



## Informe final de Consultoría “Diagnóstico del Estado de Arte de la Agrobiotecnología en el Ecuador”



**Preparado por:** Ing. Marco Taipe B.  
Técnico contratado con el PROCINDINO 2008-2009  
**Dirección y edición:** Dr. Eduardo Morillo V.  
INIAP, Coordinador Agrobiotecnología PROCINDINO  
**Revisión:** Ing. Julio Escobar  
Especialista Biotecnología IICA-Ecuador

Agosto 2009

## Tabla de contenidos

Índice de cuadros.....	5
Índice de gráficos.....	7
Índice de anexos.....	9
Resumen ejecutivo.....	10
<b>1. Antecedentes.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Presentación.....</b>	<b>12</b>
<b>3. Visión general de las instituciones y laboratorios participantes.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Análisis regional de las instituciones y laboratorios participantes.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Información general de las instituciones participantes.....</b>	<b>17</b>
5.1 Región Sierra - Instituciones académicas.....	17
5.1.1 <i>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo</i> .....	17
5.1.2 <i>Escuela Superior Politécnica del Ejército</i> .....	18
5.1.3 <i>Universidad de Cuenca</i> .....	18
5.1.4 <i>Pontificia Universidad Católica del Ecuador</i> .....	19
5.1.5 <i>Universidad Central del Ecuador</i> .....	19
5.1.6 <i>Universidad del Azuay</i> .....	20
5.1.7 <i>Universidad Nacional de Loja</i> .....	20
5.1.8 <i>Universidad San Francisco de Quito</i> .....	21
5.1.9 <i>Universidad Técnica Particular de Loja</i> .....	21
5.1.10 <i>Universidad Técnica del Norte</i> .....	22
5.2 Región Sierra - Instituciones privadas.....	22
5.2.1 <i>Bonanza por la vida</i> .....	22
5.2.2 <i>Fundación Forestal Juan Manuel Durini</i> .....	23
5.2.3 <i>Fundación VITROPLANT</i> .....	23
5.2.4 <i>HILSEA Investments Ltda. Grupo Esmeralda</i> .....	23
5.2.5 <i>MERISISTEMAS S.A.</i> .....	24
5.2.6 <i>Nuevo Sol Plantas C.L.</i> .....	24

5.2.7 PRONACA.....	24
5.3 Región Sierra - Instituciones públicas. ....	25
5.3.1 Centro Internacional de Zoonosis - UCE .....	25
5.3.2 Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas Quito.....	25
5.3.3 Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias .....	25
5.4 Región Sierra - Institución internacional.....	27
5.4.1 Centro Internacional de la Papa.....	27
5.5 Región Costa - Instituciones académicas. ....	28
5.5.1 Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE-ESPOL).....	28
5.5.2 Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" .....	28
5.5.3 Universidad Técnica Estatal de Quevedo .....	29
5.5.4 Universidad Técnica de Machala.....	29
5.6 Región Costa - Instituciones privadas .....	30
5.6.1 Centro de Investigaciones de la caña de azúcar del Ecuador.....	30
5.6.2 ONELABT S.A.....	30
5.6.3 Concepto Azul S.A.....	30
5.7 Región Insular - Institución pública.....	31
5.7.1 Parque Nacional Galápagos .....	31
<b>6. Actividades de Investigación en Biotecnología Agropecuaria en el periodo 2006-2008.....</b>	<b>31</b>
6.1 Biotecnologías y técnicas reportadas.....	31
6.2 Técnicas utilizadas en agrobiotecnología .....	33
6.3 Análisis de las agrobiotecnologías a nivel de regiones. ....	34
6.4 Análisis de las agrobiotecnologías por tipo de institución.....	35
6.5 Organismos o rubros de investigación .....	36
6.6 Organismos de estudio y grupos de agrobiotecnologías .....	37
<b>7. Otra información relevante sobre los laboratorios.....</b>	<b>38</b>
7.1 Tratamiento de productos tóxicos. ....	38
7.2 Alianzas Estratégicas.....	39
7.2.1 Enlaces con organizaciones avanzadas de investigación y transferencia de tecnologías.....	39
7.2.2 Finalidad de las alianzas o enlaces estratégicos con instituciones de investigación y transferencia de tecnologías. ....	40

7.2.3 Beneficio de las alianzas o enlaces estratégicos con instituciones de investigación y transferencia de tecnología. ....	40
7.2.3.1 Aspectos positivos de una alianza: argumentos a favor. ....	41
7.2.3.2 Aspectos negativos de una alianza: argumentos en contra.....	42
7.2.4 Continuidad de las alianzas o enlaces estratégicos con instituciones de investigación y transferencia de tecnología. ....	43
7.3 Proyección de las técnicas a implementarse a futuro .....	43
7.3.1 Técnicas a implementar: instituciones públicas.....	43
7.3.2 Técnicas a implementar: instituciones privadas .....	44
7.3.3 Técnicas a implementar: instituciones académicas .....	44
<b>8. Áreas importantes para el progreso de investigación en biotecnología.....</b>	<b>46</b>
<b>9. Productos u organismos importantes para desarrollar biotecnología en los laboratorios .....</b>	<b>46</b>
9.1 Productos u organismos importantes: instituciones académicas.....	46
9.2 Productos u organismos importantes: instituciones privadas. ....	47
9.3 Productos u organismos importantes: instituciones públicas.....	48
<b>10. Proyectos ejecutados y actuales de las instituciones participantes.....</b>	<b>48</b>
<b>11. Infraestructura y áreas operativas de los laboratorios.....</b>	<b>48</b>
<b>12. Equipamiento de los laboratorios .....</b>	<b>50</b>
<b>13. Recursos Humanos .....</b>	<b>50</b>
<b>14. Conclusiones .....</b>	<b>50</b>
<b>15. Bibliografía.....</b>	<b>57</b>
<b>16. Cuadros.....</b>	<b>58</b>
<b>17. Figuras.....</b>	<b>85</b>
<b>18. Anexos.....</b>	<b>104</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Instituciones participantes y laboratorios categorizados en el diagnóstico agrobiotecnológico, clasificados por región del país y tipo de institución.....	58
<b>Cuadro 2.</b>	Provincias del Ecuador en donde se ubican las Instituciones participantes y los laboratorios dedicados a la biotecnología agrícola.....	59
<b>Cuadro 3.</b>	Instituciones categorizadas por regiones, de acuerdo a la presencia en la encuesta.....	59
<b>Cuadro 4.</b>	Número de laboratorios en agrobiotecnología por tipo de institución en las regiones del Ecuador.....	59
<b>Cuadro 5.</b>	Grupo de técnicas biotecnológicas que mencionan ser utilizadas, clasificadas por regiones y categoría de Institución.....	60
<b>Cuadro 6.</b>	Biotecnologías clasificadas por grupos categorizados de acuerdo a la presencia en la encuesta y a utilización en el Ecuador.....	61
<b>Cuadro 7.</b>	Técnicas biotecnológicas aplicadas por regiones en el Ecuador.....	62
<b>Cuadro 8.</b>	Técnicas agrobiotecnológicas aplicadas a nivel nacional, por categoría de las Instituciones.....	63
<b>Cuadro 9.</b>	Grupo de técnicas biotecnológicas mencionadas ser utilizadas, clasificadas por categoría de la Institución a nivel nacional.....	64
<b>Cuadro 10.</b>	Grupo de técnicas biotecnológicas utilizadas, clasificadas por categoría de la Institución...	64
<b>Cuadro 11.</b>	Grupo de técnicas biotecnológicas utilizadas, clasificadas por regiones.....	65
<b>Cuadro 12.</b>	Grupos de organismos en estudio categorizados y mencionados en la encuesta.....	65
<b>Cuadro 13.</b>	Grupo de Organismos Estudiados en los grupos de técnicas Biotecnológicas.....	66
<b>Cuadro 14.</b>	Grupo de organismos mencionados, técnicas y categoría de grupos en las instituciones académicas participantes.....	67
<b>Cuadro 15.</b>	Grupo de organismos mencionados, técnicas y categoría de grupos en las instituciones públicas participantes.....	68
<b>Cuadro 16.</b>	Grupo de organismos mencionados, técnicas y categoría de grupos en las instituciones privadas participantes.....	69
<b>Cuadro 17.</b>	Proyectos ejecutados y actuales durante el periodo 2006-2008, en instituciones públicas.....	70
<b>Cuadro 18.</b>	Proyectos ejecutados y actuales durante el periodo 2006-2008, en instituciones privadas.....	72

