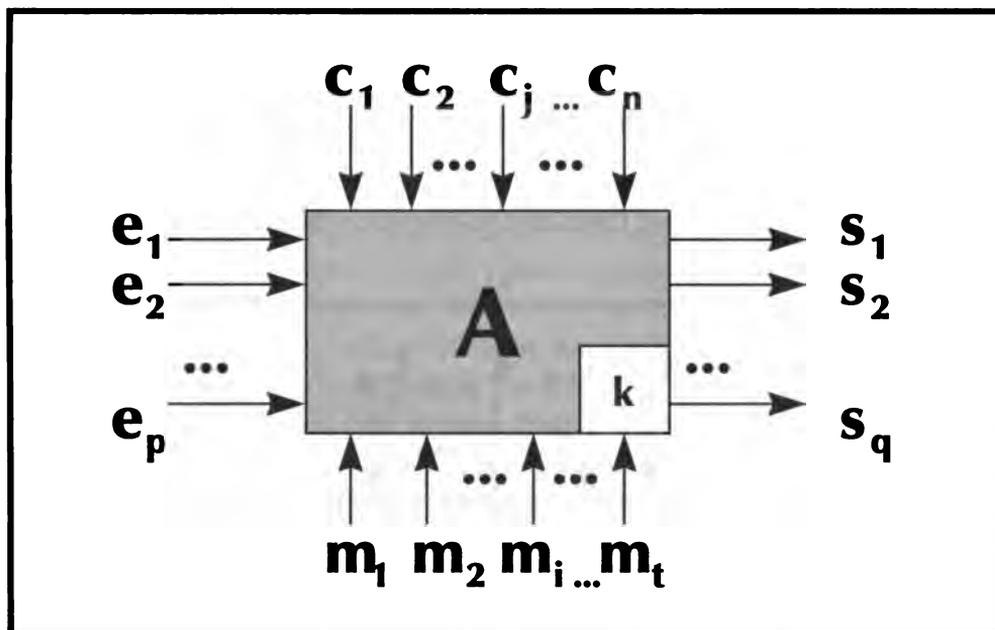
El diagrama de actividades (actigrama):

En un actigrama o diagrama de actividades, los nodos denotan actividades y los arcos especifican flujos de datos<sup>9/</sup> entre actividades. Los actigramas son entonces la versión SA de los diagramas de flujo de datos.

La figura 1 muestra el formato de los nodos del actigrama.

---

9/ En la práctica, más que datos, se considera información y/o conocimiento.



**FIGURA 1: DIAGRAMA DE ACTIVIDADES**

En un diagrama de actividades se tienen  $p$  entradas (o insumos),  $n$  controles (o parámetros),  $t$  mecanismos (o procesadores) y  $q$  salidas (o productos). La intensidad del color de la flecha representa la importancia relativa con respecto a las demás flechas (relaciones), así por ejemplo un azul oscuro denota una ponderación mayor que una de azul tenue. Similarmente, el estilo de la línea representa el carácter estocástico, difuso o determinístico de acuerdo si son punteadas, línea punto o continuas respectivamente. La temporalidad también está incluido en este lenguaje mediante el color negro para representar tiempo permanente mientras que el azul se interpreta como válida en un intervalo de tiempo.

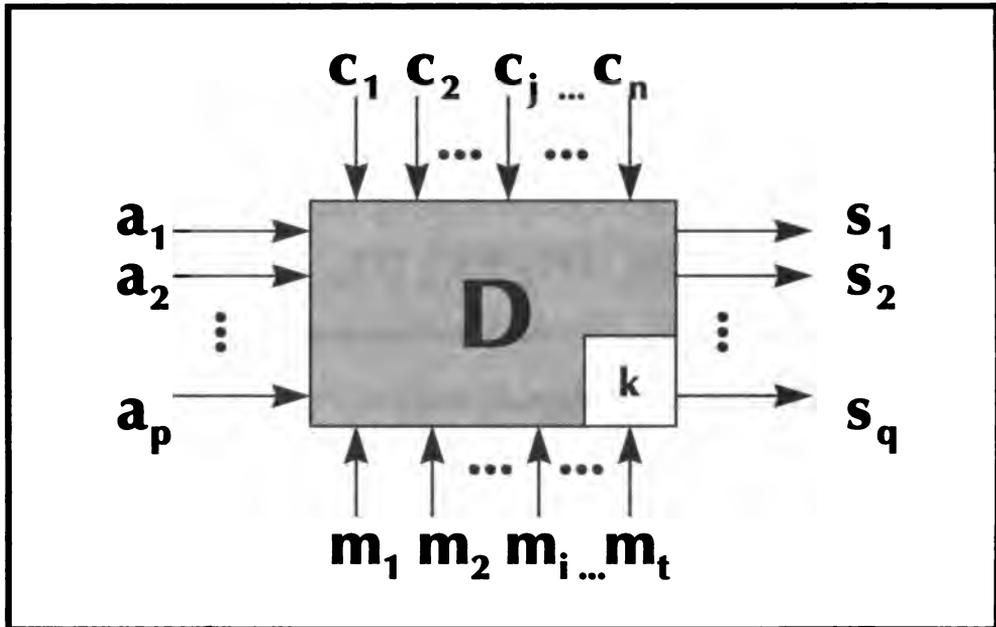
Los diagramas de datos (datagrama):

Los datagramas especifican datos en los nodos y actividades en los arcos. Por esta razón los diagramas de datos y de actividades son duales.

En la práctica los diagramas de actividades se utilizan con más frecuencia que los de datos; sin embargo, los de datos son importantes por lo menos por las siguientes dos razones:

- Para indicar todas las actividades afectadas por un dato
- Para verificar la integridad y consistencia de un modelo SADT mediante la construcción de diagramas de datos a partir de un conjunto de diagramas de actividades.

La figura 2 muestra el formato característico de un nodo de diagrama de datos.



**FIGURA 2: DIAGRAMA DE DATOS**

Las convenciones son básicamente las mismas que las de los diagramas de actividades, sin embargo, en este caso se tiene que las entradas y salidas son actividades mientras que los rectángulos denotan los datos o información.

Es importante notar de las figuras 1 y 2 que a un nodo se pueden conectar cuatro tipos distintos de arcos. Los arcos que entran por el lado izquierdo del nodo son entradas, es decir, insumos que serán procesados dentro de la actividad, y los arcos que salen al lado derecho son las salidas o resultados del procesamiento interno de la información de entrada. Los arcos que entran por la parte superior son de control, específicamente son

los parámetros o información constante que no se modifica dentro de la actividad pero que son necesarios para su funcionamiento y, finalmente, los que entran por la parte inferior especifican mecanismos o procesadores que llevan a cabo la actividad.

Así mismo, las salidas proporcionan entrada y controles para otros nodos. Las salidas de algunos nodos son las salidas del sistema al ambiente externo. Cada salida debe conectarse a otro nodo o hacia el exterior. De la misma manera, las entradas y controles deben venir de otros nodos o del exterior. Las entradas, controles y salidas pueden estar conectadas a nodos en otras páginas en un conjunto de diagramas. Las líneas que conectan otros diagramas se indican por el número que indican diagrama y línea.

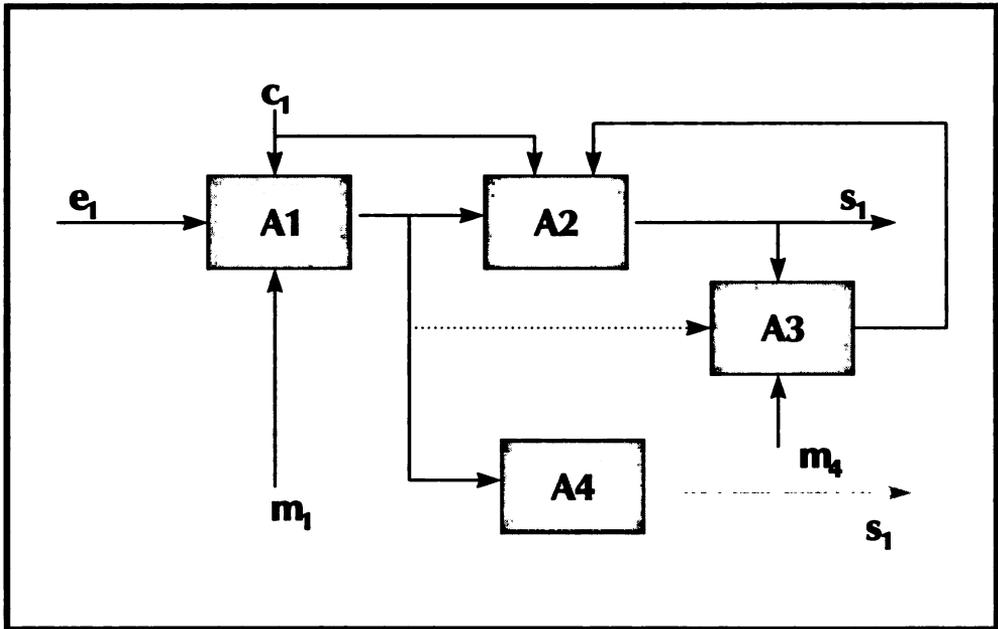
En un diagrama de actividades las entradas y las salidas son flujos de información, los mecanismos son procesadores (mecánicos o humanos). Los controles son datos utilizados pero no se modifican en la actividad. En un diagrama de datos la entrada es la actividad que crea y la salida es la actividad que lo emplea. Los mecanismos en los diagramas de datos son los dispositivos utilizados para almacenar las representaciones de los datos. El control en los datagramas controlan las condiciones bajo las cuales el nodo será activado.

Tanto en los actigramas como en los datagramas los controles provienen del medio externo o son salidas de otros nodos.

## **CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES EN LOS DATAGRAMAS:**

Observando la figura 3,  $e_1$  es la entrada externa al diagrama y  $C_1$  es un control externo, la salida de la actividad A1 es una entrada para las actividades A2, A3, A4. Las actividades A2 y A4 pueden llevarse a cabo en paralelo, la salida A2 controla a la actividad A3, por lo cual debe esperar, la salida de la actividad A3 retroalimenta como control a A1, las salidas del diagrama son  $s_1$  y  $s_2$ . Los mecanismos se indican por  $m_1$  hasta  $m_4$ .

El diagrama es una visión amplia del nodo A1 el cual se muestra en la figura 3. Puede notarse que entrada, salida y control del nodo A1 son entrada, salida y control del diagrama amplio A1. Cada nodo es un diagrama SA se puede ampliar en otros diagramas, los cuales se titulan y numeran para indicar la relación jerárquica entre diagramas. Las entradas, salidas,

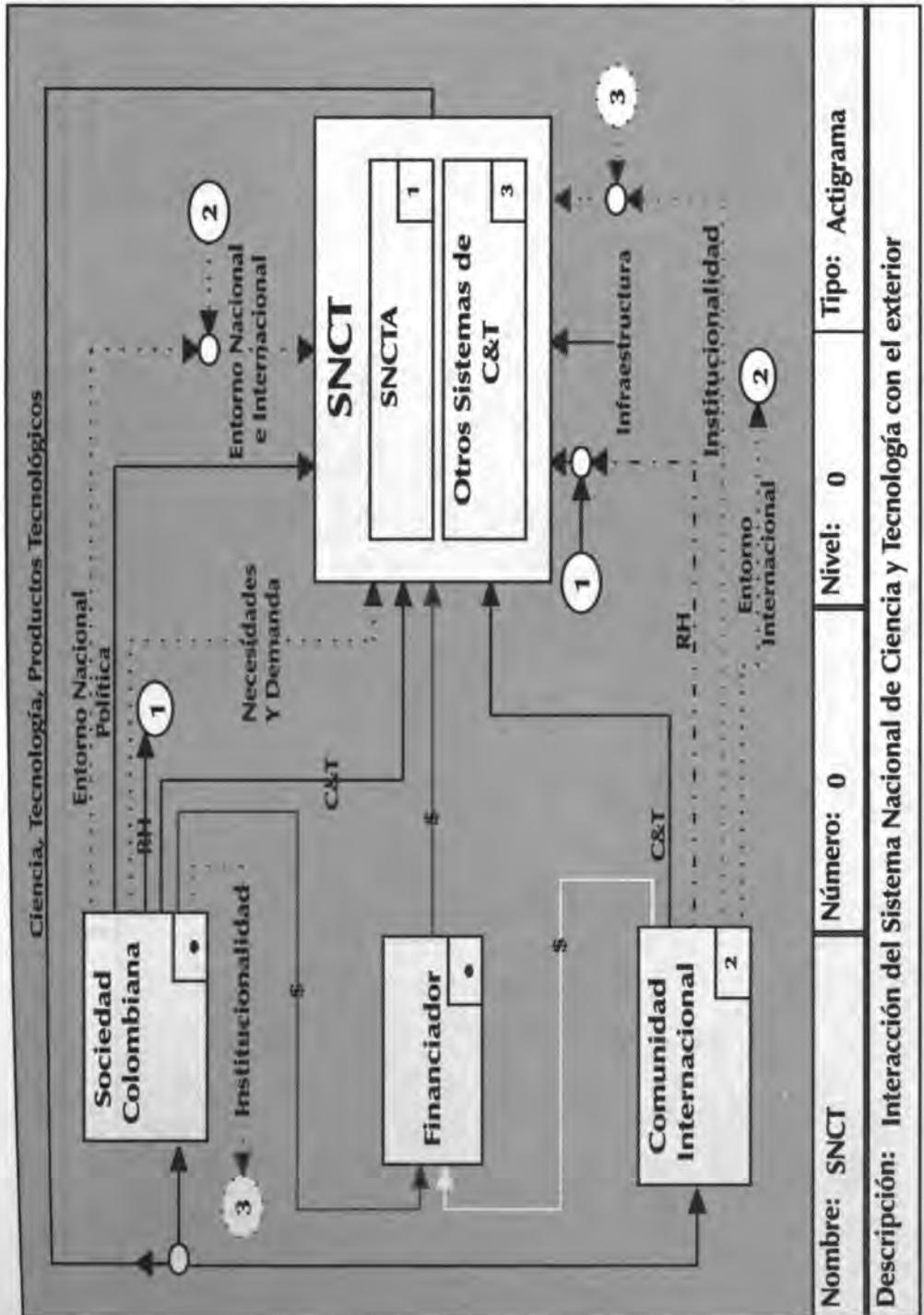


controles y mecanismos externos de un diagrama, el cual es la descomposición de un nodo de otro diagrama, están restringidos a las entradas, salidas, controles y mecanismos del nodo que está descomprimiendo. Además todos los arcos que inciden en el nodo del diagrama original deben aparecer en el diagrama ampliado.

Cada diagrama utilizado en un modelo SADT, debe tener un texto descriptivo; o ficha descriptiva. Para los diagramas de más alto nivel los textos descriptivos pueden ocupar dos o tres páginas, para los diagramas de menor nivel deben ocupar a lo más una página, lo anterior para lograr la óptima claridad de los diagramas.

La metodología SADT puede ser resumida como sigue:

El proyecto comienza con una descripción funcional del nivel más alto del sistema, que es un diagrama del contexto o un modelo de la actividad. Cuando el analista está satisfecho porque el modelo representa una visión exacta de los requerimientos del sistema, las cajas de la actividad del diagrama del contexto son descompuestas en varios niveles. Después de realizar todos los diagramas de actividad necesarios, el analista precede a realizar, a partir de estos, los diagramas de datos.



