

# LA INFRAESTRUCTURA INVESTIGATIVA DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO

RESUMEN DEL DOCUMENTO "INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO COLOMBIANO", ELABORADO EN COORDINACIÓN DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN Y COLCIENCIAS, POR LOS CONSULTORES JAIME NAVAS A., HERNANDO CAMACHO G. Y MARIO MOLANO C. SANTAFÉ DE BOGOTÁ, JUNIO DE 1998



Si bien es cierto que Colombia cuenta con una infraestructura importante de investigación ubicada en sus distintas regiones y subregiones, también es cierto que su capacidad investigativa varía enormemente desde aquellas regiones sin ninguna o muy escasa logística hasta las que poseen una mayor capacidad.

La necesidad de conocer la situación actual de la infraestructura del Sistema Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario del país en sus distintas áreas disciplinarias, regiones e instituciones de investigación, llevó a realizar un *Estudio de Caracterización del Sistema Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico*, en el que participaron 52 instituciones de investigación y sus correspondientes Unidades.

A continuación presentamos un resumen general de los principales aspectos del análisis de este trabajo, cuya idea es dar a conocer los requerimientos para el desarrollo o el fortalecimiento en algunas áreas de la infraestructura y modernización en otras, así como facilitar la racionalización e integralidad en el uso de la infraestructura, dentro de un esquema de economía de escala.

La capacidad investigativa del sector agropecuario cuenta con una infraestructura representada en instituciones, centros de investigación, granjas y campos experimentales, laboratorios, invernaderos, maquinaria, equipos de campo, personal científico en distintas áreas del conocimiento y demás logística investigativa. También forman parte de ella instituciones públicas y privadas, con distintos niveles de especialización y dedicación temática y con diferentes características de sus entornos socioeconómicos.

Teniendo en cuenta una o más unidades de investigación reales o virtuales de las 52 instituciones participantes, el universo del estudio quedó conformado por 153 unidades de investigación o desarrollo tecnológico, que corresponden a más del 94% de las unidades de I. y D.T. del país.

Para propósitos de comprender la complejidad de las entidades que conforman el Sistema y la representatividad de aquellas sobre las cuales se presentan



los resultados, éstas se agruparon en siete clases, a saber:

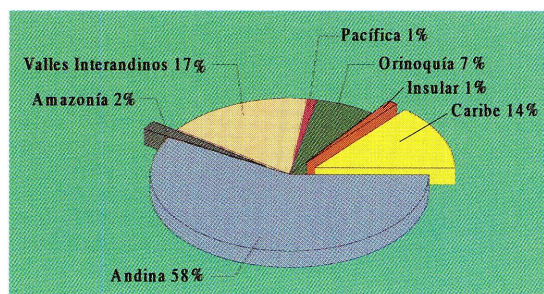
1. Centros Internacionales (C.I.)
2. Institutos Nacionales de Investigación o Desarrollo Tecnológico (INIAS)
3. Centros Nacionales de Investigación (CENIS)
4. Universidades (U)
5. Empresas Comerciales con Unidades de Investigación o Desarrollo Tecnológico (E.C.)
6. Fundaciones y Organizaciones no Gubernamentales (ONG)
7. Agremiaciones de Productores con Unidades de Investigación (G.P.)

Las 52 instituciones listadas que se incluyeron en el estudio son: 2 centros internacionales, 8 INIAS, 6 CENIS, 20 instituciones universitarias, 9 empresas comerciales con unidades de investigación, 6 fundaciones y ONGs, y una agremiación de productores con unidad de investigación.

En la tabla 1, se agrupan las unidades de investigación por región natural, cobertura geográfica y carácter de la entidad. Se reportan para el país un total de 153 unidades de investigación, 90 ubicadas en la región Andina (58%); 26 en los Valles Interandinos (17%); 21 en la región Caribe (14%); 10 en la Orinoquía (7%); 3 en la Amazonía (2%); 2 en la región Pacífica (1.4%) y 1 en la Insular (0.6%). Figura 1. El mayor número de entidades ubicadas en la región Andina, corresponde entre otros aspectos, a la importancia de esta región en cuanto a cobertura geográfica, 27% de la superficie del país, a la densidad poblacional de la región y a la alta

**TABLA 1.** CONSOLIDADO POR REGIÓN NATURAL DE LAS UNIDADES DE INVESTIGACIÓN, COBERTURA Y CARÁCTER.

REGIÓN NATURAL	COBERTURA GEOGRÁFICA				CARÁCTER			TOTAL	
	INT	NAL	REG	LOC	PUBLIC	MIXTO	PRIV	#	%
Amazonia		0	2	1	1	2	0	3	2.0
Andina	1	27	42	20	40	32	18	90	58.8
Caribe		3	8	10	5	16	0	21	13.7
Insular		0	0	1	0	1	0	1	0.6
Orinoquía		2	4	4	1	6	3	10	6.5
Pacífica		1	1	0	0	2	0	2	1.3
Valles interandinos	1	10	5	10	5	14	7	26	17.1
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>43</b>	<b>62</b>	<b>46</b>	<b>52</b>	<b>73</b>	<b>28</b>	<b>153</b>	
<b>PORCENTAJE</b>	<b>1.3</b>	<b>28.1</b>	<b>40.5</b>	<b>30.1</b>	<b>34.0</b>	<b>47.7</b>	<b>18.3</b>		



**FIGURA 1.** UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE INVESTIGACIÓN POR REGIÓN NATURAL.

densidad institucional en varias de las capitales departamentales y en especial en la capital del país. Los Valles Interandinos, caracterizados por una alta capacidad productiva y desarrollo tecnológico, constituyen el 3.2% del territorio nacional, y ocupan la segunda posición en cuanto a su capacidad institucional de investigación. Regiones como la Orinoquía y la Amazonía, que cubren el 55% de la geografía nacional y poseen un gran potencial para el desarrollo agropecuario futuro del país, tienen un número reducido de unidades de investigación y desarrollo tecnológico.