<b>Cuadro 19.</b>	Proyectos ejecutados y actuales durante el periodo 2006-2008, en instituciones académicas.....	73
<b>Cuadro 20.</b>	Superficie total y promedio del área que utilizan los laboratorios dedicados a agrobiotecnología.....	77
<b>Cuadro 21.</b>	Superficie en área total y promedio de la infraestructura utilizada por los laboratorios dedicados a agrobiotecnología en las regiones del país.....	77
<b>Cuadro 22.</b>	Superficie total y promedio de áreas que utilizan los laboratorios dedicados a agrobiotecnología, categorizado por tipo de instituciones.....	77
<b>Cuadro 23.</b>	Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones académicas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región costa.....	78
<b>Cuadro 24.</b>	Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones privadas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región costa.....	78
<b>Cuadro 25.</b>	Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones públicas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región costa.....	79
<b>Cuadro 26.</b>	Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones académicas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región sierra.....	79
<b>Cuadro 27.</b>	Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para la institución internacional, en el laboratorio agrobiotecnológico de la región sierra.....	80
<b>Cuadro 28.</b>	Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones privadas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región sierra.....	80
<b>Cuadro 29.</b>	Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones públicas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región sierra.....	81
<b>Cuadro 30.</b>	Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para la institución pública, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región insular.....	81
<b>Cuadro 31.</b>	Equipos frecuentes mencionados en los laboratorios de cultivos de tejidos a nivel nacional.....	82
<b>Cuadro 32.</b>	Equipos frecuentes mencionados en los laboratorios de biología molecular a nivel nacional.....	83
<b>Cuadro 33.</b>	Equipos frecuentes mencionados en los laboratorios de diagnóstico de enfermedades a nivel nacional.....	84
<b>Cuadro 34.</b>	Recurso Humano, Equivalencias Tiempo Completo y Costos promedios anuales en dólares a nivel general, periodo 2006-2009.....	84

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1.</b>	A) Categorización de los laboratorios de agrobiotecnología en el Ecuador B) Tipo de instituciones participantes en el presente diagnóstico.....	85
<b>Gráfico 2.</b>	Tipo de instituciones participantes en el diagnóstico y categorización de las instituciones académicas.....	85
<b>Gráfico 3.</b>	Representación del número de Instituciones y laboratorios categorizados dedicados a agrobiotecnología en las provincias del Ecuador.....	86
<b>Gráfico 4.</b>	A) Años de creación de los laboratorios; y, B) frecuencia en rangos del año de creación de los laboratorios a nivel nacional dedicados a agrobiotecnología.....	86
<b>Gráfico 5.</b>	Número de Instituciones participantes categorizadas por regiones en el Ecuador.....	86
<b>Gráfico 6.</b>	A) Tipo de Instituciones participantes por regiones en el Ecuador B) Porcentaje de participación de las instituciones por región en Ecuador.....	87
<b>Gráfico 7.</b>	A) Laboratorios categorizados por tipo de institución en el Ecuador B) Porcentaje de participación de los laboratorios por regiones del Ecuador.....	87
<b>Gráfico 8.</b>	Número de laboratorios categorizados por tipo de institución en las regiones del Ecuador.....	87
<b>Gráfico 9.</b>	Número de laboratorios que poseen las instituciones encuestadas.....	88
<b>Gráfico 10</b>	A) Porcentaje general en uso de los grupos de técnicas agrobiotecnológicas B) Porcentaje de uso de los grupos de agrobiotecnologías por regiones del país.....	88
<b>Gráfico 11</b>	A) Uso de las técnicas agrupadas y categorizadas por regiones e institución B) Uso de las técnicas agrupadas por institución en las regiones del país.....	88
<b>Gráfico 12.</b>	Frecuencia de técnicas agrobiotecnológicas en grupos categorizados de acuerdo a la presencia en la encuesta y a la utilización de la técnica.....	89
<b>Gráfico 13.</b>	A) Grupo de técnicas biotecnológicas categorizadas por agrobiotecnologías, de acuerdo a la presencia en la encuesta. B) Grupo de técnicas categorizadas por agrobiotecnologías, de acuerdo a las ocasiones que se menciona usarlas.....	89
<b>Gráfico 14.</b>	Agrobiotecnologías aplicadas: A) Técnicas grupo uno. B) Técnicas grupo dos. C) Técnicas grupo tres. D) Técnicas grupo cuatro. E) Técnicas grupo cinco. F) Técnicas grupo seis.....	90
<b>Gráfico 15.</b>	Frecuencia de utilización de las agrobiotecnologías en el Ecuador.....	91
<b>Gráfico 16.</b>	A) Uso de agrobiotecnologías en la región sierra del Ecuador. B) Uso de agrobiotecnologías en la región costa del Ecuador.....	91
<b>Gráfico 17.</b>	Uso de agrobiotecnologías a nivel de país en: A) Instituciones académicas. B) Instituciones privadas. C) Instituciones públicas.....	92



<b>Gráfico 18.</b>	A) Grupo de técnicas utilizadas por regiones en Ecuador. B) Grupo de técnicas utilizadas por categoría de Institución.....	92
<b>Gráfico 19.</b>	Grupos de organismos en estudio mencionados y categorizados en el diagnóstico a nivel nacional.....	93
<b>Gráfico 20.</b>	Total de técnicas mencionadas y número de grupos de técnicas utilizadas a nivel Nacional.....	93
<b>Gráfico 21.</b>	Grupo de organismos estudiados en las agrobiotecnologías: A) Técnicas uno. B) Técnicas dos. C) Técnicas tres. D) Técnicas cuatro. E) Técnicas cinco. F) Técnicas seis.....	94
<b>Gráfico 22.</b>	Respuesta a la pregunta sobre planificación de desechos tóxicos en las instituciones.....	95
<b>Gráfico 23.</b>	A) Respuesta a enlace con organizaciones y transferencia de tecnologías. B) Proporción de los enlaces con organizaciones a nivel general.....	95
<b>Gráfico 24.</b>	A) Respuesta sobre la finalidad de las alianzas estratégicas. B) Proporción a nivel general de la finalidad de las alianzas estratégicas.....	95
<b>Gráfico 25.</b>	Porcentajes de respuesta sobre argumentos a favor y en contra de las alianzas estratégicas.....	96
<b>Gráfico 26.</b>	Porcentajes de respuesta sobre la continuidad de las alianzas estratégicas en el futuro.....	96
<b>Gráfico 27.</b>	A) Respuestas con quien continuaría o buscaría alianzas estratégicas a futuro. B) Proporción a nivel general de las alianzas estratégicas a seguir.....	96
<b>Gráfico 28.</b>	A) Respuesta a áreas importantes a invertir en progreso de la investigación. B) Proporción de la respuesta a inversión en áreas de progreso.....	97
<b>Gráfico 29.</b>	A) Áreas totales destinadas a laboratorios de agrobiotecnología en Ecuador. B) Áreas promedio destinadas a laboratorios de agrobiotecnología en Ecuador.....	97
<b>Gráfico 30.</b>	Áreas de infraestructura utilizada por los laboratorios dedicados a la agrobiotecnología. A) Superficie total; B) Promedio del área; y, C) Proporción por regiones del país.....	98
<b>Gráfico 31.</b>	Áreas de infraestructura utilizada por los laboratorios categorizados por institución. A) Superficie total. B) Promedio del área. C) Proporción institución. D) Proporción laboratorios.....	98
<b>Gráfico 32.</b>	Costo promedio anual del recurso humano a nivel general en las instituciones entrevistadas.....	99
<b>Gráfico 33.</b>	Frecuencia del recurso humano en (ETC) que trabaja en laboratorios de agrobiotecnología, a nivel nacional. A) Personal PhD, B) Personal Máster o equivalente. C) Personal Profesional. D) Personal tesista o becario. E) Personal de apoyo.....	100



**Gráfico 34.** Rango de costos para el personal que labora en laboratorios agrobiotecnológicos a nivel nacional. A) Costos para Ph.D. B) Costos para Máster o equivalente. C) Costos para Profesional. D) Costos para tesista o becario. E) Costos para personal de apoyo.....101

**Gráfico 35.** Tendencia para el personal en (ETC) que trabaja en los laboratorios de agrobiotecnología, años 2006-2009. Institución académica: A) sierra. B) costa.; Institución privada: C) sierra. D) costa.; Institución pública: E) sierra. F) costa.; G) Institución Internacional en la sierra.; H) Institución pública en región insular.....102

**Gráfico 36.** Frecuencia a nivel nacional para el personal en (ETC) que trabaja en los laboratorios de agrobiotecnología, años 2006-2009. Grupos de Recurso Humano por tipos de Institución.....103

### INDICE DE ANEXOS

**Anexo 1.** Formato de encuesta para el desarrollo del diagnóstico en agrobiotecnología.....104

**Anexo 2.** Lista de instituciones y laboratorios categorizados a nivel nacional que intervinieron inicialmente en el diagnóstico.....110

## RESUMEN EJECUTIVO

A partir de la creación del primer laboratorio de agrobiotecnología en 1978, hasta 1998 se reportaban 11 laboratorios en el Ecuador distribuidos en las principales ciudades ecuatorianas. Es a partir del año 1999, que se crean nuevos laboratorios; 20 entre 1999 y 2005, y en los últimos tres años, del 2006 al 2009 se establecen otros nueve laboratorios y se mejoran las capacidades de algunos existentes en infraestructura y equipamiento. Este incremento muestra el desarrollo en la investigación agrobiotecnológica en el país, en acorde con la tendencia actual a nivel regional y mundial. El presente diagnóstico, realizado en conjunto entre el INIAP y el IICA con financiamiento del Programa Cooperativo de Innovación Tecnológica Agropecuaria para la Región Andina (PROCIANDINO), reporta hasta marzo del 2009 la existencia de 53 laboratorios ejecutando actividades en agrobiotecnología, localizados en 12 provincias, con una mayor concentración en la provincia de Pichincha. Los laboratorios registrados en este diagnóstico pertenecen a 29 instituciones, 10 del sector privado, 14 del académico, cuatro del público y uno del sector internacional. Estos laboratorios ejecutan biotecnologías de cultivo de tejidos, biología molecular, diagnóstico de enfermedades y bioinformática en alianzas principalmente con universidades extranjeras, universidades nacionales y centros de investigación. La gran parte de los laboratorios (48) realizan actividades en cultivo de tejidos y biología molecular, reportándose su aplicación en 21 grupos de organismos distintos, principalmente en frutales, forestales y agentes patógenos y microorganismos. Individualmente, el INIAP se destaca con seis laboratorios de agrobiotecnología en todo el país, además de un laboratorio de conservación de germoplasma in vitro, localizados en tres de las siete Estaciones Experimentales del Instituto a nivel nacional: Santa Catalina (EESC), del Austro (EEA) y Pichilingue (EETP).