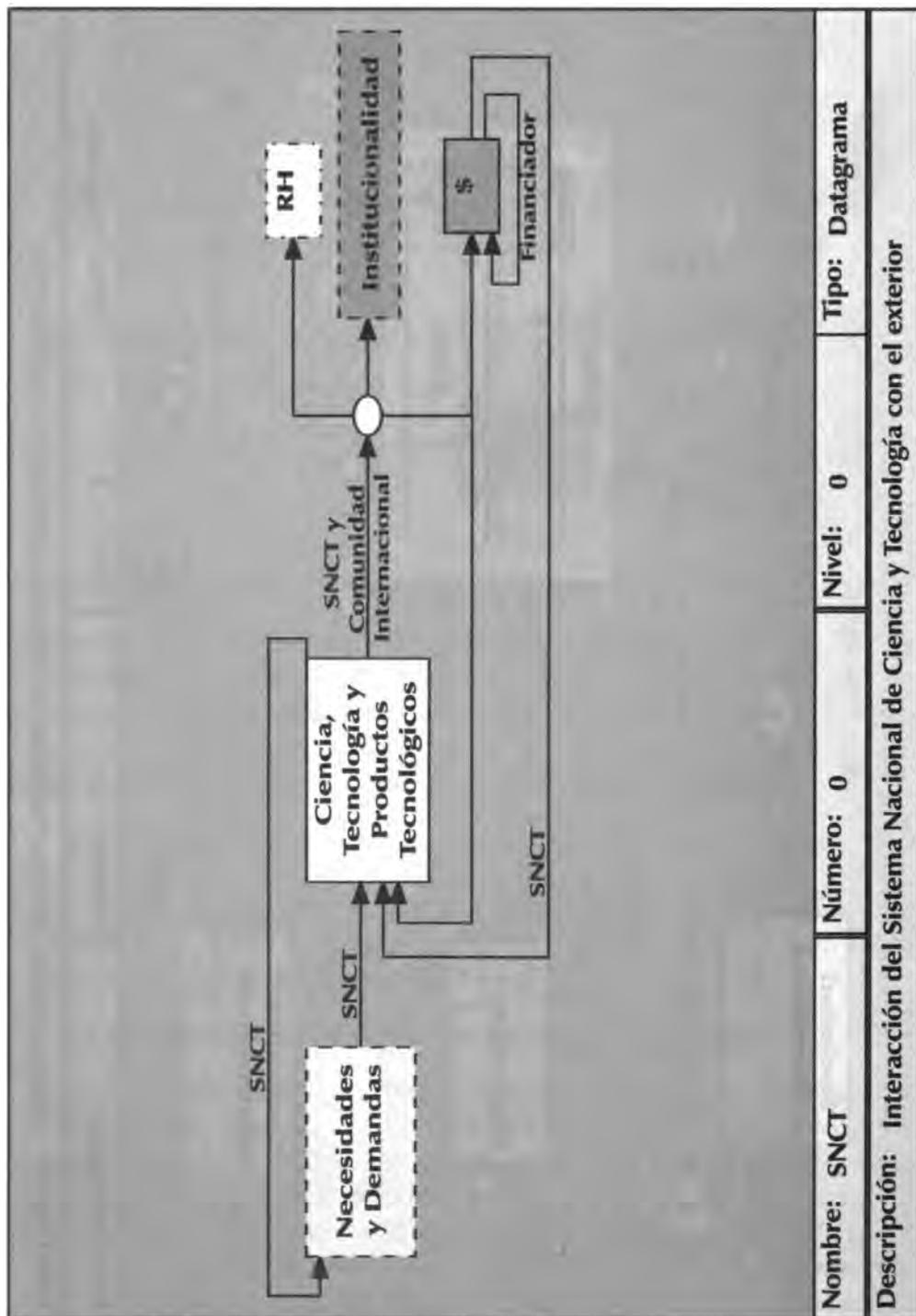
Nombre: SNCT

Número: 0

Nivel: 0

Tipo: Actograma

Descripción: Interacción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con el exterior



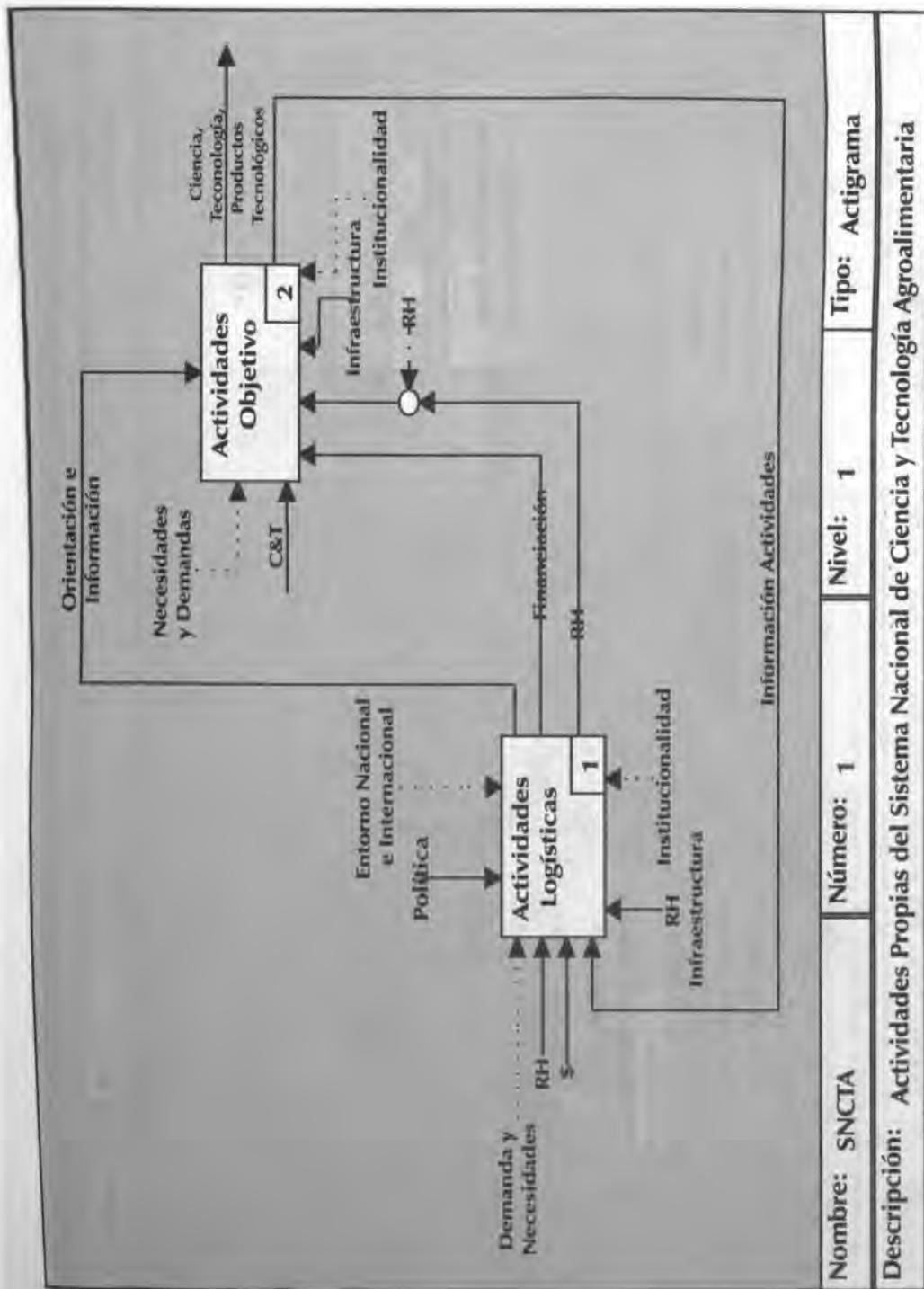
Nombre: SNCT

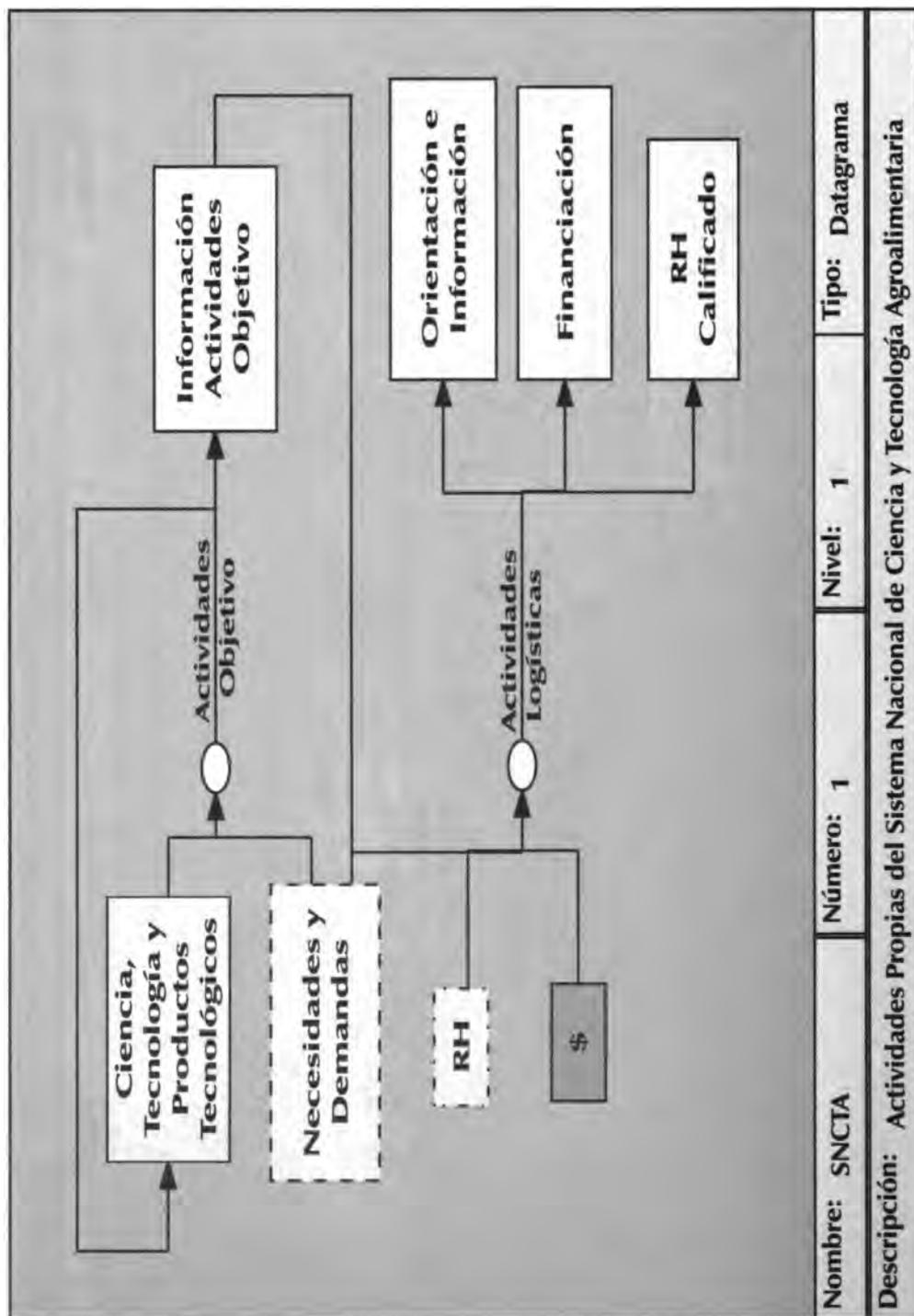
Número: 0

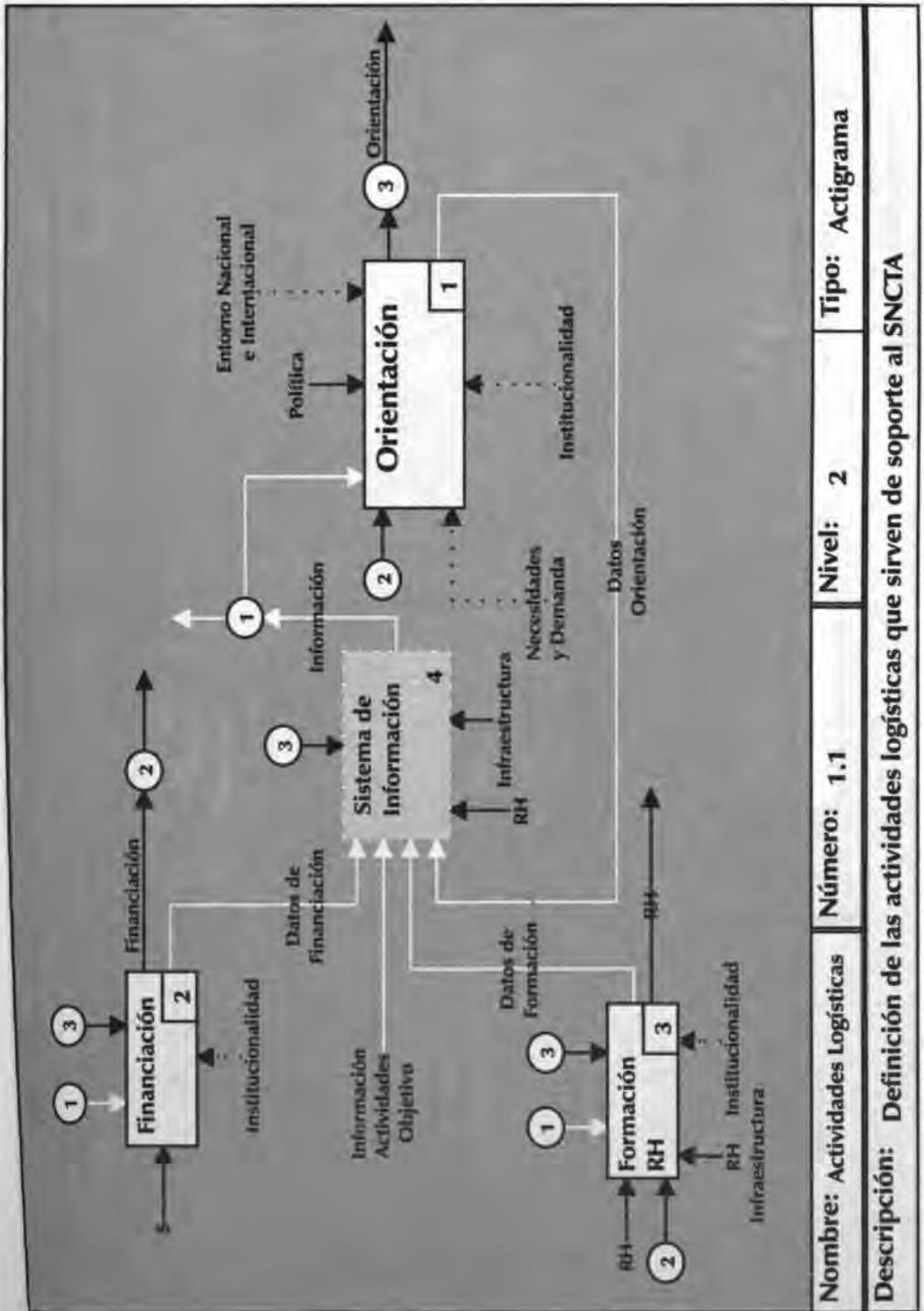
Nivel: 0

Tipo: Datagrama

Descripción: Interacción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con el exterior