Con relación a la cobertura geográfica de las investigaciones que llevan a cabo, 2 unidades (1.3%), son de carácter internacional; 43 (28%) lo son de cobertura nacional; 62 (40%) de cobertura regional y 46 (30%) de cobertura local.

El mayor número de unidades de carácter internacional, regional y local se reporta en la región Andina, seguida por los Valles Interandinos y la región Caribe. Igualmente se destaca el relativo alto número de unidades de naturaleza pública en la región Andina, la distribución más uniforme de las unidades de naturaleza mixta en las distintas regiones y la existencia de unidades de carácter privado en solo tres regiones: Andina, Valles Interandinos y Orinoquía.

Con relación al régimen jurídico, 52 unidades (34 %), son de carácter público; 73 de ellas (48 %), mixtas y 28 (18 %), de carácter privado. El alto porcentaje de unidades con régimen jurídico mixto, se explica por la significativa participación de las unidades de Corpoica, institución de esta naturaleza.



En cuanto a la distribución por zonas climáticas, tabla 2, el mayor número de unidades está ubicado en el clima cálido: 66 unidades (43%), seguido del clima frío con 46 unidades (31%), del clima

de infraestructura especializada, tanto de laboratorio como de campo, de cuya disponibilidad y adecuación dependen en buen grado la calidad de los resultados obtenidos.

**TABLA 2.** CONSOLIDADO POR REGIÓN NATURAL DE LAS UNIDADES DE INVESTIGACIÓN. CLIMA Y RELIEVE

REGIÓN NATURAL	CLIMA				RELIEVE			TOTAL	
	Cálido	Medio	Frío	Muy frío	Ondulado	Plano	Quebrado	#	%
Amazonia	3	0	0	0	2	1	0	3	2.0
Andina	5	33	45	6	29	35	25	90	58.8
Caribe	21	0	0	0	8	13	0	21	13.7
Insular	1	0	0	0	0	1	0	1	0.6
Orinoquía	10	0	0	0	2	8	0	10	6.5
Pacífica	2	0	0	0	0	2	0	2	1.3
Valles interandinos	24	1	1	0	11	13	3	26	17.1
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>46</b>	<b>6</b>	<b>52</b>	<b>73</b>	<b>28</b>	<b>153</b>	
<b>PORCENTAJE</b>	<b>43.1</b>	<b>22.2</b>	<b>30.7</b>	<b>3.9</b>	<b>34.0</b>	<b>47.7</b>	<b>18.3</b>		

medio con 34 unidades (22%) y del muy frío con 6 unidades equivalentes al 4%. El mayor número de unidades en el clima cálido, se explica por ser ésta la zona climática más extensa en el país, 82% del territorio nacional.

En cuanto a su distribución por tipos de relieve, 52 unidades (34%) se ubican en el ondulado, 73 unidades (48%) en el relieve plano y 28 unidades (18%) en el quebrado. El mayor número de unidades en el relieve plano, seguido del ondulado y del quebrado, es proporcional a la extensión de los diferentes paisajes fisiográficos del país: planicies (20%), altiplanos (0.6%), altillanuras (40.4%), colinas (6.7%), serranías (2.6%) y cordilleras (28%).

### INFRAESTRUCTURA DE APOYO

Los procesos de Investigación y Desarrollo Tecnológico (I. y D.T.), requieren para su ejecución

### Laboratorios

El país cuenta con un total de 101 unidades de I y D.T. que disponen de laboratorios en diferentes disciplinas del conocimiento. Las regiones Andina, Valles Interandinos y Caribe, cuentan con el mayor número de laboratorios, mientras que existe una débil disponibilidad de ellos en regiones como la Amazonia y Pacífica, no obstante su importancia en el sector agropecuario y la necesidad de atender debidamente la demanda tecnológica de estas regiones.

### Invernaderos

El sistema de investigación carece de una infraestructura adecuada de invernaderos para desarrollar ciertos procesos investigativos que los requieren, tales como la experimentación con factores climáticos controlados en la parte agrícola; varias de las regiones no disponen de esta infraestructura o su

número es insuficiente y además, el 50% de las facilidades existentes, se hallan en regular o mal estado. Se encuentra una debilidad grande del sistema de investigación al relacionar el número de unidades que cuentan con invernaderos (44) con el total de unidades que hacen investigación en la parte agrícola (114). El mayor número se encuentran ubicados en las regiones Andino y Valles Interandinos.

### Instalaciones de campo

Así como los invernaderos constituyen un instrumento indispensable para la realización de investigación bajo condiciones controladas, principalmente en la parte agrícola, las instalaciones de campo (corrales, establos, entre otros) son una infraestructura de apoyo importante para la investigación en espacio abierto, para el sector pecuario. 44 unidades (28.8%) reportaron contar con estas instalaciones, de las cuales 26, cerca del 60% están ubicadas en la región Andina, 7 (16%) en los Valles Interandinos, 6 (14%) en la región Caribe, y apenas 5 (11%) en la Orinoquia y la Amazonia. Puede observarse que su distribución por pisos altimétricos es uniforme y que en cuanto al estado general de las instalaciones, 16 (34%) se reportan en buen estado; 25 (57%) en regular estado y 3 (7%) en mal estado.