El desarrollo de la agrobiotecnología en el Ecuador se debe principalmente a la existencia en el país de recurso humano capacitado. Nuestro diagnóstico reporta la presencia de 37 profesionales con nivel de PhD y 47 con nivel de Máster o equivalentes trabajando en agrobiotecnología en el país hasta 2009. Estos datos muestran la tendencia a incrementar el número de personal especializado que labora en los laboratorios del país, posibilitada por la formación especializada en el exterior de profesionales y el aporte de las universidades nacionales en profesionales de la Biotecnología. A este respecto, se observa un alto desarrollo en el sector académico aportando con la formación de profesionales a nivel de pregrado en Biotecnología, los cuales de manera paulatina se están posicionando en los laboratorios, aunque la oferta laboral, al menos en agrobiotecnología, podría no abastecer la expectativa que estas nuevas carreras están generando.

Si se considera que el Ecuador es un país en vías de desarrollo, se puede considerar que se cuenta en la actualidad con una considerable infraestructura y recurso humano en agrobiotecnología, existiendo sin embargo importantes necesidades de financiamiento para el desarrollo y aplicación de biotecnologías en función de las necesidades nacionales, tanto a nivel del sector privado como público, aunque en este último debe resaltarse el aporte del Gobierno Nacional para el fortalecimiento institucional como es el caso del INIAP.

Los investigadores entrevistados reportan necesidades de capacitación en nuevas y prometedoras tecnologías para la solución de problemas en agricultura, tales como nuevos y más eficientes sistemas de multiplicación de plantas, métodos de diagnóstico, mejoramiento asistido, genómica, bioinformática, entre otras. La aplicación de biotecnologías tradicionales, generalizadas en la gran mayoría de laboratorios, se convierte en un importante pilar de desarrollo del sector agropecuario. El cultivo de tejidos para la provisión de material vegetativo de élite, y la utilización

de microorganismos benéficos son dos ejemplos claros a los cuales las instituciones han apostado para consolidar su presencia en el sector, y sobre los cuales se puede trabajar aún más con el fin de alcanzar una mayor presencia a lo largo de las diferentes cadenas agroproductivas nacionales.

Por otro lado, aunque no ha sido un tema tratado en este diagnóstico, los actores de la agrobiotecnología no están claros en las actuales políticas en torno al marco normativo y regulador en biotecnología y bioseguridad, pero estiman que el mismo, concretamente lo establecido en la nueva Constitución, representaría un limitante al desarrollo integral de la Biotecnología. Surge entonces como una necesidad la articulación del desarrollo tecnológico con el desarrollo institucional y políticas nacionales claramente establecidas en función de una planificación estratégica y los problemas nacionales en los que la Biotecnología puede aportar al desarrollo agropecuario del país.

En conclusión, este diagnóstico refleja un desarrollo considerable de la agrobiotecnología en el país en los últimos años, pero aún insuficiente en relación al contexto regional y mundial. La necesidad de una mayor articulación entre los diferentes actores del desarrollo biotecnológico nacional se vuelve cada vez una necesidad imperante, y la búsqueda de espacios de concertación, de formación e información, de regulación y sobre todo de políticas y lineamientos de acción, son los espacios que se requiere para complementar redes nacionales en agrobiotecnología que permita alcanzar un mayor desarrollo con efectos e impactos visibles en los sistemas agroproductivos del país.

## 1. ANTECEDENTES

En los últimos años la biotecnología a nivel de Ecuador ha ido tomando mayor connotación en asuntos nacionales e incluso políticos generando debates alrededor de su utilidad, uso, seguridad para el medio ambiente, salud humana y animal; y compatibilidad con sistemas de producción agrícola (Wend & Izquierdo, 2002). La palabra biotecnología cada vez es más escuchada en el vocablo de la gente. Sin embargo en un estudio de percepción pública realizado en Ecuador, en las diez ciudades del país, respecto al conocimiento sobre OGM, biotecnología y bioseguridad; genera confusión y gran desconocimiento de lo que realmente enmarca sus definiciones y acciones (MAE, 2008).

Según Wendt & Izquierdo (2002), la biotecnología agrícola es un conjunto de técnicas que usan organismos vivos o partes de ellos como base para crear nuevos productos o procesos. Se entienden como biotecnologías: La ingeniería genética; Técnicas celulares (micropropagación, cultivo de tejidos, etc.); Técnicas de marcadores (RAPD, RFLP, AFLP, microsatélites, etc.); Técnicas de diagnóstico (ELISA, PCR, etc.) y Técnicas microbiales (fermentación, uso de hormonas, etc.). En general, la biotecnología agrícola se considera una herramienta poderosa que tiene el potencial de contribuir a mejorar la productividad de los sistemas agrícolas y la calidad de los alimentos y del medio ambiente siempre y cuando se aplique de una manera cuidadosa evaluando los potenciales riesgos y beneficios.

Dada la evolución del conocimiento biológico de los últimos decenios, una definición más apropiada de la nueva Biotecnología es “el uso de procesos celulares y biomoleculares para resolver problemas u obtener productos de utilidad”. La Biotecnología es de hecho una colección de tecnologías basada en la manipulación de células o moléculas biológicas, como el ADN y proteínas para beneficio del hombre o el medio ambiente. En el campo agronómico y pecuario, la Biotecnología Agrícola o Agrobiotecnología es considerada una herramienta poderosa que tiene el potencial de contribuir a mejorar la productividad de los sistemas agrícolas y la calidad de los alimentos y del medio ambiente. En el caso de plantas, las siguientes áreas principales están incluidas: técnicas de Biología Molecular (marcadores moleculares, secuenciación de ADN, etc.), técnicas celulares (cultivo de tejidos, embriogénesis somática, cultivo de anteras, etc.) y técnicas de ingeniería genética (descubrimiento y clonaje de genes, transformación de plantas, obtención de plantas genéticamente modificadas-OGMs, etc.) (Morillo, 2007).

## 2. PRESENTACIÓN

El objetivo general del presente estudio, es el diagnóstico del estado de arte de la agrobiotecnología en el Ecuador, para lo cual se procedió al levantamiento y compilación de información relacionada con el tema para desarrollar este documento. El presente diagnóstico se basa en la información recopilada por encuestas, entrevista personal, visitas técnicas o por e-mail de las instituciones y laboratorios en el Ecuador que tienen su línea de acción en la Agrobiotecnología. Basados en un listado de instituciones inscritas en la página web de REDBIO (<http://www.redbio.org>), se procedió a seleccionar las instituciones en el Ecuador dedicadas a la

agrobiotecnología, complementándose con un mayor número de instituciones a través de revisión bibliográfica y recomendaciones de investigadores y de gente involucrada en el área.

Se desarrolló una encuesta en formato digital la misma que constituye la línea base del presente trabajo, este formulario (anexo 1) fue enviado por medio electrónico al mayor número de instituciones posibles involucradas en el área agrobiotecnológica; a vuelta de correo algunas encuestas fueron llenadas digitalmente.

En las instituciones donde hubo apertura, se realizó la entrevista personalmente y se procedió a una fotodocumentación; para el levantamiento de la información se planificó un cronograma de visitas, las mismas que se desarrollaron entre los meses de noviembre de 2008 y febrero de 2009. Terminado el proceso de levantamiento de información vía encuesta (43 en total), se procedió a la tabulación, depuración y análisis de datos. La información se obtuvo de 30 Instituciones, y de sus respectivos laboratorios que a nivel nacional sumaron 65 (anexo 2).

Finalmente con esta información, solo 29 instituciones y 53 laboratorios categorizados encajan en el perfil de la agrobiotecnología; los resultados del presente diagnóstico se enmarcan en relación a estas instituciones encuestadas y sus respectivos laboratorios, que se registran en doce provincias del Ecuador.

### **3. VISION GENERAL DE LAS INSTITUCIONES Y LABORATORIOS PARTICIPANTES**

A nivel nacional 29 Instituciones en el país trabajan en el área de la biotecnología agrícola o agrobiotecnología; de estas instituciones se categorizaron los laboratorios reportados, registrándose 53 laboratorios en total (Cuadro 1). Este diagnóstico se concentra en los laboratorios categorizados en biotecnología agrícola, es decir: Cultivo de Tejidos, Biología Molecular, Diagnóstico de Enfermedades y Bioinformática (Cuadro 1 y Gráfico 1 A). De los cincuenta y tres laboratorios en total, se puede notar que cuarenta y ocho laboratorios (cerca del 91 %) realizan actividades en cultivo de tejidos y biología molecular. Mientras que el diagnóstico de enfermedades ocupa una proporción de 7,55%; y lo realizan cuatro instituciones, las mismas que tienen en su línea de acción a animales y plantas: animales, en el caso de Concepto Azul, Parque Nacional Galápagos y PRONACA; y de plantas en el caso del CINCAE. El único laboratorio de Bioinformática lo tiene el CIBE-ESPOL.