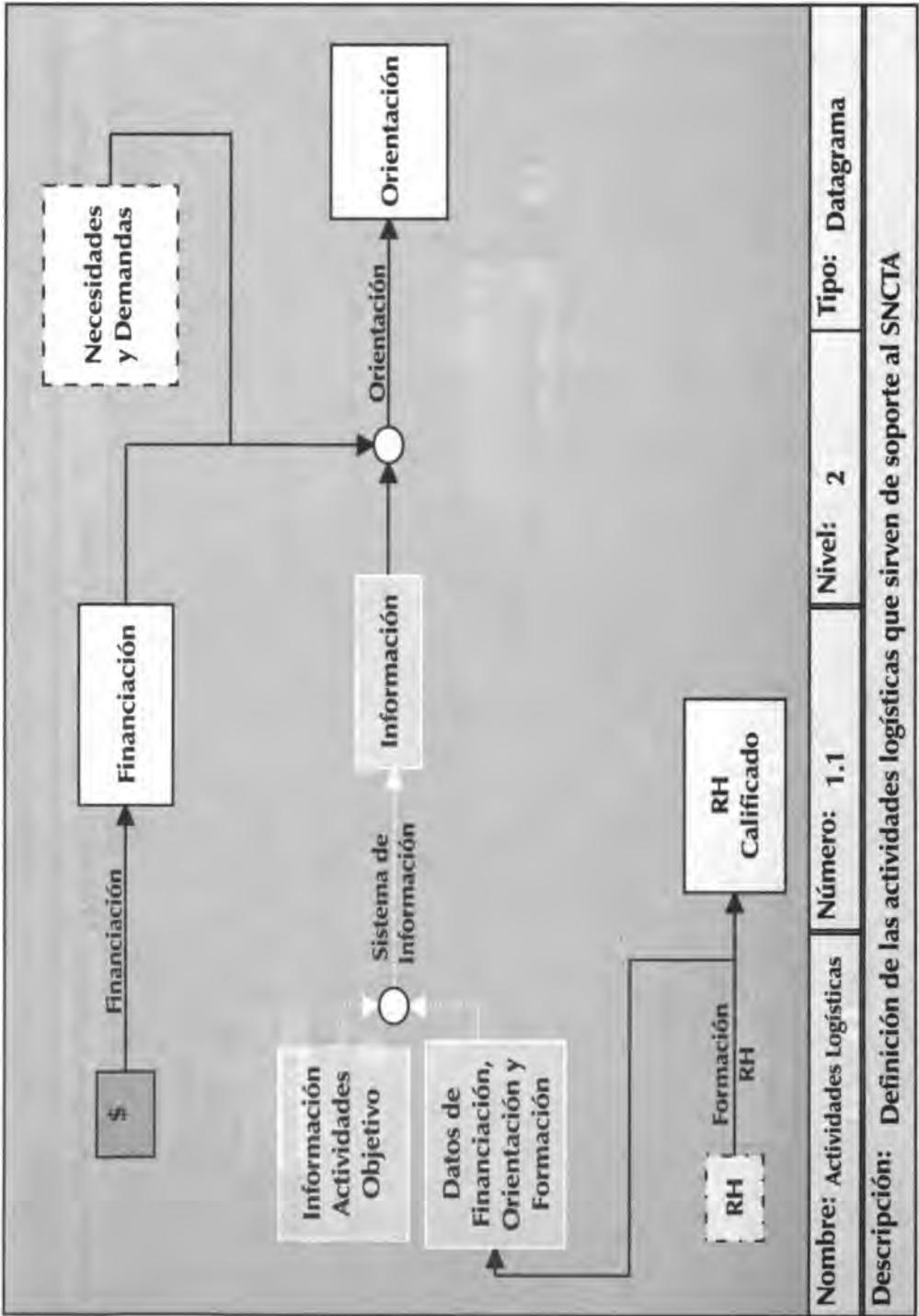
Nombre: Actividades Logísticas

Número: 1.1

Nivel: 2

Tipo: Actograma

Descripción: Definición de las actividades logísticas que sirven de soporte al SNCTA



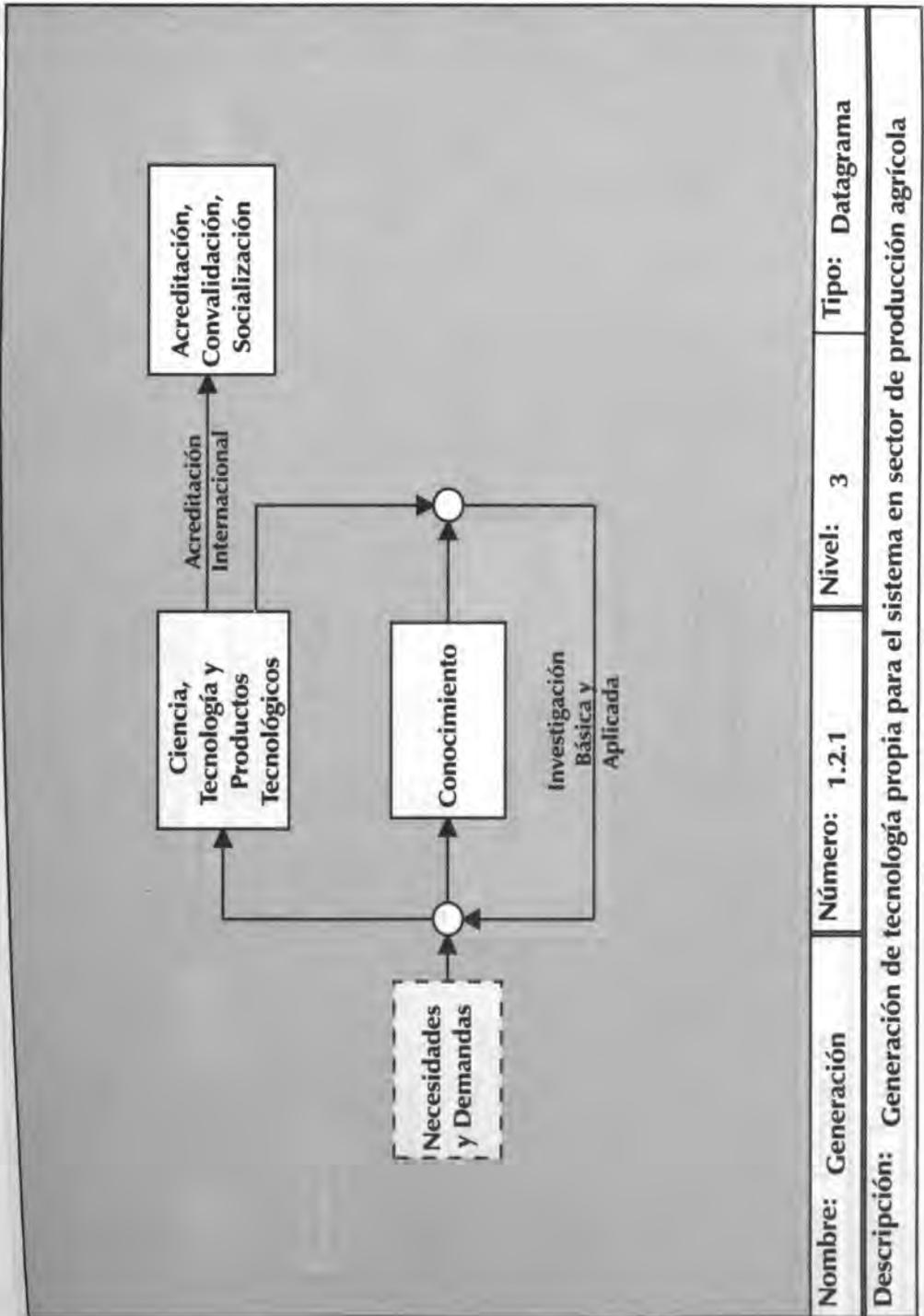
Tipo: Datagrama

Nivel: 2

Número: 1.1

Nombre: Actividades Logísticas

Descripción: Definición de las actividades logísticas que sirven de soporte al SNCTA



Nombre: Generación

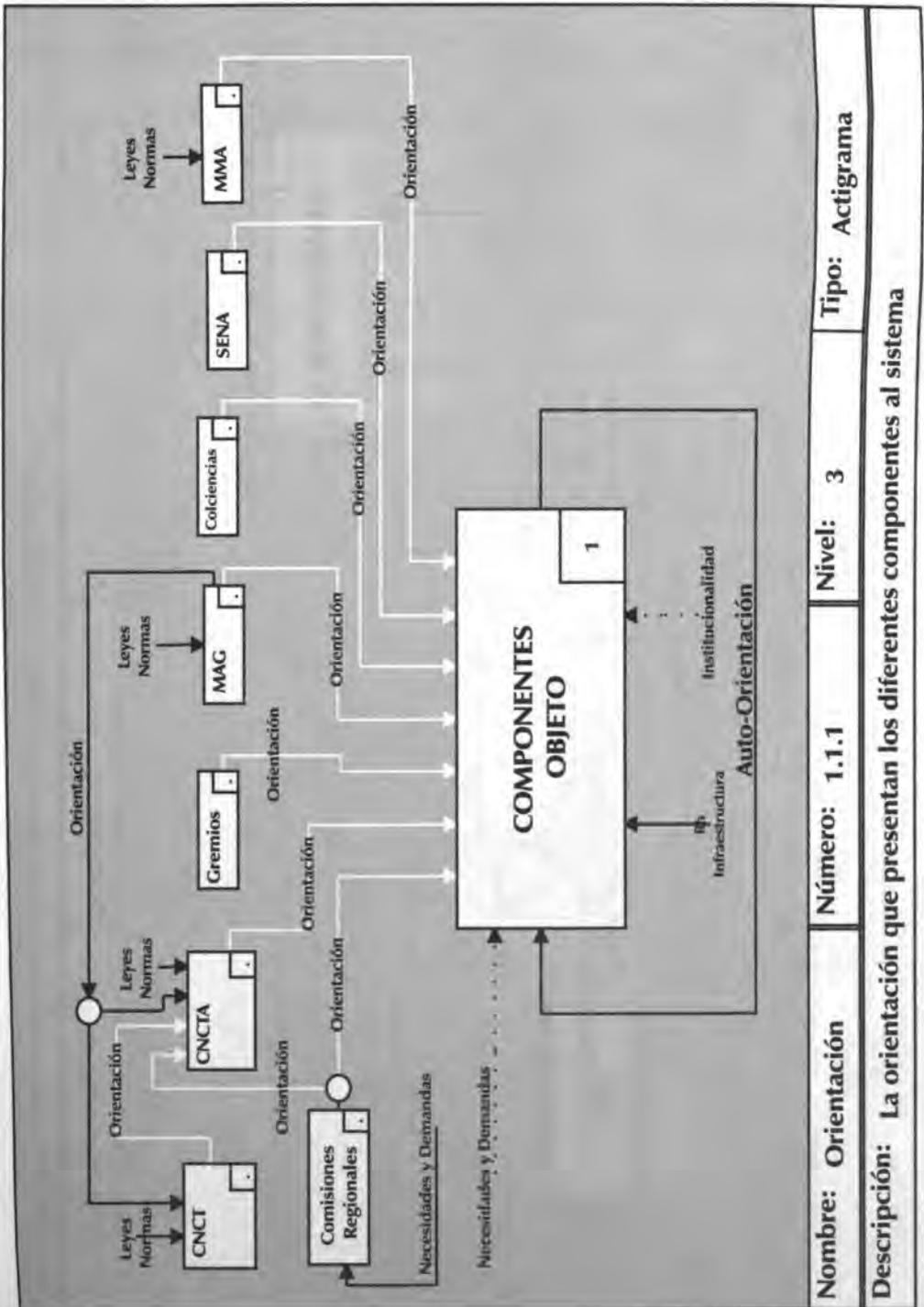
Número: 1.2.1

Nivel: 3

Tipo: Datagrama

Descripción: Generación de tecnología propia para el sistema en sector de producción agrícola