### Maquinaria y equipos agrícolas

Aunque en todas las regiones, se reportan estas facilidades, el 54 % de las instalaciones que las disponen están en las regiones Andi-



na y Valles Interandinos, con 39 y 15 unidades respectivamente. Su distribución por regiones altitudinales es uniforme, pero cerca del 57% se reporta como en regular o mal estado. Esto es, sin lugar a duda, una limitación para el desa-



Fotografía: Camilo Gómez Durán. Archivo Colciencias

rollo de la investigación, principalmente agrícola, la cual depende en alto grado de la oportunidad y eficiencia con que se ejecuten las operaciones de campo.

## Vehículos

De las unidades encuestadas, 99 (65%) manifestaron contar con la disponibilidad de vehículos al servicio de las actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Esto constituye una facilidad importante para el logro de los objetivos institucionales, pero al observar su distribución por región natural, las regiones Andina, Valles interandinos y Caribe se encuentran mejor favorecidas, mientras en las restantes se aprecia una gran limitación en su disponibilidad. En relación con el estado de operación de los vehículos, solamente el 44% de las unidades, los reporta en buenas condiciones.

## Transferencia de Tecnología

Al observar, en forma integral, las facilidades para la ejecución de acciones de Transferencia de Tecnología, por parte de las 153 uni-

(10%); hortalizas (8%) y maíz/sorgo (7%). De las 153 unidades estudiadas, 114 (74.5%) reportan actividades de investigación en especies agrícolas, el mayor número de las cuales se ubican en la región Andina y los Valles Interan-

---

LA CAPACIDAD INVESTIGATIVA DEL SECTOR AGROPECUARIO CUENTA CON UNA INFRAESTRUCTURA REPRESENTADA EN INSTITUCIONES, CENTROS DE INVESTIGACIÓN, GRANJAS Y CAMPOS EXPERIMENTALES, LABORATORIOS, INVERNADEROS, MAQUINARIA, EQUIPOS DE CAMPO, PERSONAL CIENTÍFICO EN DISTINTAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO Y DEMÁS LOGÍSTICA INVESTIGATIVA, INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS, CON DISTINTOS NIVELES DE ESPECIALIZACIÓN Y DEDICACIÓN TEMÁTICA Y CON DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DE SUS ENTORNOS SOCIOECONÓMICOS.

---

dades de 1. y D.T., se aprecia que en forma global, se cuenta con una capacidad aceptable, representada por 86 centros de información; 91 unidades con auditorios; 97 con salones de conferencias; 82 con medios de publicación y 88 con capacidades para ofrecer capacitación no formal, pero su distribución geográfica favorece de manera preferencial a la Región Andina y los Valles Interandinos, siendo muy precaria en el resto de las regiones.

## ÁREAS TEMÁTICAS DE INVESTIGACIÓN

### Sector agrícola

La investigación agrícola se centra en 28 especies (o grupos de ellas), de las cuales, las cinco que reportan el mayor número de actividades son: frutales (14%); tuberosas (10%); plátano/banano

dinos, mientras que hay un número muy reducido en la Amazonia y regiones Pacífica e Insular.

En cuanto al tipo de investigación desarrollado por las unidades, menos del 30% se reporta como investigación básica y más del 60% en los tipos de aplicada, validativa y adaptativa.

En cuanto al énfasis de la investigación sobre los eslabones de la cadena agroindustrial, el 45% contribuye al desarrollo del eslabón de producción primaria; el 19 % de las actividades lo hace con relación al eslabón de cosecha y poscosecha; el 13% apoya el de agroindustria; el 10% al de mercadeo y el 12% al de socioeconomía.

Respecto al peso individual de las disciplinas en la investigación, la actividad disciplinaria Manejo Integrado de Plagas -M.I.P.- y Epidemiología ocupa el primer lugar con cerca del 22% del total de



la investigación; las disciplinas genética —mejoramiento y suelos— aguas ocupan un lugar relevante, con un 20% del total de las actividades para cada una de ellas; fisiología con cerca del 10% y socioeconomía con 8% siguen en orden descendente.

## **Sector pecuario**

La investigación pecuaria se centra en 8 especies (o grupos de ellas), de las cuales, las cinco que reportan el mayor número de actividades son: ganado de leche (28%); ganado de carne (19%); porcinos (18%); aves (10%) y especies menores y promisorias, por igual, (9%). De las 153 unidades estudiadas, 77 (50%), reportan actividades de investigación en especies animales el mayor número de las cuales se ubican en las regiones Andina y Valles Interandinos, mientras que hay un número muy reducido en la Amazonia y región insular y ninguna en la Pacífica.

En cuanto al tipo de investigación desarrollado por las unidades, el 22% se reporta como investigación básica y más del 70% en los tipos de aplicada, validativa y adaptativa.

En cuanto al énfasis de la investigación sobre los eslabones de la cadena agroindustrial, valorado por el número de actividades reportadas por las unidades, el 52% contribuye al desarrollo del eslabón de producción primaria; el 10% de las actividades lo hacen en relación con el eslabón de cosecha y poscosecha; el 11% apoya el de agroindustria; el 12% al de mercadeo y el 16% al de socioeconomía.

En cuanto respecta al peso individual de las disciplinas en la

investigación, las 5 primeras actividades disciplinarias son: nutrición con cerca del 26% del total de la investigación; salud animal, el 19%; fisiología y genética, el 13%; gestión empresarial el 11% y M.I.P. y epidemiología, el 10%.