Las Instituciones participantes fueron categorizadas como Privadas, Públicas, Académicas e Internacionales (gráfico 1 B). Las Instituciones académicas y privadas conforman el mayor porcentaje de instituciones participantes, con el 48 y 35% respectivamente; como instituciones públicas se encuentran: el Centro Internacional de Zoonosis (CIZ) dentro de la Universidad Central del Ecuador en Quito, la Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas Quito (EMMOP-Quito), el Parque Nacional Galápagos (PNG) y el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Dentro de las instituciones privadas se encuentran: Bonanza por la Vida, el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE), Fundación Forestal Juan Manuel Durini, Fundación Vitroplant, HILSEA Investment Ltda. Grupo Esmeralda, Merisistemas S.A., Nuevo Sol Plantas C.L., ONELABT S.A., PRONACA y Concepto Azul. El único instituto internacional es el Centro Internacional de la Papa ubicado en Quito (CIP-Quito).

Dentro de la categoría de instituciones académicas, Universidades, Institutos de Educación Superior y Escuelas Politécnicas, que son el mayor porcentaje en el diagnóstico (cerca del 50% del total) se encuentran: La Universidad del Azuay (UDA), Universidad Central de Ecuador (UCE), Universidad Nacional de Loja (UNL), Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Universidad Técnica de Machala (UTM), Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Universidad Técnica del Norte (UTN), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE), Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Orquideario de la Universidad de Cuenca, la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" (ESPAM) y el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (CIBE-ESPOL).

Un análisis a las instituciones académicas categorizándolas como públicas y privadas, de acuerdo a la forma en que perciben los fondos para su funcionamiento, destaca; que dentro de las instituciones académicas, diez universidades pertenecen al orden público y cuatro al privado; siendo las instituciones académicas del orden público las que se dedican a la agrobiotecnología en mayor proporción 71%, mientras que las instituciones académicas privadas representan el 29%, casi un tercio de las instituciones académicas dedicadas a esta actividad (Gráfico 2). El número de instituciones y de laboratorios categorizados existentes que están dedicados a la agrobiotecnología en las provincias del Ecuador se encuentran en el siguiente cuadro e imagen.

A nivel nacional doce provincias del Ecuador poseen instituciones y laboratorios dedicados a agrobiotecnología. Las principales provincias del país, son las que concentran la mayor proporción del trabajo en el área de biotecnología agrícola. La provincia de Pichincha tiene la mayor cantidad de instituciones y laboratorios 13 (44,83%) y 22 (41,51%) respectivamente, le sigue la provincia del Guayas con 10,34 y 15,09%. Las provincias de Azuay, Loja y Los Ríos, también tienen un aporte significativo aunque menor que el de las dos principales provincias (Cuadro 2).

La concentración de laboratorios e instituciones en las provincias importantes del país puede deberse a la ubicación estratégica de las instituciones académicas en las mismas (Gráfico 3); las universidades y escuelas politécnicas tanto privadas como públicas ofertan carreras afines a la biotecnología realizando docencia e investigación en sus laboratorios con líneas de acción en la agrobiotecnología. Algunas instituciones han creado y readecuado instalaciones para nuevos laboratorios dedicados a actividades agrobiotecnológicas; en el mejor de los casos la construcción empieza planificando nueva infraestructura como es el caso de los laboratorios del INIAP en las estaciones experimentales Santa Catalina, del Austro (antes Chuquipata) y Pichilingue; o readecuándolos como la mayoría de universidades: UCE, Universidad de Machala, ESPE, ESPAM, Técnica Estatal de Quevedo, Técnica de Ibarra, EMMOP-Quito, por citar algunos, en donde han recibido en algunos casos el apoyo gubernamental y de fundaciones, así como de ONGs a través de proyectos de investigación, o por autogestión de las instituciones y jefes de proyectos y laboratorios que tienen la visión del beneficio a futuro, de la biotecnología agrícola y que han ido montando y equipando los laboratorios de a poco.

Existen laboratorios privados que se han creado por que han visto la necesidad de contar con un laboratorio propio de propagación vegetal como es el caso de Nuevo Sol Planta, quienes tienen entre su personal a ingenieros biotecnólogos, también HILSEA Investments Ltda. Grupo Esmeralda con profesionales biólogos a su cargo. Se debe destacar aquí también, en la provincia de Cañar a Bonanza por la Vida, una institución privada cuyo propietario ha montado su laboratorio en gran parte con su propio esfuerzo e iniciativa; existe también un laboratorio que trabaja arrendando las

instalaciones y equipos de otro laboratorio, como es el caso de la Fundación Forestal Juan Manuel Durini en Quito, quienes ven en el alquiler la mejor opción para implementar su laboratorio.

Hasta el año 1998, es decir en 20 años considerando el año 1978 como el primer laboratorio creado que se menciona en la encuesta, se contaba con once laboratorios a nivel nacional. Es a partir del año 1999 que se crean nuevos laboratorios en el país generando el desarrollo de nuevos laboratorios en esta área; solo en seis años del periodo 1999 a 2005 se crearon 20 laboratorios y en los últimos tres años desde 2006 a 2009 se han creado nueve laboratorios nuevos (Gráfico 4 A y B), lo que muestra una tendencia a incrementar el número de laboratorios que se dedican a actividades agrobiotecnológicas en el país.

#### **4. ANALISIS REGIONAL DE LAS INSTITUCIONES Y LABORATORIOS PARTICIPANTES**

El Ecuador dividido en cuatro regiones naturales, muestra a tres regiones: costa, sierra e insular con instituciones y laboratorios que se encuentran involucrados en actividades de biotecnología vegetal, la región oriental o amazónica no registra laboratorios en agrobiotecnología para este diagnóstico. El mayor número de instituciones se encuentran concentradas en la región sierra con 21 instituciones que corresponden al 70% del total de las instituciones participantes; el 26,7% de instituciones están en la región costa, es decir ocho instituciones participantes y tan solo una institución el PNG que se encuentra en la región insular representando el 3,3% del total. (Cuadro 3, Grafico 6, B). Hay que recalcar en este análisis, que el INIAP se presenta como una institución mas, tanto en la región sierra como en la región costa dentro de las instituciones públicas.

En la sierra, las Instituciones Académicas tienen mayor presencia (diez instituciones), y corresponden a Universidades que mantienen una conocida trayectoria institucional en las diferentes provincias y ciudades de la sierra ecuatoriana, como son: la ESPOCH en Chimborazo; la UCE, PUCE, USFQ y ESPE en Pichincha; la UNL y UTPL en Loja; el Orquideario de la Universidad de Cuenca y UDA en el Azuay; y, la UTN en Imbabura (Gráfico 5).

Las siete instituciones privadas corresponden a: Bonanza por la Vida en Cañar; Fundación Forestal Juan Manuel Durini, Fundación Vitroplant, HILSEA Investments Ltda., Merisistemas S.A., Nuevo Sol Plantas C.L. y PRONACA en Pichincha. Las instituciones públicas corresponden a: CIZ y EMMOP-Quito en Pichincha, INIAP (Estación Experimental Santa Catalina en Pichincha y Estación Experimental Chuquipata en Azuay); y, la institución internacional corresponde al CIP-Quito en Pichincha.

Una tendencia muy parecida, en cuanto a frecuencia de instituciones, se observa para la región costa, cuatro instituciones pertenecen al sector Académico siendo éstas: la UTEQ en los Ríos, la UTM en el Oro, la ESPAM en Manabí, y el CIBE-ESPOL en Guayas (Gráfico 5). Las tres instituciones privadas son: CINCAE y Concepto Azul en Guayas, ONELABT S.A. en Santa Elena. La institución pública corresponde al INIAP Estación Experimental Tropical Pichilingue. En la región insular se observa la presencia de una institución pública dedicada a la agrobiotecnología, es el caso del Parque Nacional Galápagos (PNG) en Galápagos específicamente en Puerto Ayora (Cuadro 3 y Gráfico 6, A).

Cada institución participante puede tener uno o más laboratorios de los cuatro categorizados en las líneas de acción para agrobiotecnología: cultivo de tejidos, biología molecular, diagnóstico de



enfermedades y bioinformática; ponderando con este criterio se analiza a las instituciones de acuerdo al número de laboratorios que poseen.

El cuadro 1, resume la frecuencia y número total de laboratorios categorizados por tipo de instituciones en las regiones del Ecuador. El mayor número de laboratorios dedicados a la agrobiotecnología se encuentran en la región sierra con 35 laboratorios y corresponde al 66% del total de laboratorios en estudio; en la región costa tenemos a 16 laboratorios que corresponden al (30%) y por último la región insular con 2 laboratorios dedicados a esta línea de acción con el 4%. (Cuadro 4). Las proporciones muestran una clara tendencia por la preferencia en ubicar a los laboratorios en la sierra ecuatoriana, concentrando la mayor actividad en agrobiotecnología en esta región.

Las proporciones para los laboratorios categorizados por su línea de acción en agrobiotecnología, de acuerdo con el tipo de institución al que pertenecen en las regiones del Ecuador, tienen una muy parecida distribución con el cuadro de presencia de las instituciones categorizadas por región (Cuadro 3 y Cuadro 4); 27 laboratorios están dedicados a la biotecnología vegetal dentro de las instituciones categorizadas como académicas (51% del total), 14 laboratorios están en las instituciones privadas con el 26%, en las instituciones públicas se encuentran 10 laboratorios (19%) y dos laboratorios en la institución internacional con el 4% (Cuadro 4 y Gráfico 7, B).