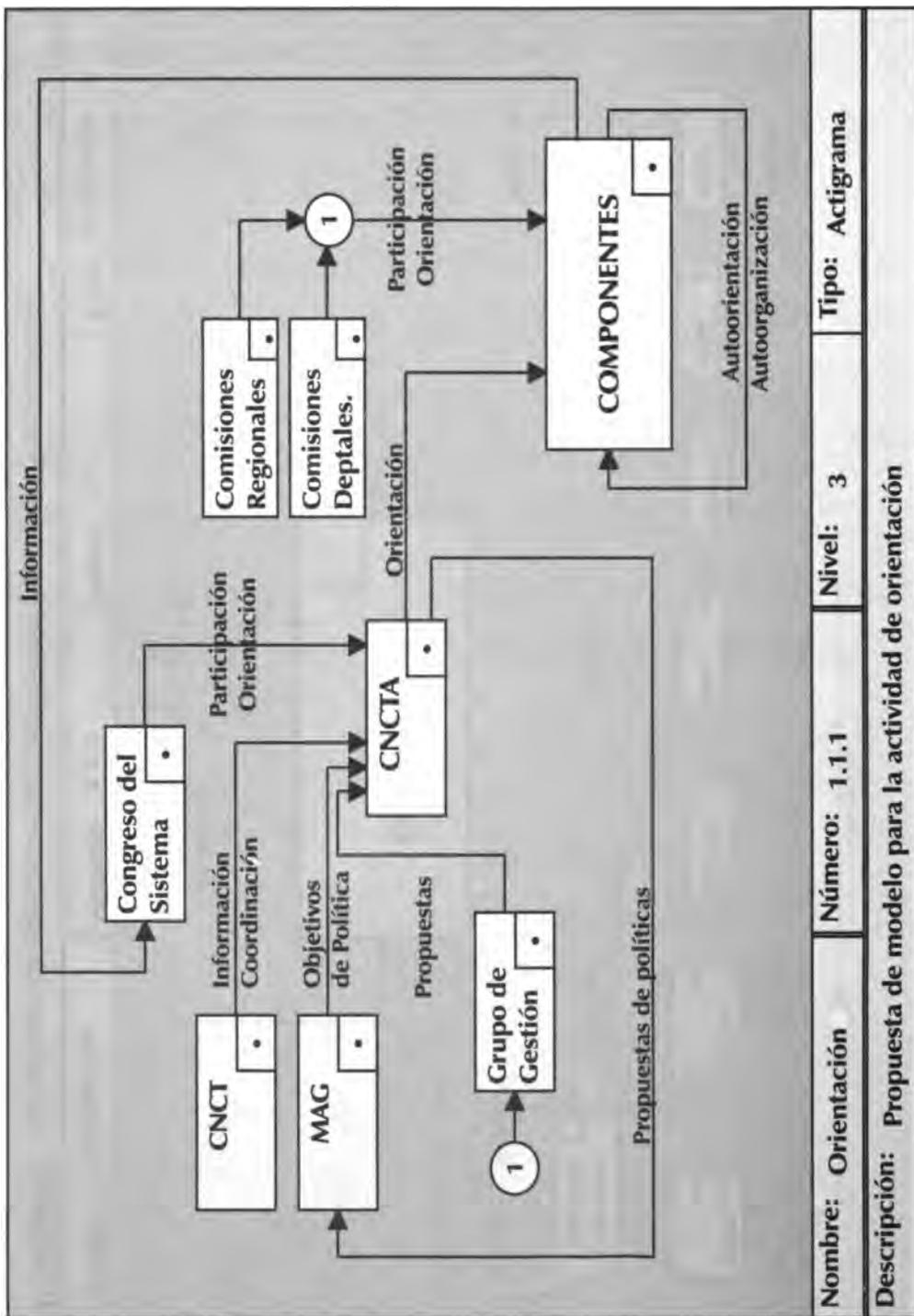
**Nombre:** Orientación

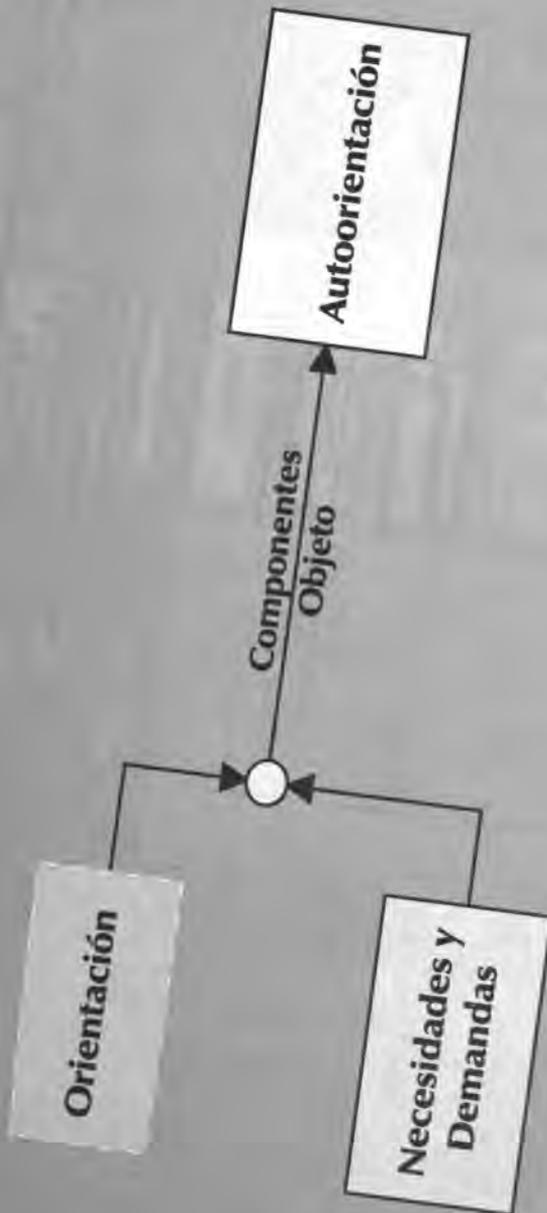
**Número:** 1.1.1

**Nivel:** 3

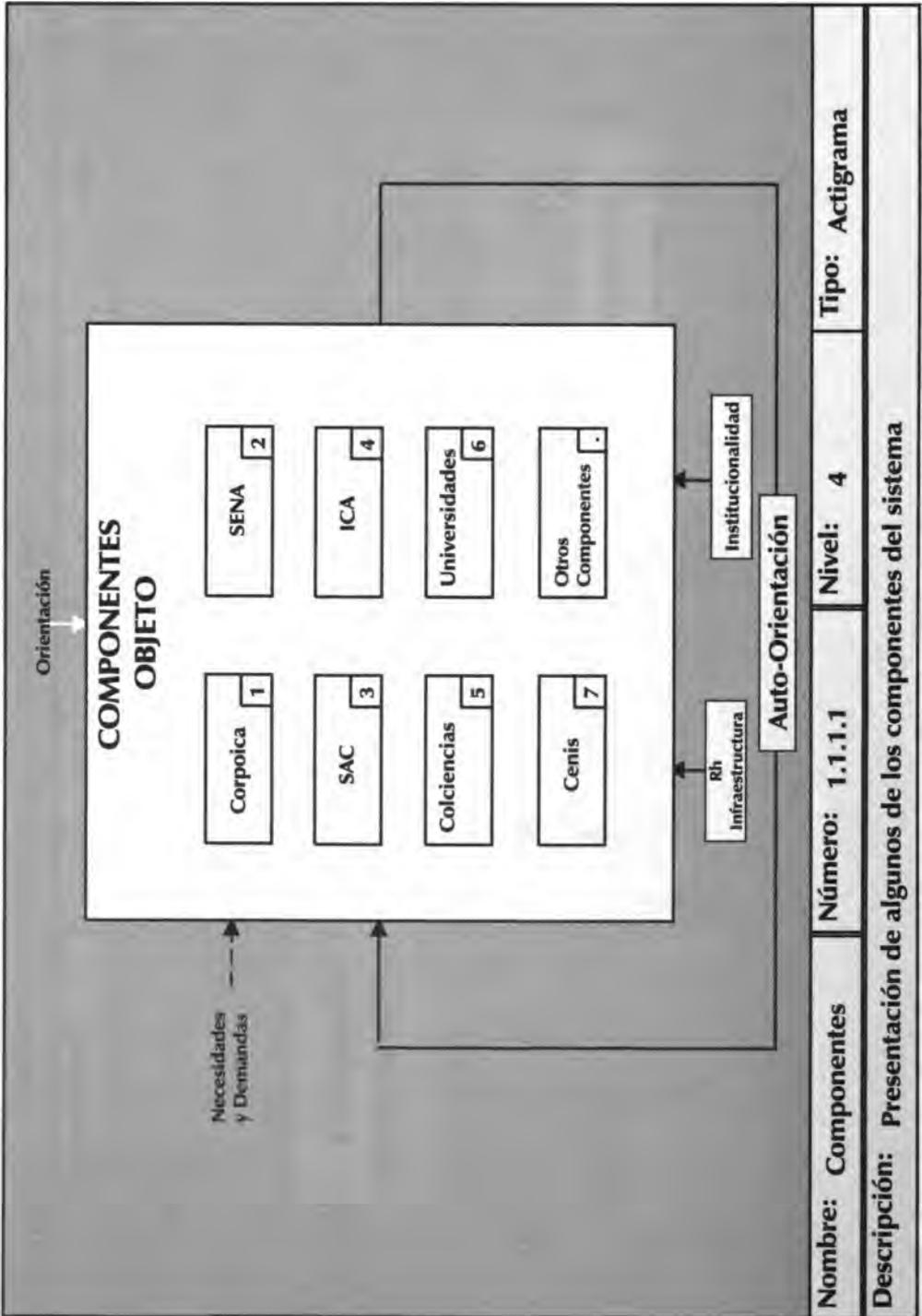
**Tipo:** Actograma

**Descripción:** La orientación que presentan los diferentes componentes al sistema

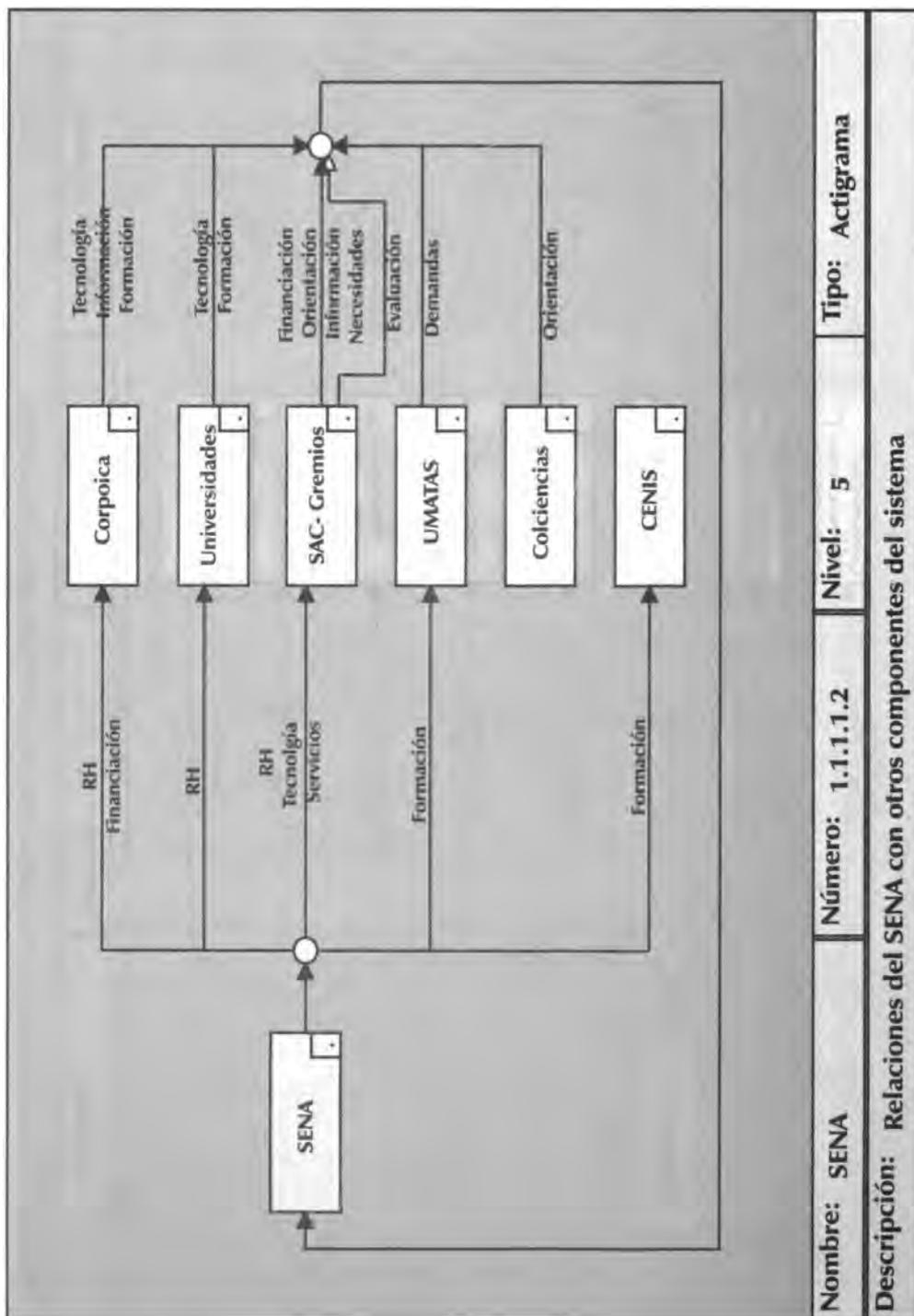




Nombre: Orientación	Número: 1.1.1	Nivel: 3	Tipo: Datagrama
Descripción: La orientación que presentan los diferentes componentes al sistema			