## **INFRAESTRUCTURA ESPECIALIZADA DE LABORATORIOS**

El Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria cuenta con una importante infraestructura de laboratorios especializados en diferentes disciplinas del conocimiento, tanto en el sector agrícola como en el pecuario. Se reporta un total de 420 laboratorios en el área agrícola, en las siguientes áreas y disciplinas: suelos (física, química, microbiología y taxonomía); aguas (riego y drenaje); fitopatología (virología, micología, bacteriología y nematología); entomología (taxonomía, entomopatógenos, entomofauna y toxicología); fisiología (química, fisiología general y semillas); biotecnología (meristemas, caracterización molecular y caracterización bioquímica); recursos genéticos (caracterización genética y mantenimiento de recursos genéticos); procesos agrícolas; agroindustria.

En el sector pecuario, se reporta un total de 131 laboratorios en las siguientes áreas y disciplinas: fisiología animal (reproducción y genética); nutrición animal (microbiología ruminal y química); biotecnología (cultivos celulares y citogenética); manejo integrado de plagas y epidemiología (bacteriología, inmunología, parasitología y virología).

En cuanto a la cobertura de esta infraestructura de laboratorios, el mayor número de ellos se encuentra localizado en las Regiones Andina y Valles Interandinos, con más del 50% de los laboratorios en la casi totalidad de las disciplinas. Regiones como la Orinoquía y Caribe se encuentran débilmente cubiertas, no obstante la importancia actual y potencial de las mismas. En regiones como la Amazonia, Insular y la Pacífica la existencia de estas facilidades es casi nula.

En cuanto al nivel o capacidad investigativa de los laboratorios, es bajo el porcentaje catalogado como de nivel uno (mejor dotados), menos del 20% en la mayoría de los casos. El mayor número de los laboratorios, en algunas áreas hasta del 70%, se ubica en la categoría dos o de nivel intermedio y en el nivel tres se ubica hasta un 30%, en promedio, de esta infraestructura.

En cuanto al estado y actualización de los equipos y técnicas de análisis de laboratorios, solo un porcentaje que oscila entre el 10% y el 30% de las unidades, se reporta como en buen estado, mientras que el mayor número se cataloga como de nivel intermedio a bajo.

Debido a la importancia que tiene la infraestructura especializada de laboratorios para el desarrollo de la investigación, el Sistema debe buscar la modernización y actualización de sus equipos y técnicas y mejorar el nivel de estos laboratorios. Igualmente, se debe fortalecer aquellas regiones débiles o escasamente cubiertas por estas facilidades. Se hace necesario el desarrollo de una Red de laboratorios, con el fin de optimizar el aprovechamiento de la in-



fraestructura existente y lograr economías de escala que permitan optimizar la eficiencia en el uso de la misma.

En las tablas 3, 4, 5, 6 y 7, se observa la caracterización de algunos laboratorios representativos del sector agrícola.

En las tablas 8, 9 y 10 se observa la caracterización de algunos laboratorios representativos del sector pecuario.

**TABLA 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE SUELOS. QUÍMICA.**

REGIÓN NATURAL	COBERTURA				NIVEL			EQUIPOS				TÉCNICAS				TOTAL	
	I	N	R	L	1	2	3	A	M	B	S.I.	A	M	B	S.I.	#	%
Amazonia	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	3.4
Andina	0	8	8	0	6	8	2	5	9	1	1	6	7	0	3	16	55.2
Caribe	0	0	3	0	1	1	1	0	3	0	0	1	2	0	0	3	10.4
Insular																	
Orinoquía	0	1	2	0	3	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0	3	10.4
Pacífica																	
Valles interandinos	1	3	2	0	3	2	1	2	4	0	0	2	4	0	0	6	20.6
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>29</b>	<b>100</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>3.4</b>	<b>41.4</b>	<b>55.2</b>	<b>0</b>	<b>44.8</b>	<b>38.0</b>	<b>17.2</b>	<b>27.6</b>	<b>62.1</b>	<b>6.9</b>	<b>3.4</b>	<b>34.5</b>	<b>51.7</b>	<b>3.4</b>	<b>10.4</b>	<b>19.0</b>	

I: Internacional; N: Nacional; R: Regional; L: Local; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; S.I.: Sin Información

**Química de Suelos:** Un 19% de las unidades inventariadas poseen laboratorios de química de suelos, 16 de éstos (55%) ubicados en la región Andina, 6 (21%) en los Valles Interandinos, 3 (10%) tanto en el Caribe como en la Orinoquía y 1 laboratorio (3%) en la Amazonía.

La mayoría de los laboratorios son de cobertura nacional o regional, no se reportan laboratorios de cobertura local. La mayoría de los laboratorios, 24 (83%), son de mediano a alto nivel; sin embargo, sólo un bajo porcentaje se encuentra debidamente actualizado tanto en equipos como en técnicas, 28 y 34% respectivamente. Si se considera la importancia de estos laboratorios para el adecuado manejo de la fertilidad y el consecuente uso eficiente de los fertilizantes en el país, se concluye la necesidad de actualizar la infraestructura actual de los laboratorios de química de suelos, tanto en equipos como en las técnicas utilizadas y ampliar su cubrimiento hacia las regiones débilmente cubiertas.

**TABLA 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE AGUAS. RIEGO.**

REGIÓN NATURAL	COBERTURA				NIVEL			EQUIPOS				TÉCNICAS				TOTAL	
	I	N	R	L	1	2	3	A	M	B	S.I.	A	M	B	S.I.	#	%
Amazonia																	
Andina	0	5	3	0	1	4	3	1	5	2	0	1	5	1	1	8	55.2
Caribe	0	0	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0	2	0	0	2	10.4
Insular																	
Orinoquía	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	10.4
Pacífica																	
Valles interandinos	0	3	2	0	2	1	2	0	4	1	0	2	2	1	0	5	20.6
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>100</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>18.8</b>	<b>31.2</b>	<b>50</b>	<b>6.3</b>	<b>62.5</b>	<b>31.2</b>	<b>0</b>	<b>18.8</b>	<b>56.2</b>	<b>18.8</b>	<b>6.2</b>	<b>10.5</b>	

I: Internacional; N: Nacional; R: Regional; L: Local; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; S.I.: Sin Información

**Aguas. Riego.** Se observa que el país cuenta con 16 laboratorios, 10 % de las entidades inventariadas cuentan con éstos laboratorios. La mayoría de los laboratorios, 13 (81 %), se ubica en las regiones Andina y Valles Interandinos; el Caribe cuenta con dos laboratorios y la Orinoquía con uno.