De los 19 laboratorios dentro de las instituciones académicas de la sierra, se puede mencionar que todas las instituciones excepto la PUCE tienen un laboratorio de cultivo de tejidos y también que la UCE en la carrera de Ingeniería Agronómica posee dos laboratorios de Cultivo de tejidos, uno en Quito y otro en Tumbaco-La Morita; en tanto que para los laboratorios de biología molecular, casi todas las instituciones académicas de la sierra tienen un laboratorio, excepto el Orquideario de la Universidad de Cuenca, la UDA y la UTN; además es destacable mencionar que la PUCE tiene tres laboratorios dedicados a biología molecular (Gráfico 8).

De los ocho laboratorios categorizados dentro de las instituciones privadas de la región sierra se puede mencionar que todas las instituciones poseen un laboratorio de cultivo de tejidos con excepción de PRONACA que tiene laboratorio de diagnóstico de enfermedades; y, para biología molecular solo la Fundación Vitroplant posee este tipo de laboratorio y además uno de cultivo de tejidos (Gráfico 8).

Dentro de los seis laboratorios clasificados en las instituciones públicas de la sierra, se encuentra el CIZ en la UCE, quien tiene un laboratorio de biología molecular, mientras que la EMMOP-Quito tiene un laboratorio de cultivo de tejidos que se encuentra implementándose y que recientemente fue inaugurado. Aquí también encontramos al INIAP con laboratorios de biología molecular y cultivo de tejidos en las Estaciones Experimentales de Santa Catalina y del Austro.

En la sierra también se encuentra la única institución internacional, el CIP-Quito, que posee laboratorios de biología molecular y cultivo de tejidos, los laboratorios de este instituto, iniciaron su actividad en el año 1990. Hay que mencionar que actualmente el laboratorio de biología molecular se encuentra inactivo o con trabajos parciales y solo se mantiene activo cultivo de tejidos donde se desarrolla y mantiene una colección del hongo *Phytophthora spp.* y material colectado en campo.

En la región costa la tendencia es muy similar a lo que ocurre en la sierra (Gráfico 8), los laboratorios categorizados dentro de instituciones académicas son los que presentan el mayor número de laboratorios (ocho) aquí todas las instituciones tienen un laboratorio de cultivo de tejidos y también uno de biología molecular con excepción de la UTM que solo tiene el laboratorio de cultivo de tejidos y del CIBE-ESPOL que además de los dos laboratorios posee un tercer y único laboratorio de bioinformática.

Los laboratorios de instituciones privadas están en el segundo lugar de frecuencias con seis laboratorios, aquí se encuentran tres instituciones que poseen laboratorios de biología molecular; se destaca el CINCAE por poseer tres categorías de laboratorios agrobiotecnológicos, biología molecular, cultivo de tejidos y diagnóstico de enfermedades; Concepto Azul también tiene un laboratorio de biología molecular y de diagnóstico de enfermedades en la región costa.

Los laboratorios de instituciones públicas, corresponden a los dos laboratorios del INIAP Estación Experimental Tropical Pichilingue que posee laboratorios de biología molecular recientemente implementados y de cultivo de tejidos que viene funcionando desde el año 2002. En la región insular los dos laboratorios públicos categorizados, corresponden a biología molecular y diagnóstico de enfermedades, que los tiene el Parque Nacional Galápagos (Cuadro 4 y Gráfico 7 A).

Es muy claro notar a nivel general, que trece instituciones poseen un laboratorio dedicado a biotecnología vegetal que por lo general es de Cultivo de Tejidos o de Biología Molecular; once instituciones poseen dos laboratorios que por lo general son de Cultivo de Tejidos y Biología Molecular; cuatro instituciones (CIBE-ESPOL, UCE, PUCE y CINCAE) tienen 3 laboratorios, que en el caso de la PUCE son los tres de Biología Molecular; en la UCE dos laboratorios de Cultivo de Tejidos y uno de Biología Molecular; en el CIBE-ESPOL un laboratorio de bioinformática, uno de biología molecular y uno de cultivo de tejidos; y, en el CINCAE un laboratorio de biología molecular, uno de cultivo de tejidos y uno de diagnóstico de enfermedades (Gráfico 9).

La institución con mayor número de laboratorios agrobiotecnológicos en el país, es el INIAP con seis laboratorios en total, tres de biología molecular y tres de cultivo de tejidos que se encuentran distribuidos en tres de las siete Estaciones Experimentales del Instituto a nivel nacional; y que corresponden a Santa Catalina, Chuquipata y Pichilingue, con laboratorios de biología molecular y cultivo de tejidos en cada estación experimental. Lo que pone en claro la importancia que el Estado ecuatoriano ha puesto en esta área de investigación, ya que los laboratorios de estas Estaciones Experimentales han recibido un gran apoyo económico para la adecuación, implementación y equipamiento de los mismos.

## **5. INFORMACIÓN GENERAL DE LAS INSTITUCIONES PARTICIPANTES**

La siguiente información es generada en base a la encuesta realizada a las diferentes instituciones y la categorización de los laboratorios que mencionan, y organizada por regiones y tipo de institución.

### **5.1 REGIÓN SIERRA - INSTITUCIONES ACADÉMICAS.**

#### **5.1.1 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH)**

La institución se creó en 1972, el rector actual es el Dr. Silvio Álvarez. Se encuentra ubicada en la Panamericana Sur Km. 1.5 en la ciudad de Riobamba.



Se reportan dos laboratorios:

1. Laboratorio de Ciencias Biológicas: creado en 2005, corresponde a un laboratorio de biología molecular, el contacto es el Dr. Carlos Rodríguez. La misión y objetivo del laboratorio es establecer un centro de excelencia para el desarrollo de investigaciones y capacitación en microbiología y biotecnología, mediante la conservación y uso sustentable de la biodiversidad microbiana del Ecuador; brindar asesoría técnica y capacitación.
2. Centro Bioforesta: creado en el 2007, corresponde a un laboratorio de cultivo de tejidos, el contacto es la Ing. Jenny Núñez. El objetivo del laboratorio es realizar e investigar especies forestales nativas en lo que respecta a la propagación sexual y asexual.

#### *5.1.2 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO (ESPE)*

La institución fue creada en 1922, su actual rector es el General Rubén Navia Loor. Se encuentra ubicada en la Av. El Progreso S/N en la ciudad de Sangolquí.



Dispone de dos laboratorios, ambos creados en el 2003:

1. Laboratorio de Biología Molecular: dirigido por la Dra. Karina Proaño. El objetivo del laboratorio es formar profesionales e investigadores de excelencia en el campo de la biotecnología vegetal para generar, aplicar y difundir el conocimiento y proporcionar e implantar alternativas de solución a problemas de la comunidad.
2. Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales: dirigido por la M.Sc. Mónica Jadán. La misión del laboratorio es prestar servicios en docencia, investigación y extensión.

#### *5.1.3 UNIVERSIDAD DE CUENCA*

La institución fue creada en 1838, el contacto es Diego Vázquez, se encuentra ubicada en Balsai - Finca de la Universidad de Cuenca en la ciudad de Cuenca.



Posee un laboratorio de producción in Vitro de orquídeas (ORQUIDEARIO), creado en 1989 y dirigido por el Ing. Diego Vázquez. El objetivo del laboratorio es reproducir plantas de orquídea en peligro de extinción y apoyar a la conservación de las orquídeas ecuatorianas.

#### *5.1.4. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR (PUCE)*

La institución fue creada en 1946, su actual rector es el Dr. Manuel Corrales. La sede en Quito se encuentra ubicada en la Av. 12 de octubre 1076 y Roca en la ciudad de Quito.



Se registran tres laboratorios:

1. Laboratorio de Ecología Molecular: creado en el 2008 cuyo contacto actual es el Dr. Rommel Montúfar. El objetivo del laboratorio es desarrollar investigación en áreas de la genética, ecología molecular, diversidad genética, domesticación y caracterización molecular de poblaciones animales y vegetales.
2. Laboratorio de Biotecnología Vegetal: creado en 1999 y dirigido por la MSc. Alexandra Narváez. El objetivo del laboratorio es realizar investigación en el área de la biotecnología vegetal, contribuir al desarrollo del conocimiento académico de los estudiantes de la institución y brindar servicios al sector productivo.
3. Laboratorio Diserlab: creado en el 2004, su contacto actual es la Biol. Verónica Luna. Es un laboratorio integrado que presta servicios de ensayo, asesoría e investigación en las áreas clínica, microbiológica, citológica, veterinaria, agrícola y diagnóstico molecular.

#### *5.1.5 UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR (UCE)*

La institución fue creada en 1651, y su actual rector es el Dr. Edgar Samaniego. En Quito se encuentra ubicada en la Ciudadela Universitaria, sector Miraflores.



Se registran tres laboratorios:

1. Laboratorios de Biotecnología Agrícola: creado en 1989, se ubica en la Facultad de Ciencias Agrícolas, y dispone de laboratorios de biología molecular y cultivo de tejidos dirigidos por la Ing. Marisol Enríquez.
2. Laboratorio de Biotecnología Vegetal-CADET: creado en el 2005, pertenece a la Facultad de Ciencias Agrícolas, y se localiza en La Morita (Tumbaco). Es un laboratorio de cultivo de tejidos dirigido por el Ing. Aníbal Pozo. El objetivo del laboratorio es adiestrar a los estudiantes en el manejo de los equipos y técnicas básicas de laboratorio en biotecnología vegetal.