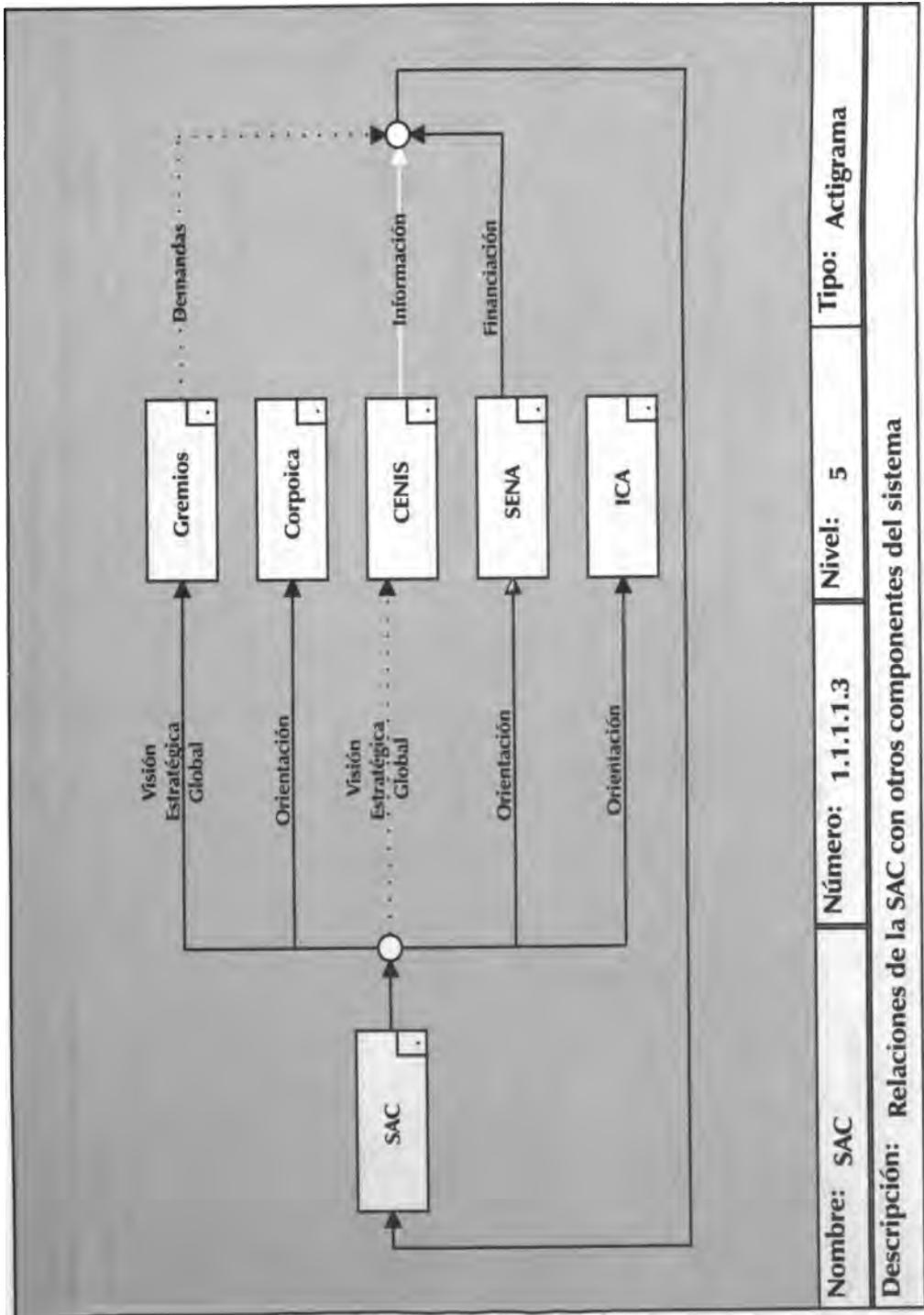
**Nombre:** SENA

**Número:** 1.1.1.1.2

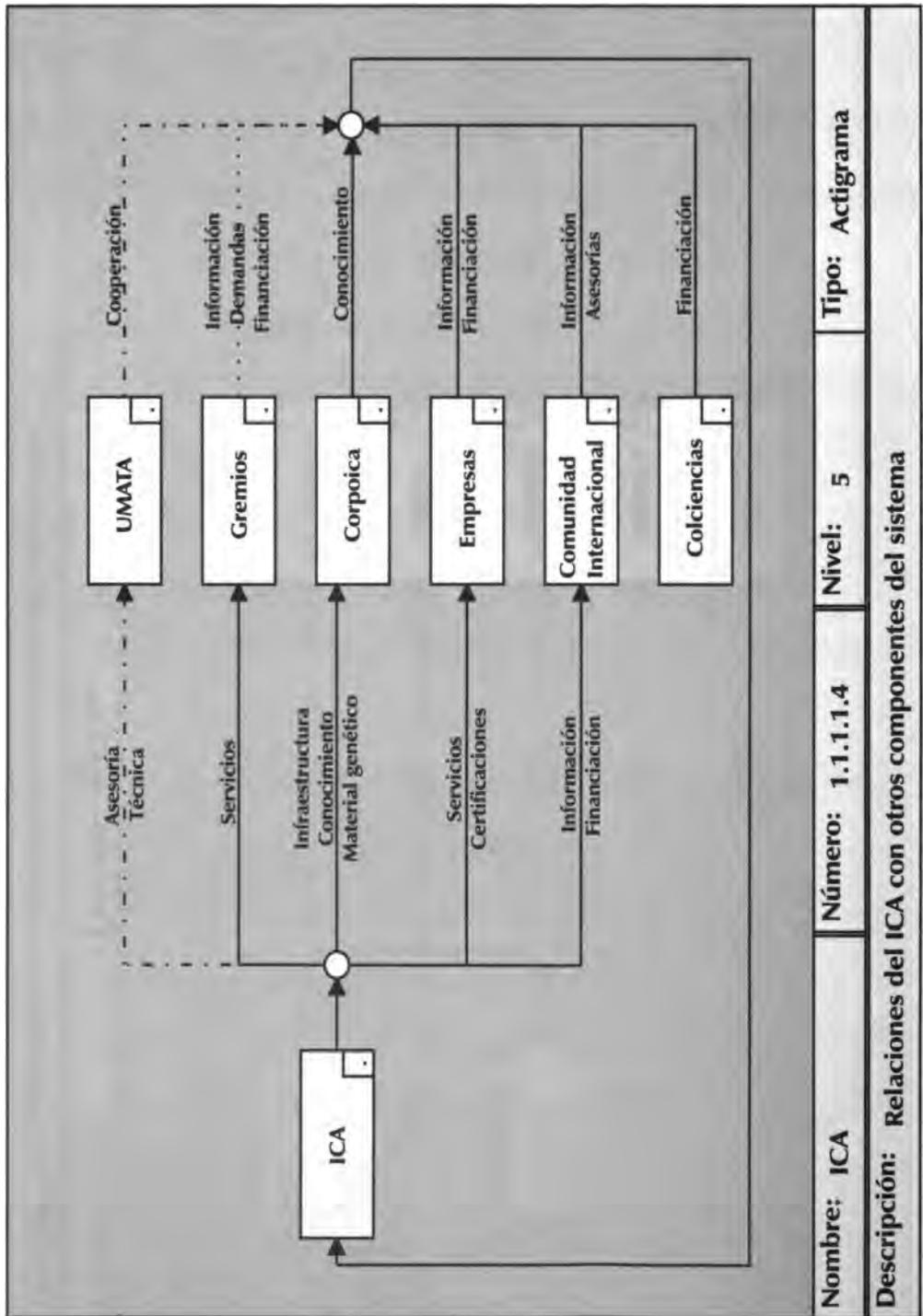
**Nivel:** 5

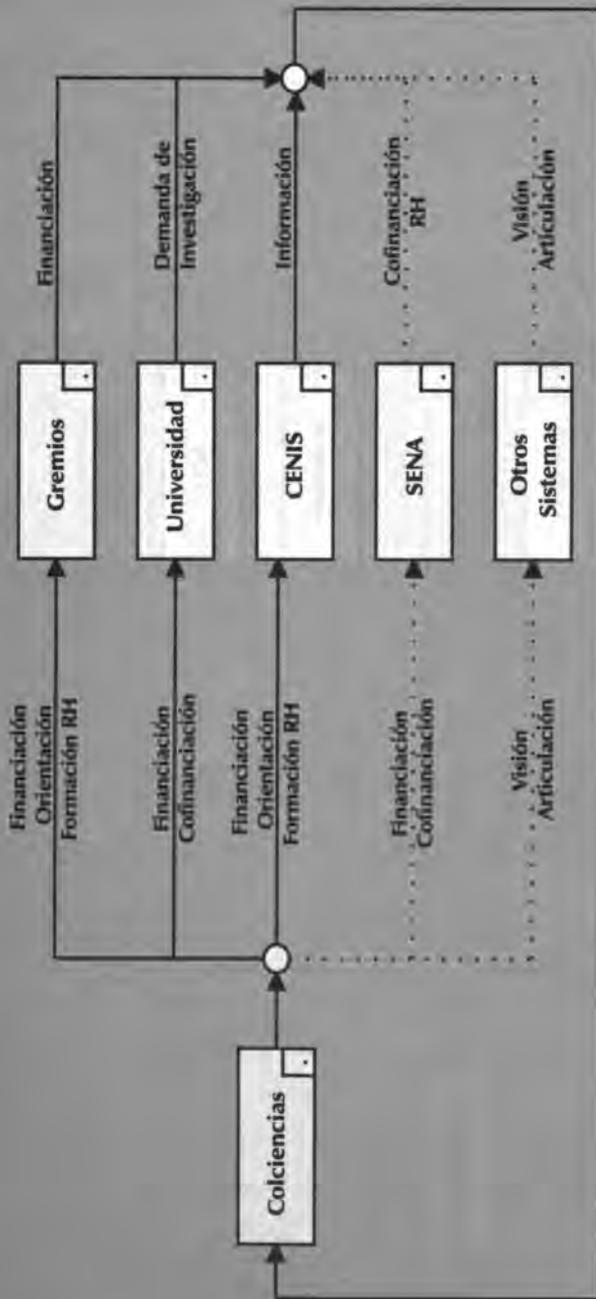
**Tipo:** Actograma

**Descripción:** Relaciones del SENA con otros componentes del sistema



<b>Nombre:</b> SAC	<b>Número:</b> 1.1.1.1.3	<b>Nivel:</b> 5	<b>Tipo:</b> Actograma
<b>Descripción:</b> Relaciones de la SAC con otros componentes del sistema			