En cuanto a la categoría de los laboratorios, solo 3 (19 %) son catalogados como de nivel 1, mientras que 13 (81 %) son considerados del nivel 2 y 3. Similarmente, solo un bajo número de laboratorios, están debidamente actualizados en equipos y técnicas metodológicas, 1 y 3 respectivamente.

Se concluye la necesidad de mejorar estos laboratorios en lo concerniente a equipos y técnicas metodológicas.



**TABLA 5. CARACTERIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE FITOPATOLOGÍA. VIROLOGÍA.**

REGIÓN NATURAL	COBERTURA				NIVEL			EQUIPOS				TÉCNICAS				TOTAL	
	I	N	R	L	1	2	3	A	M	B	S.I.	A	M	B	S.I.	#	%
Amazonia																	
Andina	0	6	5	0	1	6	4	1	2	7	1	1	6	2	2	11	57.9
Caribe	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5.3
Insular																	
Orinoquía	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	5.3
Pacífica																	
Valles interandinos	1	3	0	1	1	3	1	1	2	2	0	1	4	0	0	5	26.3
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>100</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>5.3</b>	<b>52.6</b>	<b>36.8</b>	<b>5.3</b>	<b>15.8</b>	<b>52.6</b>	<b>31.6</b>	<b>10.5</b>	<b>26.3</b>	<b>57.9</b>	<b>5.3</b>	<b>10.5</b>	<b>63.2</b>	<b>15.8</b>	<b>10.5</b>	<b>12.4</b>	

I: Internacional; N: Nacional; R: Regional; L: Local; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; S.I.: Sin Información

**Fitopatología. Virología.** Se reporta un total de 19 laboratorios, indicando este valor que el 12 % de las unidades de investigación poseen este tipo de laboratorios. En la región Andina y los Valles Interandinos están ubicados la mayoría de estos laboratorios, 11 y 5 respectivamente, que equivalen al 84 % del total, en estas dos regiones.

El Caribe y la Orinoquia, cuentan con un laboratorio cada una y la Amazonia, la región del Pacífico y la Insular no cuentan con este tipo de laboratorio. En cuanto a cobertura, la mayoría son de carácter nacional y regional (89 %), mientras que solo se reporta un laboratorio de cobertura internacional y otro de cobertura local. En cuanto a nivel o categoría de laboratorios, solo 3 que equivalen al 16 % son de nivel 1; 10 (53 %) son de nivel 2 y 6 (32 %), son de nivel 3. En cuanto a calidad de los equipos y técnicas metodológicas de análisis, solo 2 laboratorios (10 %), están debidamente actualizados. Se destaca el hecho de que 11 laboratorios (58 %), se reportan como de baja actualización en sus equipos.

Se puede concluir de la anterior información, que con excepción de la región Andina y Valles Interandinos, las demás regiones, no obstante su alta problemática en problemas relacionados con los virus, están insuficientemente cubiertas. Igualmente, debido a que un alto porcentaje de los laboratorios se encuentran desactualizadas, se hace necesario su mejoramiento, tanto en su categoría como en la actualización de equipos y de técnicas.

**TABLA 6. CARACTERIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE ENTOMOLOGÍA. TAXONOMÍA.**

REGIÓN NATURAL	COBERTURA				NIVEL			EQUIPOS				TÉCNICAS				TOTAL	
	I	N	R	L	1	2	3	A	M	B	S.I.	A	M	B	S.I.	#	%
Amazonia																	
Andina	0	5	4	0	3	5	1	2	5	2	0	2	7	0	0	9	52.9
Caribe	0	1	4	0	1	0	4	1	1	2	1	2	1	1	1	5	29.4
Insular																	
Orinoquía																	
Pacífica																	
Valles interandinos	1	2	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	2	0	0	3	17.7
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>100</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>5.9</b>	<b>47.1</b>	<b>47.0</b>	<b>0</b>	<b>29.4</b>	<b>35.3</b>	<b>35.3</b>	<b>23.5</b>	<b>41.2</b>	<b>29.4</b>	<b>5.9</b>	<b>29.4</b>	<b>58.8</b>	<b>5.9</b>	<b>5.9</b>	<b>11.11</b>	

I: Internacional; N: Nacional; R: Regional; L: Local; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; S.I.: Sin Información

**Entomología. Taxonomía.** Se reportan 17 laboratorios, ubicados en solo tres regiones, Andina Caribe y Valles Interandinos. Regiones como la Orinoquia y la Amazonia, carecen de esta infraestructura, necesaria para el conocimiento y análisis de su entomofauna. Cinco de los laboratorios, (29 %), se clasifican como de nivel 1, y 6 (35%), tanto en el nivel 2 como en el 3.

En cuanto al estado de los equipos, solo 4 (23%), los reportaron debidamente actualizados, 7 (41%) medianamente y 5 (29%) en bajo nivel. En lo referente a técnicas de laboratorio, 5 (29%), se consideran debidamente actualizados, mientras que el mayor número 10 (59 %), de mediano estado de actualización.