#### *5.1.6 UNIVERSIDAD DEL AZUAY (UDA)*

La institución fue creada en 1968, y su actual rector es el Dr. Mario Jaramillo. Se ubica en la Av. 24 de Mayo en la ciudad de Cuenca.



Posee un laboratorio de Micropropagación creado en 1995, dirigido por la Dra. Raffaella Angaconi. El objetivo del laboratorio es propagar in Vitro plantas forestales nativas y frutales con fines de docencia en biotecnología vegetal.

#### *5.1.7 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA (UNL)*

Creada en 1859, el rector actual es el Dr. Gustavo Villacís Rivas. Se encuentra ubicada en Ciudadela Universitaria en la ciudad de Loja.





Se registran dos laboratorios:

1. Centro de Biotecnología: creado en el año 2000, es dirigido por el Dr. Rafael Morales y dispone de laboratorios de Biología molecular y de Cultivo de tejidos. El objetivo del laboratorio es realizar genotipaje de la biodiversidad animal y vegetal, y cultivo de tejidos para la generación de nuevas variedades de plantas.
2. Laboratorio de Micropropagación: creado en 1989 dirigido por el Ing. Víctor Hugo Eras. El objetivo del laboratorio es formar personal especializado en el área de Biotecnología Vegetal para contribuir en el futuro a proveer mejores plantas a los pequeños agricultores. Realizar proyectos de investigación a nivel científico y tecnológico en el área de cultivo de tejidos vegetales.

#### *5.1.8 UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO (USFQ)*

La institución fue creada en 1988. Se encuentra ubicada en el Círculo de Cumbayá en la ciudad de Quito.



Se registran laboratorios de biología molecular y de cultivo de tejidos creados en 1999, y dirigidos por la Dra. María de Lourdes Torres. El objetivo de los laboratorios es de promover la investigación biotecnológica encaminada a resolver necesidades nacionales en temas de agrobiodiversidad.

#### *5.1.9 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA (UTPL)*

La institución fue creada en 1971, y su rector actual es el Dr. Luís Romero. Se encuentra ubicada en San Cayetano Alto s/n en la ciudad de Loja.



Se registran dos laboratorios:

1. Laboratorio de Fisiología Vegetal: creado en 1999 realiza actividades en cultivo de tejidos bajo la dirección del Blgo. Máximo Moreira. El objetivo del laboratorio es realizar investigación para conservar germoplasma representativo de las especies vegetales nativas de los bosques seco y montano de la Región Sur del Ecuador.
2. Centro de Biología Celular y Molecular: creado en el 2002, es dirigido por la Dra. Natalia Bailón. La misión del laboratorio es realizar investigaciones de alto nivel, que permitan aportar y hacer uso de nuevos conocimientos científicos; desde el punto de vista celular y molecular en el ámbito de la biomedicina, biodiversidad, biocombustibles, bioremediación y biominería.

#### *5.1.10 UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE (UTN)*

La institución fue creada en 1988 y su rector actual es el Dr. Antonio Pozo. Se encuentra ubicada en Av. 17 de julio, sector El Olivo en la ciudad de Ibarra.



Dispone de un laboratorio de Biotecnología creado en el 2002 el cual realiza actividades de cultivo de tejidos, bajo la dirección de la Ing. Guadalupe Méndez. Está ubicado en la Urb. Municipal, Granja de Yuyucocha en Ibarra. El objetivo del laboratorio es brindar apoyo académico, y servicio a la sociedad a través de trabajos de investigación en biotecnología y la integración de estudiantes en el proceso.

## *5.2 REGIÓN SIERRA - INSTITUCIONES PRIVADAS*

### *5.2.1 FUNDACIÓN BONANZA POR LA VIDA*

Creada en el 2006, el contacto es el Ing. Juan Pablo Jara. Está ubicada en Zhullin, Sector El Carmen de la ciudad de Azogues.





Posee un laboratorio de cultivo de tejidos, bajo la dirección del Ing. Juan Jara. La misión y objetivo del laboratorio es realizar micropropagación de especies medicinales, forestales, ornamentales; promover su conservación y potenciar sus cualidades convirtiéndolas en fuente importante de recursos para el país.

#### *5.2.2 FUNDACIÓN FORESTAL JUAN MANUEL DURINI*

La institución fue creada en 1980, la persona de contacto es Fernando Montenegro. Está ubicada en la Av. Moran Valverde s/n y Panamericana Sur de la ciudad de Quito.



Reporta un laboratorio de cultivo de tejidos ubicado en la calle Luís López, sector Chillotallo en Quito. El contacto es la Ing. María C. Pazmiño. El objetivo del laboratorio es micropropagar material seleccionado de especies forestales de interés en especial desarrollar protocolos para cultivo de clones seleccionados de pachaco.

#### *5.2.3 FUNDACIÓN VITROPLANT*

Creada en 1992, el contacto es el Dr. Ángel Guevara. Está ubicada en Ponce Carrasco E9-58 y Av. 6 de Diciembre de la ciudad de Quito.

Reporta dos laboratorios creados en 1995, uno de biología molecular y otro de cultivo de tejidos, el contacto es el Biol. Francisco Jarrín. El objetivo del laboratorio es proporcionar asesoría y capacitación en las áreas de medio ambiente, biotecnología y desarrollo sustentable, implementar proyectos de desarrollo sustentable y programas de tecnologías alternativas, fomentar el desarrollo a nivel local, regional y nacional.

#### *5.2.4 HILSEA INVESTMENTS LTDA. GRUPO ESMERALDA*

La institución fue creada en 1989, la persona de contacto es el Ing. Pablo Viteri. Sus oficinas están ubicadas en Río Amazonas 7714 y Río Curaray en la ciudad de Quito.



El laboratorio de Biotecnología de la empresa Esmeralda Breeding fue creado en 1998, y realiza actividades en cultivo de tejidos bajo la dirección de la Biol. Ana María Quiñones. Está ubicado en el Barrio San Miguel de Atalpamba, sector El Quinche. El objetivo del laboratorio es apoyar a la creación de nuevas variedades de flor de corte y de macetas que sean novedosas, productivas y resistentes a plagas y enfermedades.

#### *5.2.5 MERISISTEMAS S.A.*

Institución creada en 1992, la persona de contacto es el Ec. Francisco Borja. Las oficinas están ubicadas en Pasaje La Praga, lote 3 y Av. Interoceánica, Cumbayá-Quito.

Posee un laboratorio de Propagación meristemática creado en 1992, bajo la dirección de la Ing. Rocío Avilés. Está ubicado en la vía Puembo Km. 2 sitio Cruz de Piedra, sector Puembo. El objetivo del laboratorio es dar respuesta a la demanda y expectativas en calidad y cantidad del sector bananero.

#### *5.2.6 NUEVO SOL PLANTAS C.L.*

Institución creada en el 2003, el contacto es el Ing. Fernando Albán. Las oficinas están ubicadas en Shyris 37313 y El Telégrafo en la ciudad de Quito.

Posee un laboratorio de Cultivo de Tejidos, creado en el 2006, la persona de contacto es la Ing. Cristina Recalde. Está ubicado en San José Chico Km1- Tabacundo sitio La Playita. El objetivo del laboratorio es obtener plantas in vitro certificadas (libre de virus) de las variedades que se producen en Nuevo Sol.

#### *5.2.7 PRONACA*

La institución fue creada en 1958, la persona de contacto es Antonio Kalinowski. Sus oficinas están ubicadas en Av. De los Naranjos N44-15, Quito.

Posee un laboratorio de diagnóstico de enfermedades creado en 1978. La misión y objetivo del laboratorio es monitorear el estatus sanitario de las operaciones, realizar evaluación de productos biológicos, diagnóstico de enfermedades, mejora reproductiva de las especies animales y evaluar calidad de materias primas y productos finales.

### 5.3 REGIÓN SIERRA - INSTITUCIONES PÚBLICAS.

#### 5.3.1 CENTRO INTERNACIONAL DE ZONOSIS - UCE

La institución fue creada en 2002, el contacto es el Dr. Washington Benítez. Está ubicada dentro de la UCE, en la Ciudadela Universitaria, La Gasca-Quito.



Posee un laboratorio de biología molecular creado en el 2002, cuyo contacto es el Dr. Richard Rodríguez. La misión y objetivo del laboratorio es investigar enfermedades zoonóticas, diagnosticar, desarrollar, estandarizar y validar técnicas de diagnóstico.

#### 5.3.2 EMPRESA MUNICIPAL DE MOVILIDAD Y OBRAS PÚBLICAS QUITO (EMMOP-Q)

La persona de contacto es el Arq. Ramiro Pérez A. Las oficinas están ubicadas en la Av. Mariana de Jesús y Miño de Valderrama en la ciudad de Quito.



Posee un laboratorio de Micropropagación creado en el 2008, cuya persona de contacto es el Ing. Cristian Reyes. Está ubicado en el Km. 2 1/2 vía intervalles – Cununyacu, en la ciudad de Quito. El objetivo del laboratorio es producir e investigar sobre plantas forestales nativas y ornamentales, generar conocimiento para rescatar, producir y desarrollar la flora nativa.

#### 5.3.3 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP)

La institución se creó en 1959, su director general actual es el Dr. Julio César Delgado Arce. Las oficinas centrales de la institución se encuentran en la Av. Eloy Alfaro N30-350 y Amazonas de la ciudad de Quito.