**Nombre:** Colciencias

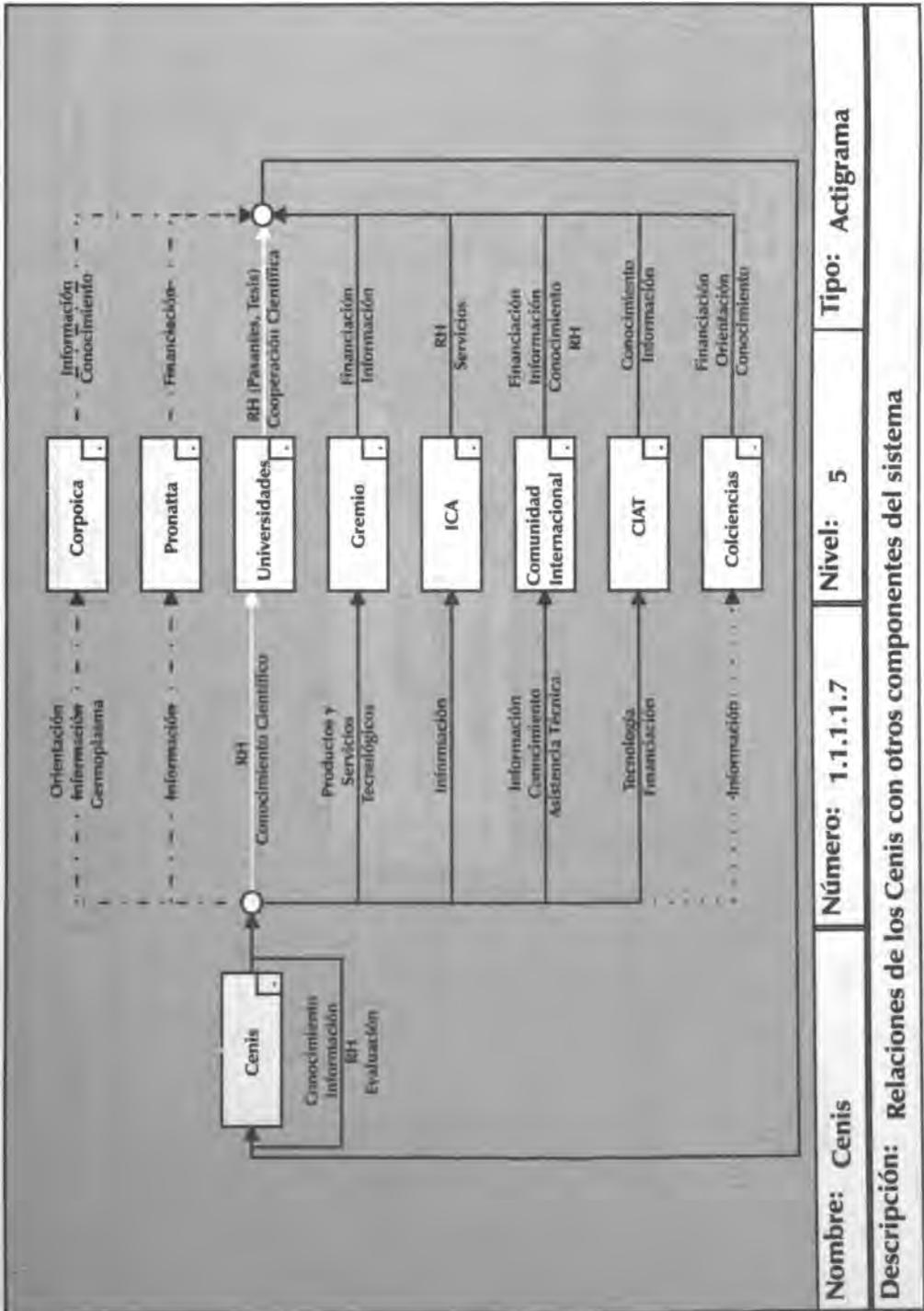
**Número:** 1.1.1.1.5

**Nivel:** 5

**Tipo:** Actograma

**Descripción:** Relaciones de Colciencias con otros componentes del sistema





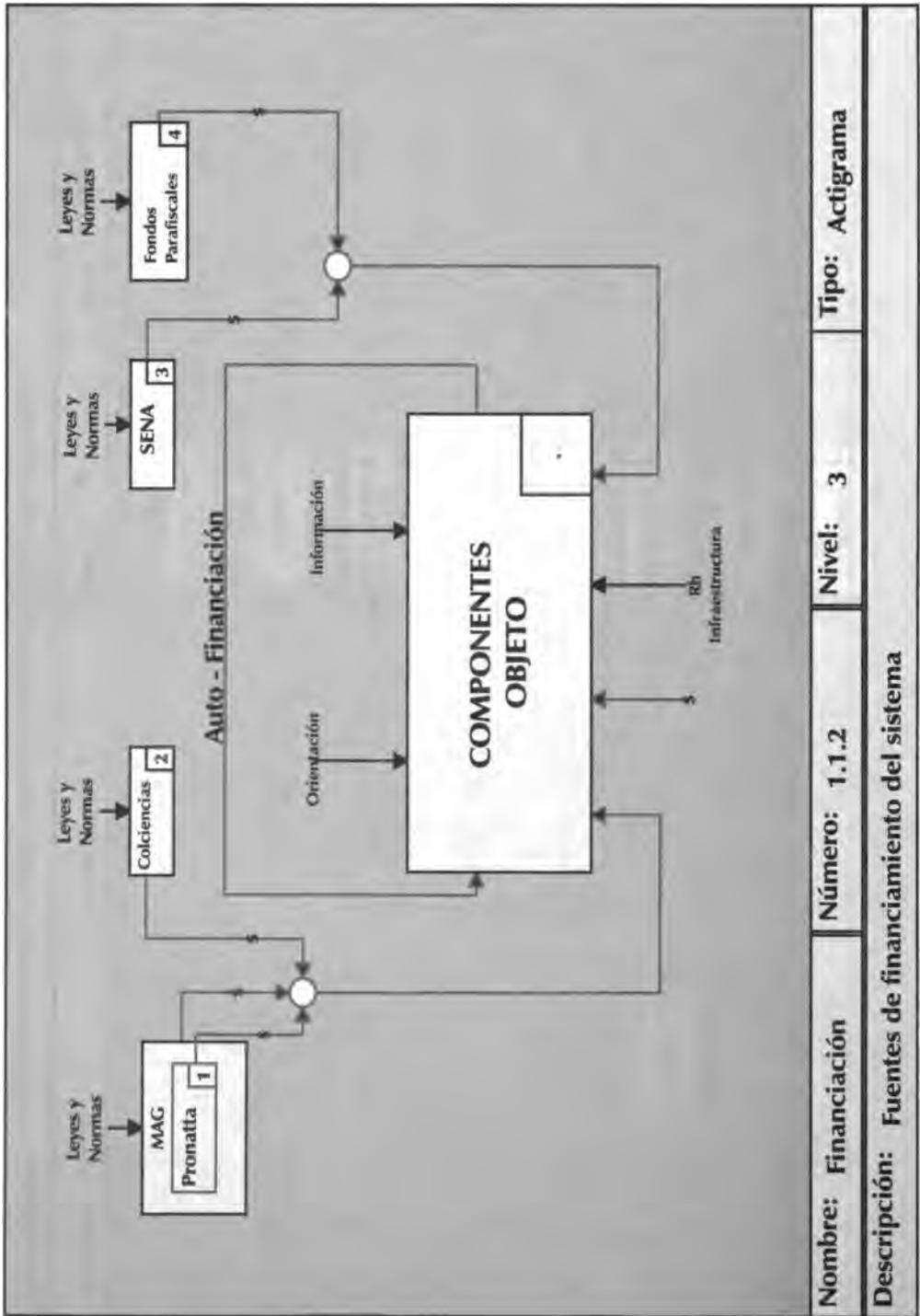
**Nombre:** Cenit

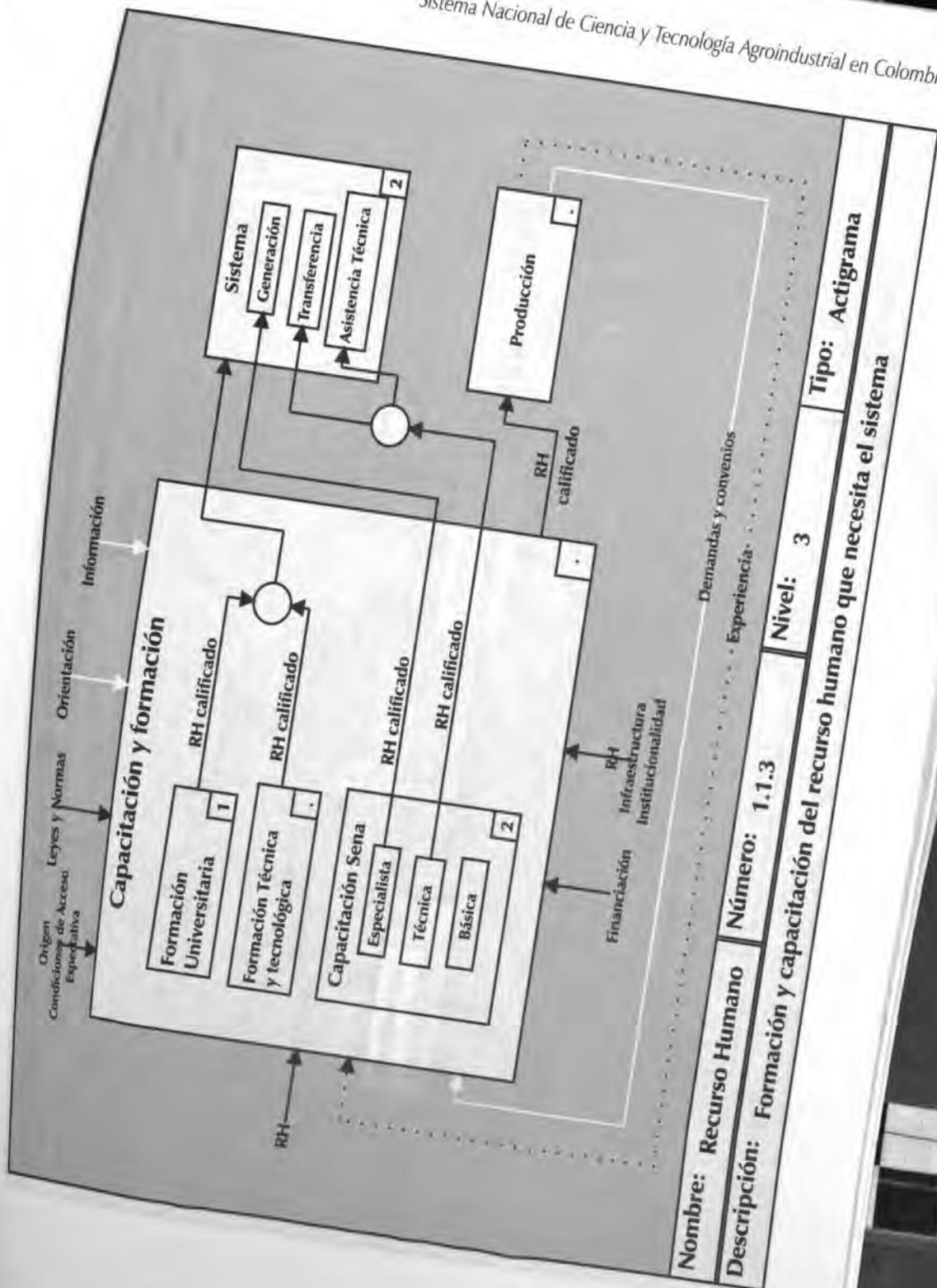
**Número:** 1.1.1.1.7

**Nivel:** 5

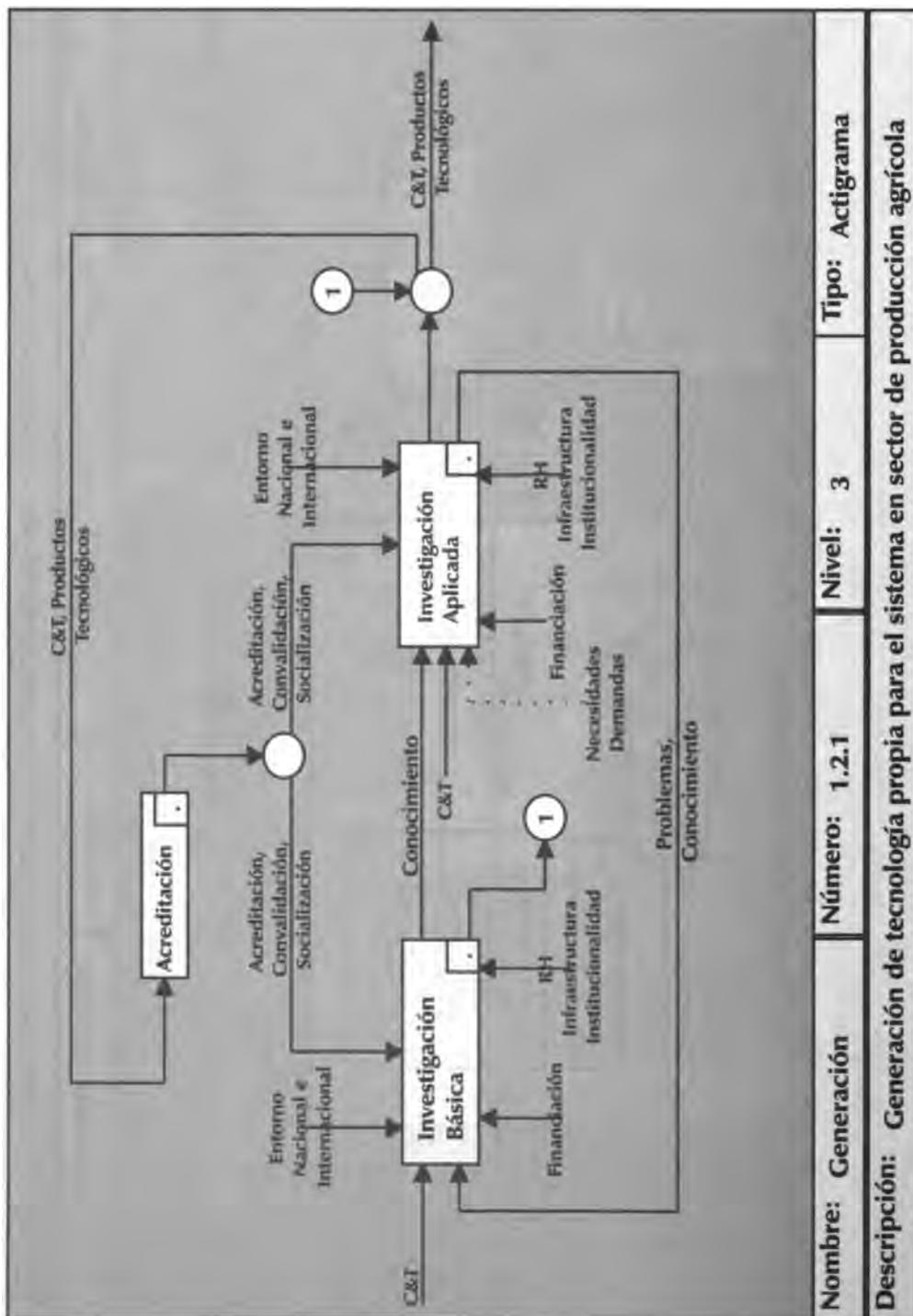
**Tipo:** Actograma

**Descripción:** Relaciones de los Cenit con otros componentes del sistema





<b>Nombre:</b> Recurso Humano	<b>Número:</b> 1.1.3	<b>Nivel:</b> 3	<b>Tipo:</b> Actograma
<b>Descripción:</b> Formación y capacitación del recurso humano que necesita el sistema			



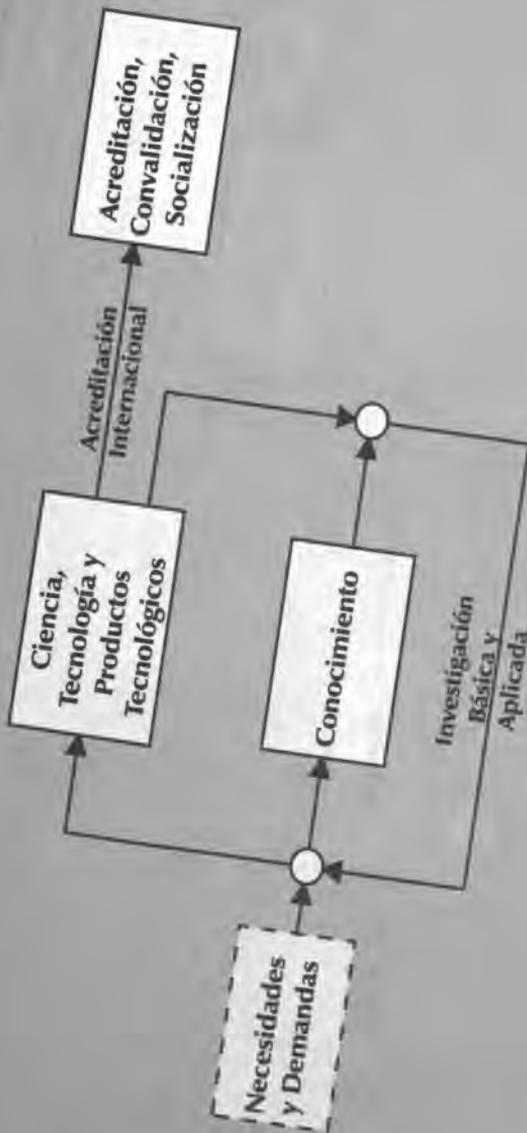
**Nombre:** Generación

**Número:** 1.2.1

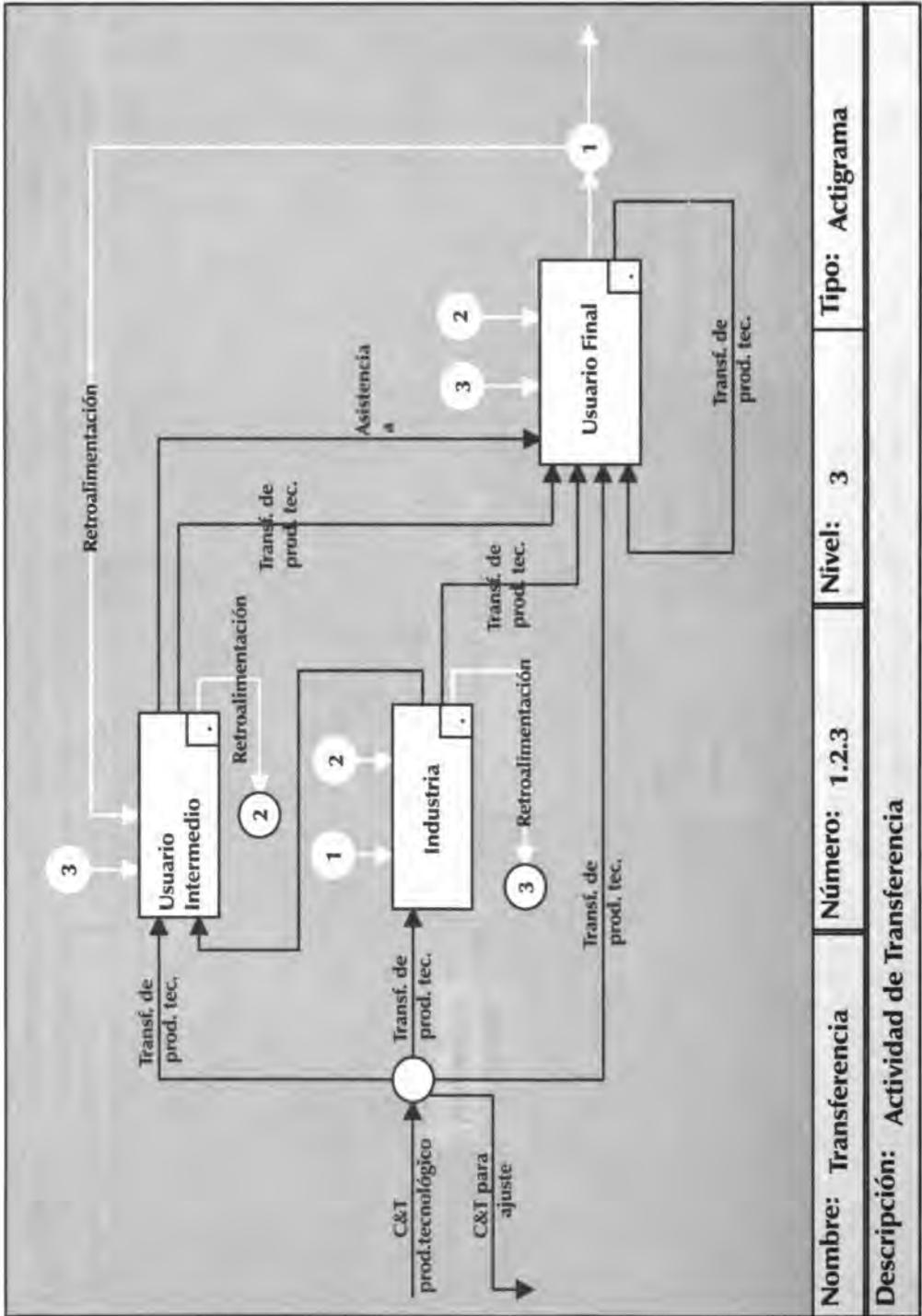
**Nivel:** 3

**Tipo:** Actograma

**Descripción:** Generación de tecnología propia para el sistema en sector de producción agrícola



<b>Nombre:</b> Generación	<b>Número:</b> 1.2.1	<b>Nivel:</b> 3	<b>Tipo:</b> Datagrama
<b>Descripción:</b> Generación de tecnología propia para el sistema en sector de producción agrícola			