**TABLA 7. CARACTERIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE FISIOLÓGIA. SEMILLAS.**

REGIÓN NATURAL	COBERTURA				NIVEL			EQUIPOS				TÉCNICAS				TOTAL	
	I	N	R	L	1	2	3	A	M	B	S.I.	A	M	B	S.I.	#	%
Amazonia																	
Andina	0	4	2	0	0	4	2	1	3	2	0	0	4	1	1	6	50.0
Caribe	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	8.3
Insular																	
Orinoquía	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	8.3
Pacífica																	
Valles interandinos	1	2	1	0	1	2	1	1	2	1	0	1	3	0	0	4	33.4
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>100</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>8.3</b>	<b>66.7</b>	<b>25.0</b>	<b>0</b>	<b>16.7</b>	<b>58.3</b>	<b>25.0</b>	<b>25.0</b>	<b>50.0</b>	<b>25.0</b>	<b>0</b>	<b>8.3</b>	<b>75.0</b>	<b>8.4</b>	<b>8.3</b>	<b>21.6</b>	

I: Internacional; N: Nacional; R: Regional; L: Local; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; S.I.: Sin Información

**Fisiología. Semillas.** Se identifican 12 laboratorios en la disciplina de semillas, 10 (83 %) de los cuales se localizan en las regiones Andina y Valles Interandinos y solo 1 (8 %), tanto en la Caribe como en la Orinoquía.

En lo pertinente al nivel o categoría de los laboratorios, 2 (17 %), se clasifican como de niveles 1, 7 (58 %), de nivel 2 y 3 (25 %), de nivel 3.

En cuanto al estado de los equipos, 9 (75 %), se reportan con equipos de mediano a buen estado pero la mayoría (83 %), con problemas en las técnicas metodológicas de análisis.

Se concluye, que en el área de Fisiología, el sistema cuenta en sus distintas disciplinas, con una importante red de laboratorios, con distinto nivel de capacidad investigativa, la mayoría de niveles 2 y 3 con equipos y técnicas en su mayoría clasificados como de mediano a bajo estado de actualización y modernización, destacándose la necesidad de mejorar y modernizar esta importante infraestructura investigativa.

**TABLA 8. CARACTERIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE FISIOLÓGIA ANIMAL. GENÉTICA.**

REGIÓN NATURAL	COBERTURA				NIVEL			EQUIPOS				TÉCNICAS				TOTAL	
	I	N	R	L	1	2	3	A	M	B	S.I.	A	M	B	S.I.	#	%
Amazonia	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	14.3
Andina	0	1	3	0	0	3	1	0	4	0	0	1	3	0	0	4	57.1
Caribe																	
Insular																	
Orinoquía	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	2	28.6
Pacífica																	
Valles interandinos																	
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>100</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>0</b>	<b>14.3</b>	<b>85.7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>57.1</b>	<b>42.9</b>	<b>0</b>	<b>57.1</b>	<b>14.3</b>	<b>28.6</b>	<b>14.3</b>	<b>71.4</b>	<b>0</b>	<b>14.3</b>	<b>4.6</b>	

I: Internacional; N: Nacional; R: Regional; L: Local; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; S.I.: Sin Información

**Genética.** En la disciplina de genética animal se reportan 7 laboratorios, 4 de los cuales (57%) se ubican en la región andina, 1 (14%) en la amazonia y 2 (29%) en la Orinoquía. El mayor número de estos laboratorios son de cobertura regional, 6 (86%).

En lo pertinente al nivel de los laboratorios no se reporta ninguno de nivel 1, estando la mayoría clasificados como de nivel 2, 4 laboratorios (50%) y nivel 3, 3 laboratorios (40%). En cuanto al estado de equipos, 4 laboratorios se reportan en mediano estado (57%) y uno en mal estado. No se reporta ningún laboratorio con equipos en muy buen estado. En lo relativo a técnicas de laboratorio el mayor número se reporta como de mediana actualización, 5 (71%).



**TABLA 9.** CARACTERIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE NUTRICIÓN ANIMAL. MICROBIOLOGÍA RUMINAL.

REGIÓN NATURAL	COBERTURA				NIVEL			EQUIPOS				TÉCNICAS				TOTAL	
	I	N	R	L	1	2	3	A	M	B	S.I.	A	M	B	S.I.	#	%
Amazonia	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	8.3
Andina	0	3	5	0	1	4	3	1	4	2	1	2	2	2	2	8	66.7
Caribe	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	8.3
Insular																	
Orinoquía	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	8.4
Pacífica																	
Valles interandinos	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	8.3
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>100</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>0</b>	<b>41.7</b>	<b>58.3</b>	<b>0</b>	<b>8.3</b>	<b>41.7</b>	<b>50.0</b>	<b>8.3</b>	<b>50.0</b>	<b>25.0</b>	<b>16.7</b>	<b>25.0</b>	<b>25.0</b>	<b>33.3</b>	<b>16.7</b>	<b>7.8</b>	

I: Internacional; N: Nacional; R: Regional; L: Local; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; S.I.: Sin Información

**Microbiología Ruminal.** Se reportan 12 laboratorios en la disciplina de microbiología ruminal, la gran mayoría localizados en la región Andina, 8 laboratorios (67%). En cuanto a cobertura todos los laboratorios son de carácter nacional o regional. Solo 1 laboratorio se clasificó como de nivel 1, 5 (42%) se clasificaron como de nivel 2 y 6 (50%) como de nivel 3. En cuanto al estado de los equipos sólo 1 laboratorio es reportado en buen estado, 6 (50%) en mediano estado y 3 (25%) en bajo estado. En lo referente a técnicas de análisis de laboratorio 3 las reportan debidamente actualizadas (25%), 3 como de actualización media, y 4 (33%) como de baja actualización.