Posee tres unidades de Biotecnología que conforman el Departamento Nacional de Biotecnología, cada una con dos laboratorios, seis en total a nivel nacional (cuatro en la sierra y dos en la costa).

*Estación Experimental Santa Catalina (EESC)*



La estación experimental se ubica en la Panamericana Sur km1, sector Cutuglahua, a las afueras de la ciudad de Quito y es actualmente dirigida por el Ing. Luis F. Rodríguez. Los laboratorios de Biotecnología de la estación, ampliados, readecuados y decretados sede del Departamento Nacional de Biotecnología del INIAP en Enero del 2008, son dirigidos por el Dr. Eduardo Morillo. Dispone de laboratorios de Biología molecular y Cultivo de tejidos distribuidos en más de 400m<sup>2</sup>. La misión del Departamento Nacional de Biotecnología es implementar y proporcionar biotecnologías modernas de fitomejoramiento, fitotecnia, patología molecular y caracterización de la agrobiodiversidad, que contribuyan en los procesos de investigación del Instituto.

Laboratorio de cultivo de tejidos: su objetivo es desarrollar investigación y prestación de servicios en técnicas de cultivo de tejidos y propagación masiva de plantas. El laboratorio dispone de una capacidad de producción anual de 100.000 vitro plantas. El contacto es la Ing. Jacqueline Benitez. Además se apoyan actividades con el Departamento de Recursos Fitogeneticos que realiza conservación de germoplasma in vitro en un laboratorio de conservación.

Laboratorio de Biología molecular: su objetivo es caracterizar molecularmente la diversidad biológica de germoplasma y patógenos mediante una plataforma de genotipaje con tecnología de punta con fines de investigación y prestación de servicios. Para el servicio de genotipaje y análisis moleculares, el laboratorio de Biología Molecular tiene una alta capacidad de generación de productos amplificados y de análisis de polimorfismo por electroforesis fluoromarcada y capilar. El laboratorio dispone de dos equipos de análisis automatizado de fragmentos; 1) un LI-COR 4300S que permite generar hasta 236 SSR data point (59 muestras x 4 locus), y 120 perfiles AFLPs, en dos horas de corrida; y 2) un ABI-PRISM 310 con el que se pueden analizar 96 muestras en 48h de corrida (50 min/muestra), que significan hasta 288 SSR data point por la capacidad de multiplexaje de hasta tres fluoroforos distintos en simultaneo (uno por cada locus). Para el servicio de secuenciación se pueden analizar fragmentos de hasta 1Kb en 50 minutos de corrida. El contacto es el Dr. Eduardo Morillo.

#### *Estación Experimental del Austro (EEA)*





La estación se ubica en el Km. 26 vía Cuenca-Gualaceo sector Bullcay, en Gualaceo y está dirigida por el Ing. Walter Larriva.

El laboratorio de Biotecnología se creó en el 2003, y fue ampliado en el 2008. Dispone de laboratorios de biología molecular y cultivo de tejidos, dirigidos por la Ms. Denisse Peña. El objetivo del laboratorio es generar biotecnologías y prestar servicios biotecnológicos para el sector agropecuario del sur del país. Los laboratorios están destinados al desarrollo de investigación y a la prestación de servicios en cultivo de tejidos vegetales y diagnóstico mediante técnicas moleculares, para esto cuenta con infraestructura y equipamiento apropiados. Actualmente el laboratorio desarrolla proyectos de investigación para la multiplicación in vitro de frutales andinos (tomate, babaco, mora), como parte de un proyecto que busca promover estos cultivos en la sierra sur del país, el laboratorio está apoyando también a la empresa privada a través de un proyecto con floricultores de la zona de Paute quienes han puesto mucho interés en la innovación tecnológica de sus empresas mediante el uso de la biotecnología. En cuanto al diagnóstico molecular, éste es un servicio que se implementará durante el 2008, el objetivo es brindar un diagnóstico certero y rápido de las principales enfermedades que afectan los cultivos y la crianza de animales, un diagnóstico rápido y confiable será una herramienta de gran utilidad al momento de tomar decisiones ya sea para mejorar la producción o salvar animales y cultivos.

#### *Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP)*



La estación se ubica en el Km. 5 vía Quevedo – El Empalme en la ciudad de Quevedo y está dirigida por el Ing. Ignacio Sotomayor.

Los laboratorios de biotecnología de la estación se crearon en el 2002, y están dirigidos por el Ing. Iván Garzón. Siendo el cacao uno de los principales productos de exportación de nuestro país, el trabajo del Departamento de Biotecnología está orientado a generar soluciones agroindustriales con el objetivo de abastecer la demanda de material genético mejorado para renovar, rehabilitar y expandir el cultivo de este producto. Otro gran aporte con la empresa privada ha sido la multiplicación masiva in vitro de plátano y banano, proyectándose a incursionar en otros cultivos. En el área de biología molecular se está trabajando por investigar todo el material genético con el que cuentan el banco de germoplasma de la estación, así también se están iniciando estudios de certificación genética, diagnóstico y problemas fitosanitarios de semillas y plantas.

#### 5.4 REGIÓN SIERRA - INSTITUCIÓN INTERNACIONAL

##### 5.4.1 CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

La institución se creó en 1989, con sede principal en Lima-Perú, el contacto en Quito es el Dr. Berth de Viebre. La institución se encuentra ubicada anexa a la estación Santa Catalina del INIAP en la Panamericana Sur Km. 1-Cutuglahua.



Posee dos laboratorios, de biología molecular y cultivo de tejidos, la persona actual de contacto es Marcelo Vinueza. El objetivo del laboratorio es realizar estudios y caracterización de las enfermedades en *Solanum tuberosum* (papa) en especial de *Phytophthora infestans* o tizón tardío de la papa, así también como su incidencia en plantas relacionados a la familia *solanaceae* en Ecuador.

## 5.5 REGIÓN COSTA - INSTITUCIONES ACADÉMICAS.

### 5.5.1 CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOTECNOLÓGICAS DEL ECUADOR DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (CIBE-ESPOL)

El CIBE se creó en el 2003, y está dirigida actualmente por la Dra. Esther Lilia Peralta. Se encuentra ubicada en el Campus G. Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, edificio PROTAL Altos en la ciudad de Guayaquil.



Posee tres laboratorios: biología molecular, cultivo de tejidos y bioinformática, los contactos son el M.Sc. Pablo Chong en biología molecular; y la M.Sc Sofía Korneva para cultivo de tejidos. El objetivo estratégico del laboratorio es mejorar infraestructura y prácticas; reorientar investigaciones hacia diferentes cultivos y ramas biotecnológicas; Generación de "spin-off"; apoyar formación pre y postgrado; Sistemas de gestión y calidad.

### 5.5.2 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ" (ESPAM)

Se creó en 1999, y su actual rector es el Ing. Leonardo Félix López. Está ubicada en el Km. 2.5 vía sitio El Limón en la ciudad de Calceta.



Posee dos laboratorios:

1. Laboratorio de Biotecnología Vegetal, creado en el 2009, cuya persona de contacto es el Ing. Byron Zevallos. El objetivo del laboratorio es realizar investigación y docencia en biotecnología vegetal, específicamente en cultivos de tejidos.
2. Laboratorio de Biología Molecular, creado en el 2008, cuya persona de contacto es la Dra. Fátima Arteaga. El objetivo del laboratorio es realizar investigaciones en el campo de la Biología Molecular orientado a dar servicios y soluciones a problemas en las áreas Agrícola, Pecuaria, Medio Ambiente, Agroindustria de la región y el país.

#### *5.5.3 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO (UTEQ)*

Se creó en 1984, y su rector actual es el Ing. Manuel Haz Álvarez. Está ubicada en el Km. 1 1/2 Vía a Santo Domingo, Parroquia Venus del Río, en la ciudad de Quevedo.



Posee dos laboratorios:

Creados en el año 2000, la UTEQ dispone de un laboratorio de biología molecular y otro de cultivo de tejidos, la persona de contacto es el Ing. Luís Ramos Gavilánez. Los objetivos de los laboratorios son generar conocimientos en biotecnología en áreas forestales, animales y agrícolas, promover el desarrollo y avance de las diferentes áreas biotecnológicas y utilizar los conocimientos en biotecnología para desarrollar tecnologías competitivas.

#### *5.5.4 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA (UTM)*

Se creó en 1969, y su rector actual es el Ing. Alberto Games. Se encuentra ubicada en el Km. 5 y 1/2 vía Machala-Pasaje en la ciudad de Machala.

Posee un laboratorio de Biotecnología en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, creado en 1996, que realiza actividades de cultivo de tejidos, y cuya persona de contacto es la Ing. Ana Luisa Castillo. El objetivo del laboratorio es producir plantas meristemáticas con la



finalidad de ofrecer a la comunidad material genético sano, libre de virus para mejorar la productividad en cultivos de la zona. Adicionalmente se tiene en perspectiva desarrollar nuevos protocolos de micropropagación y técnicas de Inmersión temporal en especies vegetales por parte del Ing. Javier Sanchez.

## 5.6 REGIÓN COSTA - INSTITUCIONES PRIVADAS

### 5.6.1 CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR (CINCAE)

El centro se creó en 1997 y está ubicada en Elizalde 114 y Malecón, Km. 49.6 vía Durán – El Triunfo en la ciudad de Guayaquil. La persona de contacto es el Dr. Raúl Castillo.