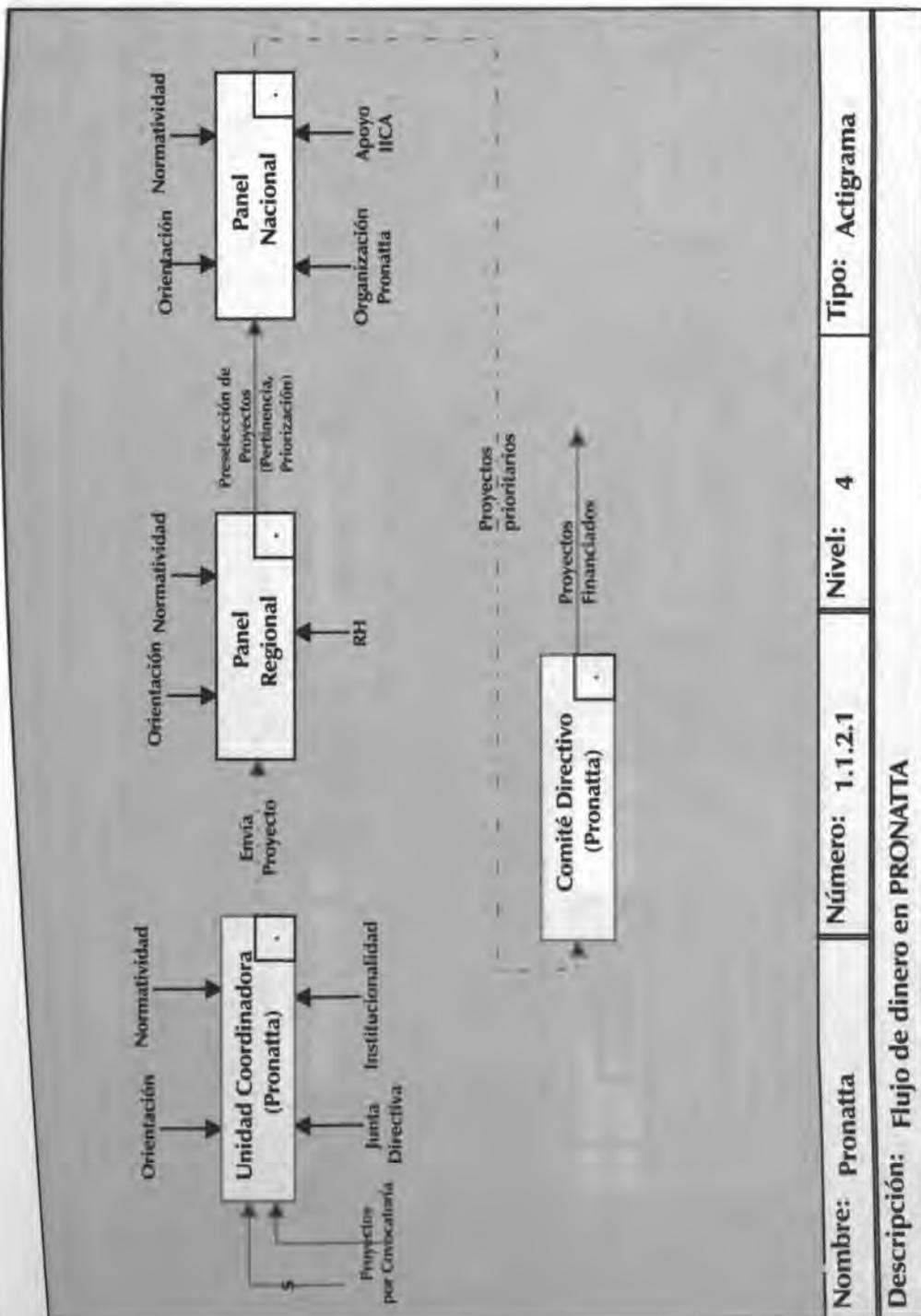
**Nombre:** Transferencia

**Número:** 1.2.3

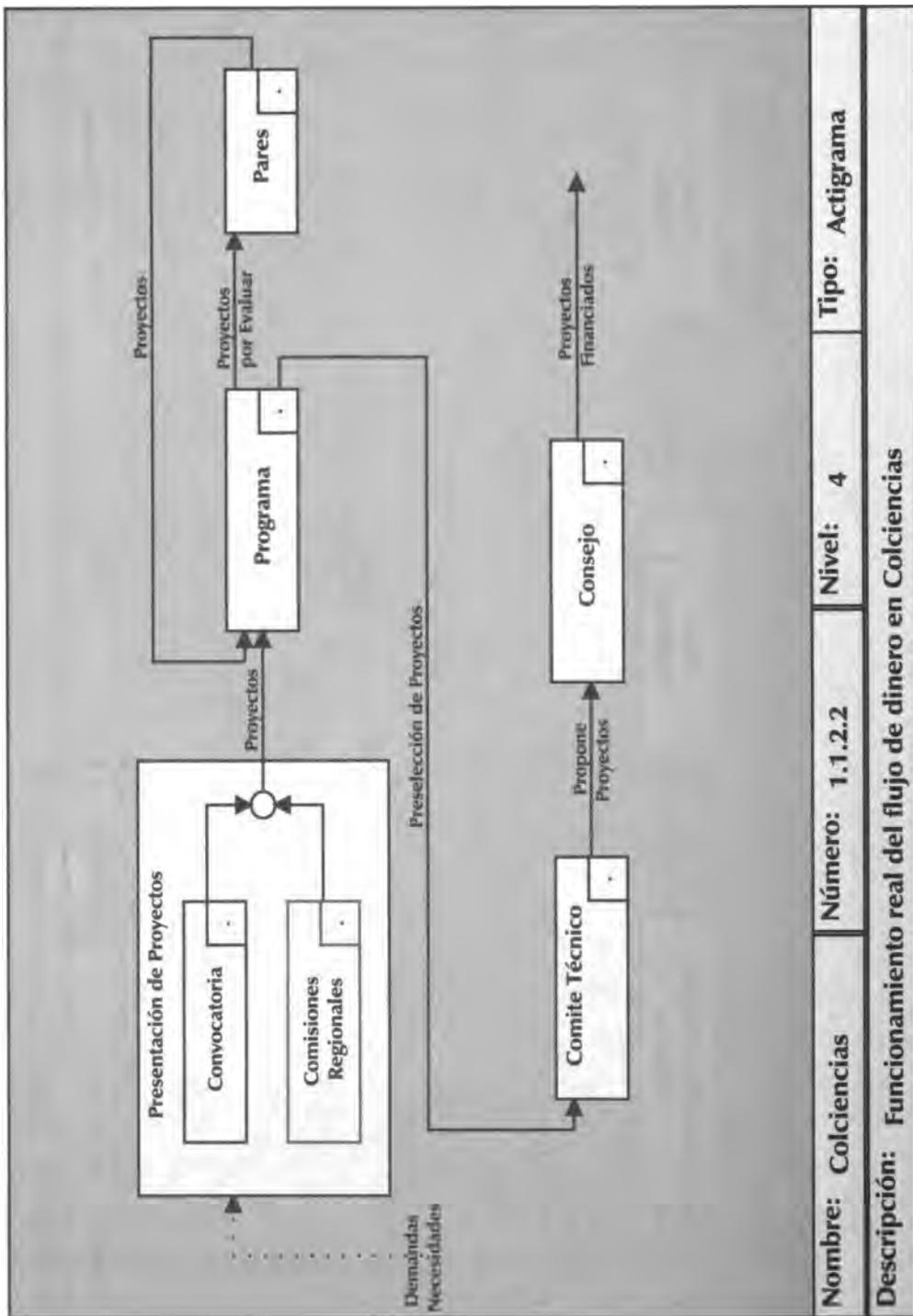
**Nivel:** 3

**Tipo:** Actograma

**Descripción:** Actividad de Transferencia

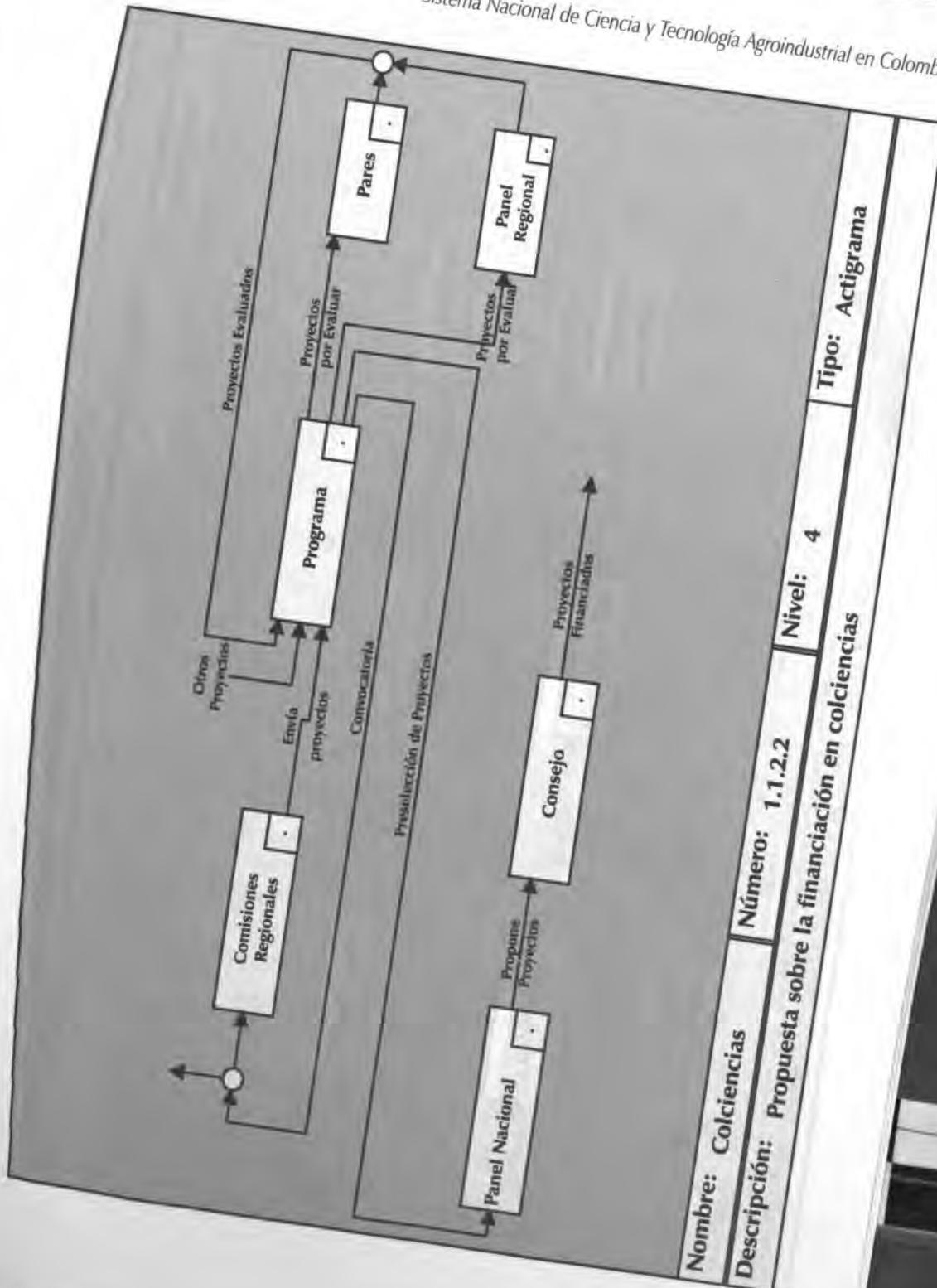


<b>Nombre:</b> Pronatta	<b>Número:</b> 1.1.2.1	<b>Nivel:</b> 4	<b>Tipo:</b> Actograma
<b>Descripción:</b> Flujo de dinero en PRONATTA			

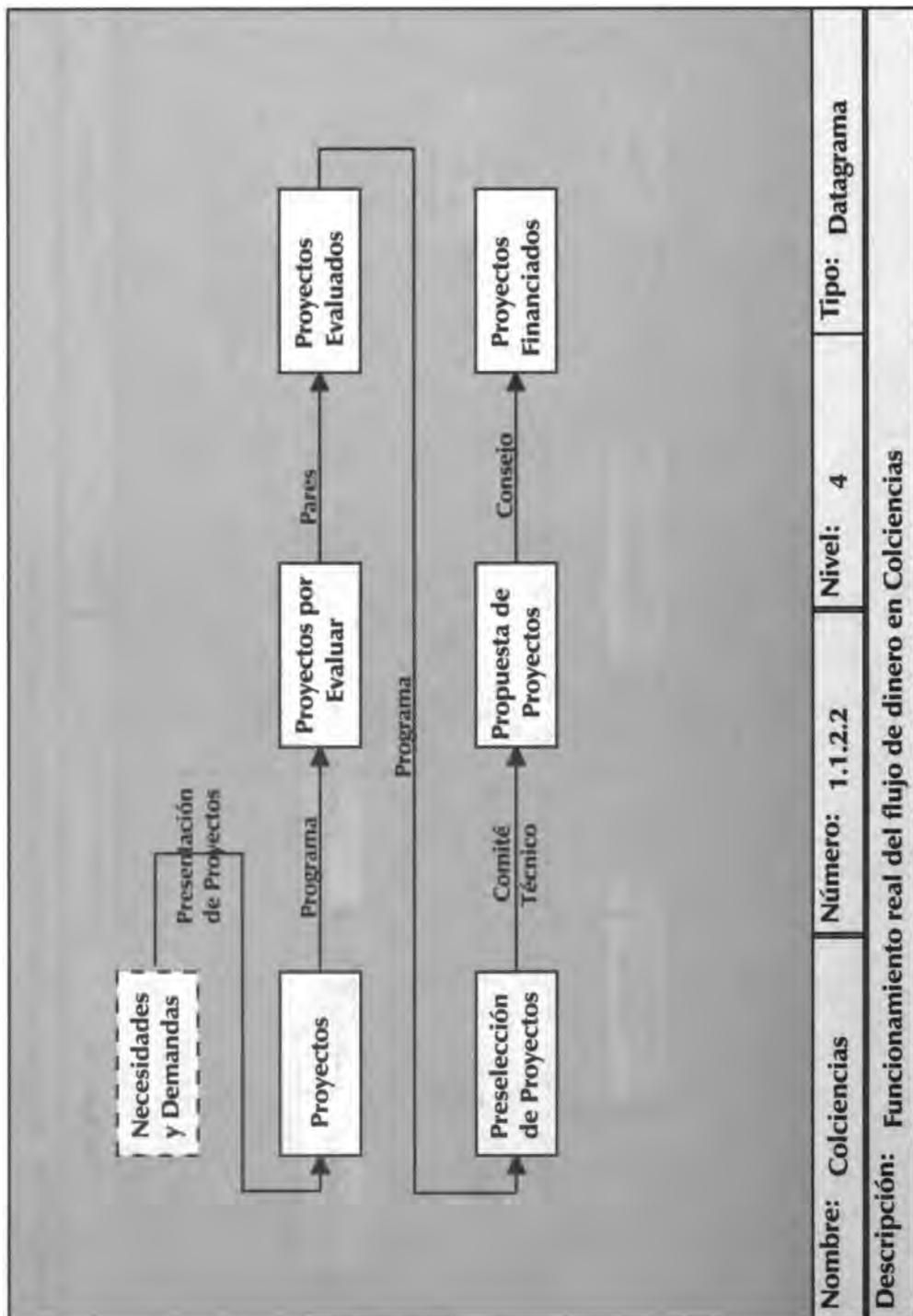


<b>Nombre:</b> Colciencias	<b>Número:</b> 1.1.2.2	<b>Nivel:</b> 4	<b>Tipo:</b> Actograma
----------------------------	------------------------	-----------------	------------------------

**Descripción:** Funcionamiento real del flujo de dinero en Colciencias



<b>Nombre:</b> Colciencias	<b>Número:</b> 1.1.2.2	<b>Nivel:</b> 4	<b>Tipo:</b> Actograma
<b>Descripción:</b> Propuesta sobre la financiación en colciencias			