**TABLA 10.** CARACTERIZACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE M.I.P. Y EPIDEMIOLOGÍA. BACTERIOLOGÍA.

REGIÓN NATURAL	COBERTURA				NIVEL			EQUIPOS				TÉCNICAS				TOTAL	
	I	N	R	L	1	2	3	A	M	B	S.I.	A	M	B	S.I.	#	%
Amazonia																	
Andina	0	7	6	0	4	6	3	2	7	3	1	3	10	0	0	13	61.9
Caribe	0	1	2	0	0	2	1	1	2	0	0	1	2	0	0	3	14.3
Insular																	
Orinoquía	0	0	2	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	2	9.5
Pacífica																	
Valles interandinos	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	3	14.3
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>100</b>
<b>PRCENTAJE</b>	<b>4.8</b>	<b>42.9</b>	<b>52.3</b>	<b>0</b>	<b>23.8</b>	<b>47.6</b>	<b>28.6</b>	<b>23.8</b>	<b>47.6</b>	<b>23.8</b>	<b>4.8</b>	<b>28.6</b>	<b>66.6</b>	<b>4.8</b>	<b>0</b>	<b>13.7</b>	

I: Internacional; N: Nacional; R: Regional; L: Local; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; S.I.: Sin Información

**Bacteriología.** Se reporta un total de 21 laboratorios en la disciplina de Bacteriología, ubicados la mayoría en la región Andina, 13 (62 %), seguida de los Valles Interandinos Y Caribe, con 3 laboratorios (14 %) cada una y la Orinoquia con 2 laboratorios, (9 %). En cuanto al nivel de los laboratorios, 5 (24 %), se clasifican como de nivel 1, 10 (48 %) de nivel 2 y 6 (29%), de nivel 3. Cinco de los laboratorios (24 %), reportan equipos en buen estado; 10 (47 %) en medianas condiciones y 5 (24 %) en mal estado. Similarmente se reportan 6 laboratorios (29 %), con técnicas debidamente actualizadas y calibradas, 14 (67 %) en mediano nivel de actualización y 1 (5 %) con un nivel bajo de actualización.

## RECURSOS HUMANOS

Del análisis general de la información sobre los recursos humanos que posee el Sistema de Investigación Agropecuario del país, sobresalen los siguientes aspectos:

■ Tabla 11. El país cuenta con una importante masa crítica de profesionales dedicada a la Investigación y Desarrollo Tecnológico, que asciende a 1932 profesionales, distribuidos en algo más de 18 profesiones

diferentes, en las que predominan las de ingenieros agrónomos, médicos, veterinarios, biólogos, zootecnistas y economistas.

■ El mayor número de profesionales se ubican en las regiones



Andina y Valles Interandinos, con 59% y 25% del total, respectivamente. Las demás regiones presentan serias deficiencias en cuanto al número de profesionales dedicados a la investigación y desarrollo tecnológico, en especial en los niveles de Ms. y Ph.D.

- La relación de profesionales con título de Doctorado, Master y Profesional Universitario es de: 1 -2.6 -3.9, que se puede considerar adecuada en términos relativos, pero escasa en valor total, para atender oportuna y eficientemente los compromisos de investigación y desarrollo tecnológico que demanda el desarrollo competitivo y sostenible del sector agropecuario.

- Aunque se cuenta con una variada gama de especialidades, al nivel de Ms. y Ph.D. tanto en la parte agrícola como pecuaria, ésta se concentra en unas pocas especialidades y en su gran mayoría se ubican en las regiones Andina y Valles Interandinos, quedando las demás regiones desprovistas de la adecuada masa crítica de profesionales especializados en distintas ramas del conocimiento, para atender sus necesidades tecnológicas. Regiones como la Orinoquia y la Caribe, no obstante su importancia actual y potencial en el desarrollo agropecuario, presenta un relativo bajo número de profesionales especializados, para atender su creciente demanda tecnológica. Esta situación es especialmente crítica en regiones como la Amazonia, Pacífico e Insular, donde hay prácticamente ausencia de estos niveles de especialidad.

**TABLA 11. RECURSO HUMANO PROFESIONAL DE LAS UNIDADES DE INVESTIGACIÓN DESAGREGADO POR NIVEL DE ESPECIALIZACIÓN**

REGIÓN NATURAL	NÚMERO DE PROFESIONALES			TOTAL	
	PU	M.Sc.	Ph.D	#	%
Amazonia	18	3	1	22	1.1
Andina	557	451	137	1145	59.3
Caribe	81	44	9	134	6.9
Insular	4	3	0	7	0.4
Orinoquia	52	53	9	114	5.9
Pacífica	16	12	0	28	1.4
Valles interandinos	277	106	99	482	24.9
<b>TOTAL</b>	<b>1005</b>	<b>672</b>	<b>255</b>	<b>1932</b>	
<b>PORCENTAJE</b>	<b>52.0</b>	<b>34.8</b>	<b>13.2</b>	<b>100</b>	

- Al buscar un estimativo sobre la capacidad de los recursos humanos en investigación, para atender las demandas del sector, y relacionar la disponibilidad de éstos con el área dedicada al desarrollo agropecuario del país, reportada por el Dane en 31.4 millones de has. (Área agrícola, 4.430.018 ha., superficie nacional en pastos 27 millones de has.), se obtienen los siguientes valores: Un profesional universitario por cada 31.200 hectáreas; de un profesional con nivel de maestría por cada 46.700 hectáreas y de un profesional con nivel de doctorado por cada 123.200 hectáreas. Igualmente al relacionarlos con la población total del país se encuentra: 1 profesional universitario por cada 33.000 habitantes; de un profesional con nivel de maestría por cada 49.3000 habitantes y de 1 profesional con nivel de doctorado por cada 129.800 habitantes. Estas relaciones, muestran la insuficiencia que presenta el sistema de investigación agropecuaria para cubrir adecuadamente sus necesidades. La situación se hace más crítica, cuando las relaciones se

refieran al nivel regional, especialmente para regiones como la Orinoquia y la Amazonia.