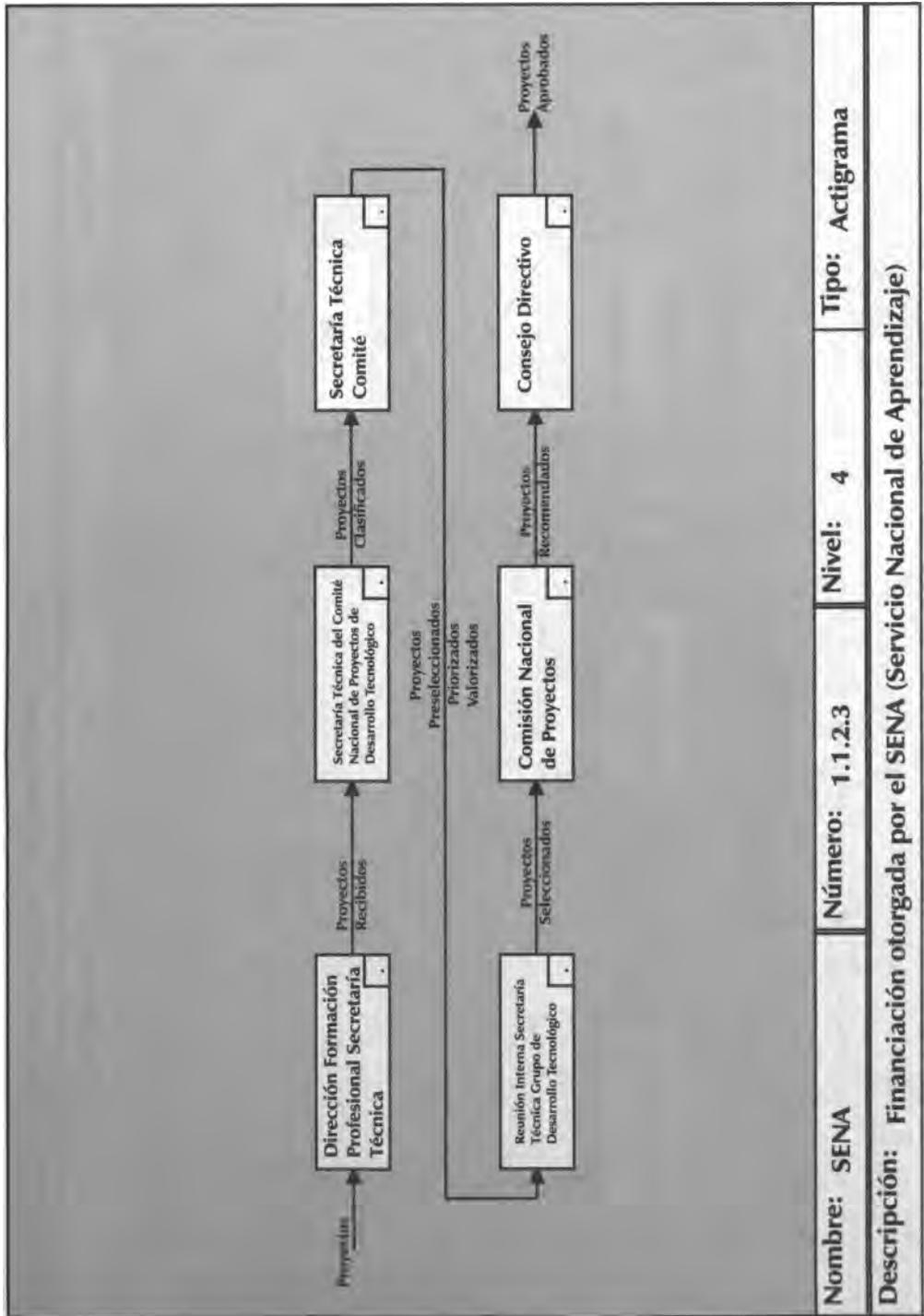
**Nombre:** Colciencias

**Número:** 1.1.2.2

**Nivel:** 4

**Tipo:** Datagrama

**Descripción:** Funcionamiento real del flujo de dinero en Colciencias



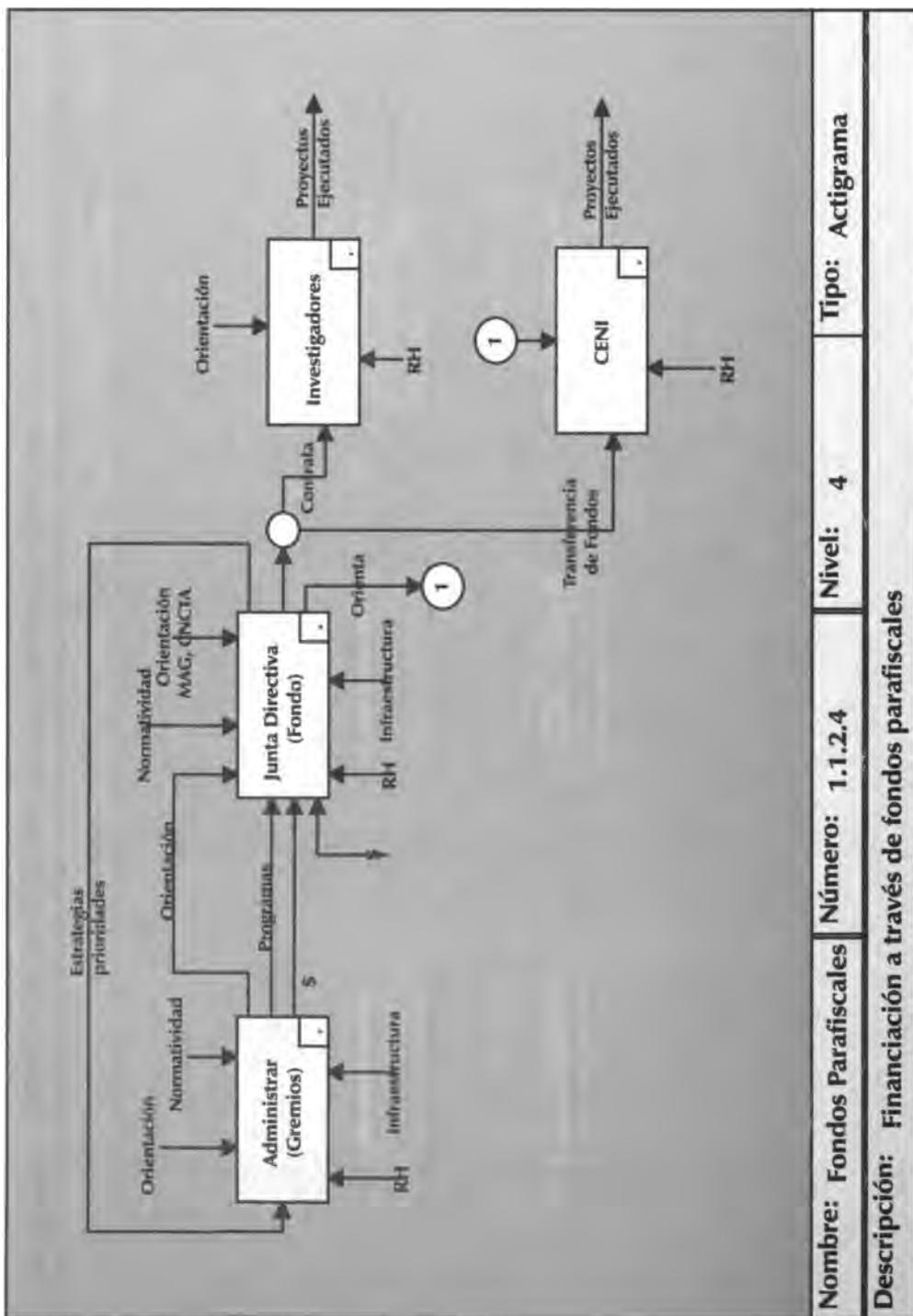
**Nombre:** SENA

**Número:** 1.1.2.3

**Nivel:** 4

**Tipo:** Actograma

**Descripción:** Financiación otorgada por el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje)



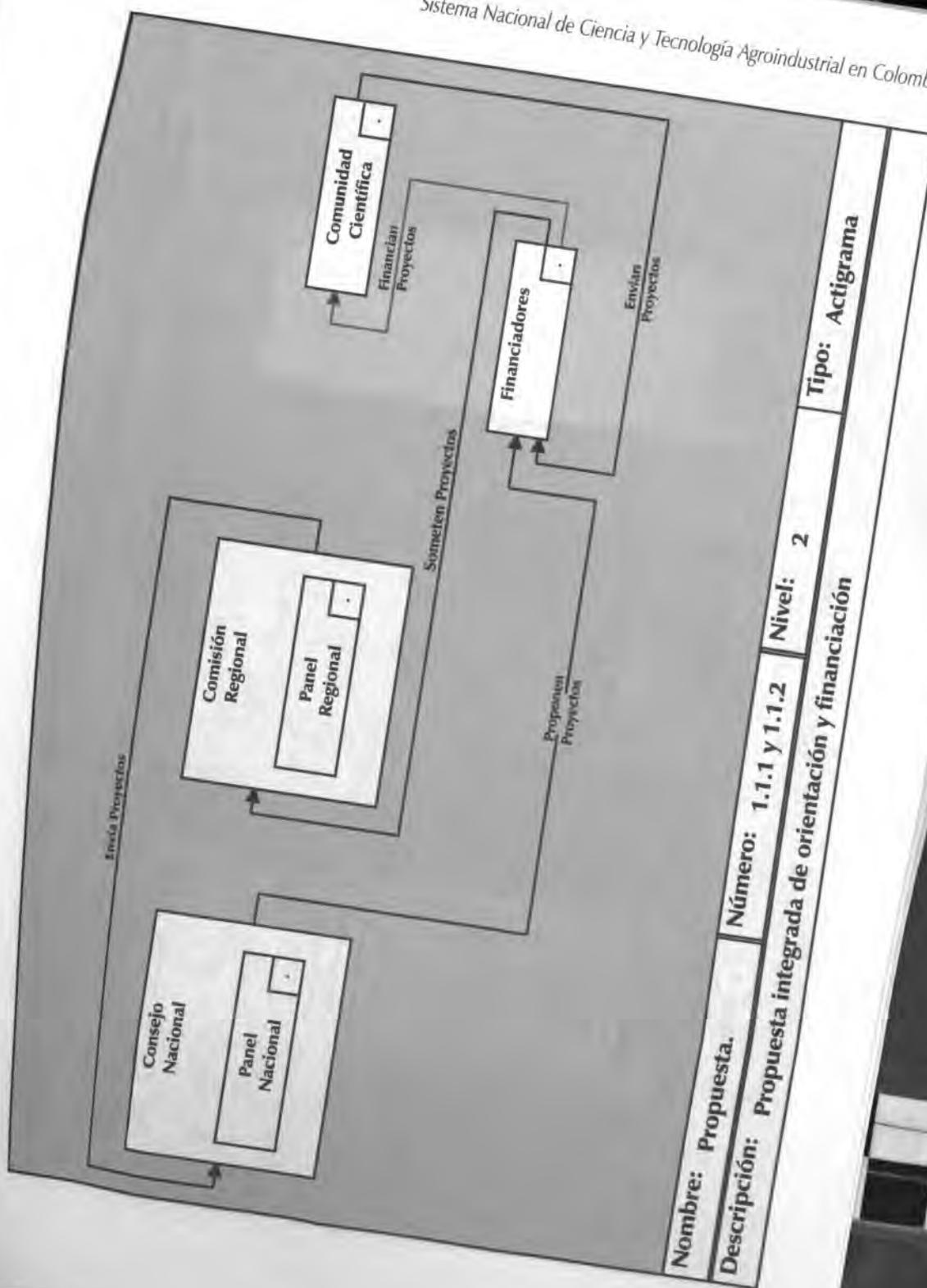
**Tipo:** Actograma

**Nivel:** 4

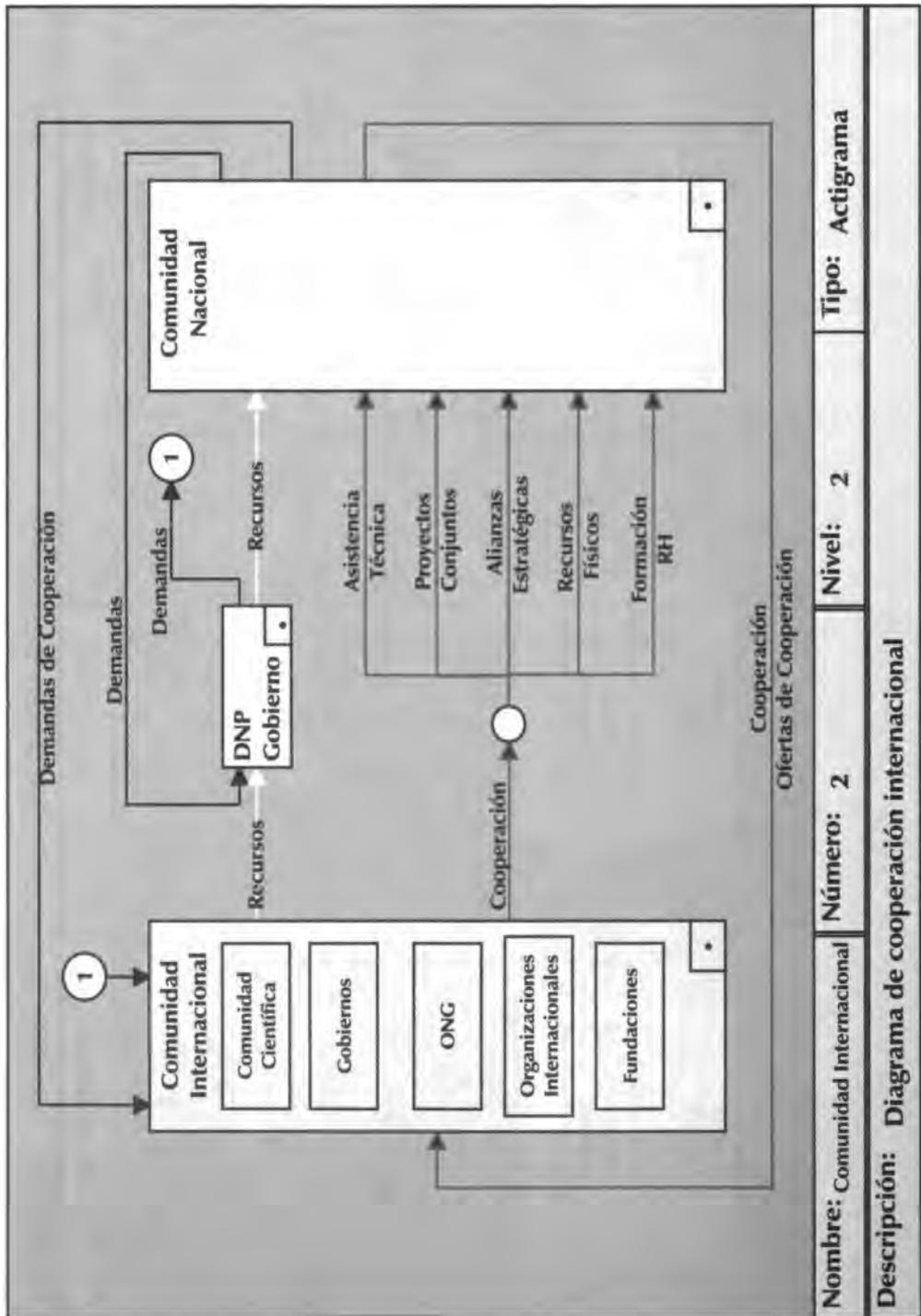
**Número:** 1.1.2.4

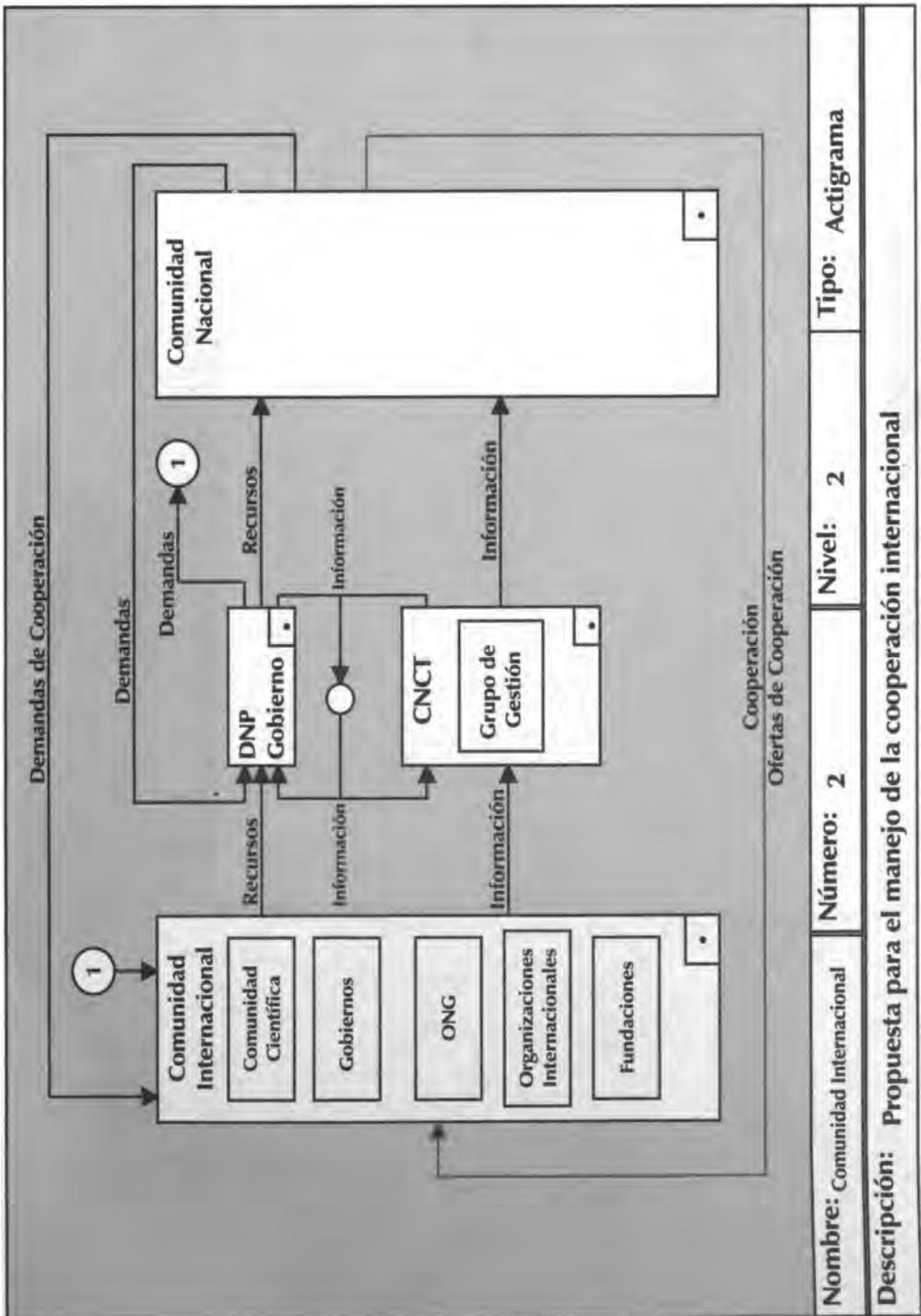
**Nombre:** Fondos Parafiscales

**Descripción:** Financiación a través de fondos parafiscales

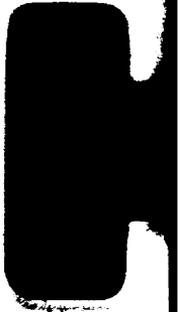


<b>Nombre:</b> Propuesta.	<b>Número:</b> 1.1.1 y 1.1.2	<b>Nivel:</b> 2	<b>Tipo:</b> Actograma
<b>Descripción:</b> Propuesta integrada de orientación y financiación			









ISBN: 958-9328-21-0