- El sistema de investigación además de desarrollar una fuerte estrategia para mejorar su masa crítica de profesionales especializados, en distintas disciplinas y regiones del país, debe desarrollar mecanismos de coordinación a través de trabajos en red, intra e interinstitucionales, para lograr un mejor aprovechamiento de la masa crítica existente.

### **Distribución del recurso humano por tipo de institución**

En la tabla 12 se presenta la distribución de los recursos humanos nivel de especialización y tipo de Institución de Investigación, destacándose los siguientes aspectos: A nivel de profesionales universitarios, 325 (32%) son funcionarios de Corpoica, 211 (21%) pertenecen a instituciones universitarias, 140 (14%) a Centros Internacionales, 118 (12%) a otras instituciones nacionales de I y D.T., 92 (9%) a Cenís, y 89 (9%) a Em-



**TABLA 12. RECURSO HUMANO PROFESIONAL DESAGREGADO POR NIVEL DE ESPECIALIZACIÓN Y TIPO DE INSTITUCIÓN**

REGIÓN NATURAL	NÚMERO DE PROFESIONALES			TOTAL	
	PU	M.Sc.	Ph.D	#	%
Centros Internacionales (C.I)	140	17	71	228	11.9
Centros Nacionales de Investigación (CENI)	92	60	29	181	9.1
Empresas comerciales (E.C.)	89	22	3	114	5.7
Agremiaciones de productores (G.P.)	1	4	1	6	0.1
Instituciones Nacionales de Investig. (INIA)	118	86	17	221	10.9
INIA/CORPOICA (INIA/C)	325	197	53	575	29.6
Organizaciones no Gubernamentales (ONG)	29	25	9	63	3.1
Universidades (U)	211	261	72	544	29.7
<b>TOTAL</b>	<b>1005</b>	<b>672</b>	<b>255</b>	<b>1932</b>	<b>100</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>52.0</b>	<b>34.8</b>	<b>13.2</b>	<b>100</b>	

presas Comerciales. Al nivel de Maestría, 261 (39%) pertenecen a las Universidades, 197 (29%) son de Corpoica, 86 (13%) de otros Inias y 60 (9%) pertenecen a los Cenis. Al nivel de Doctorado, 72 (28%) pertenecen a las Universidades, 71 (28%) a los Centros Internacionales, 53 (21%) a Corpoica y 29 (11%) a los Cenis. Finalmente, puede apreciarse que del total del recurso humano profesional, 575 (30%) pertenece a Corpoica, 544 (28%) a las Universidades, 228 (12%) a los Centros Internacionales, 221 (11%) a otros Inias, 181 (9%) a los Cenis, 114 (6%) a Empresas Comerciales, 63 (3%) a ONGs y solamente 6 (0.3%) a las Agremiaciones de Productores con unidades de Investigación.

En la distribución del recurso humano entre los distintos tipos de instituciones se destaca la alta participación de CORPOICA y las instituciones Universitarias, tanto a nivel global como en los distintos niveles de especialización. Igualmente, es importante la alta participación de los Centros Internacionales en el nivel de Doctorado. Por otra parte, los CENIS y otros INIAS aparecen con una par-

ticipación intermedia en la composición de la masa de investigadores.

El sistema de investigación además de desarrollar una fuerte estrategia para mejorar su masa crítica de profesionales especializados, en distintas disciplinas y regiones del país, debe establecer mecanismos de coordinación a hervís de trabajos en red, intra e interinstitucionales, para lograr un mejor aprovechamiento de la masa crítica existente.

## CAPACITACIÓN

Al consolidar las solicitudes de capacitación presentadas por las distintas unidades de I y D.T., se encuentra que el número total de investigadores a capacitar es de 834, de los cuales 607 (73%) son al nivel de Maestría, (distribuidos en 417 para el sector agrícola y 190 para el pecuario) y 227 (27%) al nivel de Doctorado, (163 para el sector agrícola y 64 para el pecuario).

Al analizar los requerimientos de capacitación, se observa que el mayor número de solicitudes se presenta para las regiones Andina

y Valles Interandinos, donde actualmente se dispone del mayor número de profesionales especializados, continuando desprotegidas las demás regiones del país, donde existe actualmente la mayor debilidad. Esta situación es, probablemente, resultado de las mismas deficiencias actuales, requiriéndose, por tanto, que el Sistema de Investigación y Desarrollo Tecnológico, elabore un Plan de Capacitación, basado en las actuales debilidades del Sistema y en las proyecciones requeridas.

## RECURSOS PRESUPUESTALES

Al hacer un análisis sobre la información cualitativa de los recursos presupuestales de la entidades, se encuentra que menos del 20% de éstas, consideran suficientes los recursos disponibles; entre el 20 y el 40%, los considera de apenas regulares y hasta un 60% de las unidades, los considera insuficientes.

Al analizar la disponibilidad de recursos para ciertos rubros considerados prioritarios, se encuentra que el porcentaje de unidades que consideran suficientes los recursos fue de: el 18%, para aquellos dedicados exclusivamente a I y D.T.; del 16%, para la administración de I y D.T.; de menos del 10%, para capacitación, y de menos del 18%, para mantenimiento de equipos e instalaciones. Por el contrario, hasta un 60% de las unidades encuestadas califica como insuficientes los recursos para los diferentes rubros analizados.&