Posee un laboratorio de Biotecnología creado en el 2001, donde se realizan actividades de biología molecular, cultivo de tejidos y diagnóstico de enfermedades. El contacto es la Ing. Alexandra Gómez Pereira. Los objetivos del laboratorio son estudiar la diversidad genética de variedades de caña de azúcar para uso en mejoramiento genético, realizar diagnósticos de enfermedades de caña y multiplicar semilla sana de variedades de caña.

### 5.6.2 ONELABT S.A.

Creado en el 2005, se encuentra ubicada en Av. Primera junto al malecón y calle 2da, en Ballenita. La persona de contacto es el Dr Franklin Pérez.



Dispone de un laboratorio de biología molecular cuyo objetivo es la generación de servicios de asesoramiento, manejo y dirección de programas de selección genética en especies acuícolas. Además se implementaran técnicas de diagnóstico animal.

### 5.6.3 CONCEPTO AZUL S.A.

Creada en el año 2000, se encuentra ubicada en Vernaza Norte Mz 10 V 34 de la ciudad de Guayaquil. La persona de contacto es la Dra. Virna Cedeño Escobar.



Posee dos laboratorios que realizan actividades en biología molecular y diagnóstico de enfermedades, el contacto es el Dr. Emmerik Motte. El objetivo del laboratorio es ofrecer servicios de asesoría, diagnóstico y conducción de programas de investigación adaptados a las necesidades de las diferentes instituciones públicas o privadas, nacionales o extranjeras a las que Concepto Azul ofrece sus servicios o su colaboración.

## 5.7 REGION INSULAR

### 5.7.1. PARQUE NACIONAL GALAPAGOS (PNG)

Creado en 1959, el PNG está ubicada en el Barrio Miraflores de la ciudad de Puerto Ayora.



Dispone de dos laboratorios que realizan actividades de biología molecular y diagnóstico de enfermedades, el contacto es la Dra. Virna Cedeño. La misión y objetivo del laboratorio es desarrollar programas de investigación básica y aplicada, utilizando herramientas moleculares, serológicas, histológicas, patológicas y genéticas para la conservación y protección de la vida silvestre de las Islas Galápagos.

## 6. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA EN EL PERIODO 2006-2008

### 6.1 BIOTECNOLOGÍAS Y TÉCNICAS REPORTADAS

Los laboratorios enumeraron las biotecnologías en ejecución durante el periodo 2006-2008 de acuerdo a un formato preestablecido para ubicar las técnicas que utilizan en sus actividades, los siguientes grupos de técnicas biotecnológicas fueron consideradas para el análisis en este diagnóstico:

GRUPO UNO:                   Técnicas de Cultivo Celulares y Tejidos  
GRUPO DOS:                 Técnicas de Marcadores Moleculares

GRUPO TRES:	Técnicas de Diagnóstico
GRUPO CUATRO:	Técnicas de ADN Recombinante
GRUPO CINCO:	Técnicas de Transformación Genética
GRUPO SEIS:	Técnicas Genómicas Funcional y Estructural

Las instituciones con sus respectivos laboratorios respondieron clasificando sus tecnologías en los grupos preestablecidos encontrándose los siguientes resultados en relación a las agrobiotecnologías utilizadas por grupos.

El 42% de las técnicas que mencionan utilizar, corresponden a las biotecnologías clasificadas en el grupo uno, es decir aquellas biotecnologías enmarcadas en las Técnicas de Cultivo Celulares y Tejidos; con 23% de uso se encuentran las biotecnologías del grupo dos donde están consideradas las Técnicas de Marcadores Moleculares; con un 19% se encuentran el grupo de técnicas agrupadas en tres, y que corresponden a las Técnicas de Diagnóstico; los porcentajes más bajos de 6, 4 y 5 % son para las técnicas de los grupos cuatro, cinco y seis respectivamente, es decir para las Técnicas de ADN Recombinante, Técnicas de Transformación Genética y Técnicas Genómicas Funcional y Estructural (Cuadro 5 y Gráfico 10 A).

De manera general se puede observar una mayor frecuencia de uso de las biotecnologías en los grupos uno y dos en la región sierra por parte de las instituciones académicas, es decir que utilizan las técnicas enmarcadas a cultivo celular y tejidos; y, a técnicas de marcadores moleculares en mayor ocasión durante el periodo 2006-2008 (Cuadro 5).

A nivel regional la sierra reporta un 64% en el uso de todos los grupos categorizados de técnicas agrobiotecnológicas (Gráfico 10 B), esto es lógico de encontrar puesto que la mayoría de instituciones y sus respectivos laboratorios tienen mayor presencia en esta región del país; algo muy parecido ocurre en la región costa del país, donde un 32% de las agrobiotecnologías reportadas son utilizadas en esta región, este porcentaje debido tal vez a una presencia institucional y de laboratorios menor en esta región.

La región insular del país es sus actividades utiliza, los tres primeros grupos de agrobiotecnologías: técnicas de cultivos celulares y de tejidos; técnicas de marcadores moleculares; y, técnicas de diagnóstico; que representan el 4% del total general de los grupos de agrobiotecnologías categorizados y mencionados en la encuesta. Hay que recalcar que en esta región como representante se encuentra el PNG como una institución pública, los mismos que mencionan haber utilizado la técnica de cultivo de tejidos en la micropropagación de especies vegetales y actualmente esta área se encuentra inactiva con un potencial de reactivación.

Las instituciones académicas juegan un papel muy importante en este diagnóstico nacional, puesto que se encuentran activamente participando en las actividades agrobiotecnológicas; además son los entes encargados de la enseñanza, aprendizaje y adiestramiento de una nueva generación de personal vinculada al área de biotecnología vegetal y humana; es entonces comprensible encontrar de forma general en los resultados, que la región sierra y costa con sus respectivas instituciones académicas, utilicen con mayor frecuencia los grupos de agrobiotecnologías categorizados, 30 ocasiones en la sierra y 13 para la costa (Gráfico 11 A y Cuadro 5).

Las instituciones privadas y públicas, de manera general muestran menor uso de los grupos de técnicas biotecnológicas tanto en la región sierra como en la región costa. (Gráfico 11 B y Cuadro 5). Se puede justificar la menor participación de instituciones del orden privado y público en este diagnóstico, al hecho de que algunas instituciones no respondieron a los mensajes de participación o que luego de insistir por la misma, no lo hicieron; también es posible que ciertas instituciones y laboratorios mencionados en documentos anteriores como activos dejaron de funcionar en este periodo.

## 6.2 TÉCNICAS UTILIZADAS EN AGROBIOTECNOLOGIA

Las biotecnologías mencionadas por los laboratorios fueron caracterizadas y clasificadas de acuerdo al grupo al que pertenecen; a nivel nacional y de manera general, se encontró 31 distintos tipos de técnicas biotecnológicas que mencionan utilizar en el país, los laboratorios dedicados a la agrobiotecnología (Cuadro 6).

Se pone atención en la presencia de la técnica al grupo categorizado en la encuesta a nivel nacional y también dando un peso a cada técnica de acuerdo con el número de ocasiones en que se menciona utilizarla al trabajar con diferentes organismos en estudio, lo que refleja una ponderación diferente a solo la presencia como técnica en la encuesta (Gráfico 12).

Una visión general de las proporciones de los grupos de técnicas agrupados por las agrobiotecnologías mencionadas y por la presencia de la técnica en la encuesta se puede observar en el gráfico 13 A y B. Las proporciones se mantienen tanto por presencia en la encuesta como por número de ocasiones que utilizan las técnicas, entre los grupos de técnicas uno y dos es decir Técnicas de Cultivo Celulares y Tejidos, y Técnicas de Marcadores Moleculares, son las que mayor uso y presencia tienen en la agrobiotecnología (Gráfico 13 A y B); sin embargo cuando se da un peso mayor a los grupos de técnicas debido al mayor uso de las mismas en los diferentes organismos de estudio, se nota que más del 80% corresponde a solo el grupo de técnicas uno y dos (Gráfico 13 B).

En el grupo uno, donde se categoriza las Técnicas de Cultivo Celulares y Tejidos, se encuentran once de las treinta y un biotecnologías, que corresponden al mayor porcentaje de presencia de técnicas en la encuesta (35,48%); las técnicas categorizadas y mencionadas son: Conservación de germoplasma in vitro, crioconservación, cultivo de anteras y microesporas, cultivo de células animales, embriogénesis somática, fusión de protoplastos, inducción a embriogénesis, inseminación artificial, limpieza viral, micropropagación y rescate de embriones (Cuadro 6). En este grupo de técnicas de cultivo celulares y tejidos se destacan, la técnica de micropropagación en primer lugar y luego rescate de embriones y conservación de germoplasma in vitro (Gráfico 14 A).

Para las técnicas del grupo dos, Técnicas de Marcadores Moleculares, se puede mencionar a: AFLPS, Isoenzimas, ISSRS, Marcadores microsátélites, Marcadores moleculares, RAPDS, RFLP y SCARS, que son ocho de las técnicas mencionadas (25,81%), las técnicas de marcadores moleculares, microsátélites, AFLPS son las que con mayor frecuencia se utilizan (Gráfico 14 B).

En las técnicas del grupo tres, técnicas de diagnóstico, se encuentran cinco técnicas (16,13 %): ARN, Diagnóstico molecular, ELISA, Nested-PCR y RT-PCR; y, en estas se destaca la técnica de diagnóstico ELISA como la de mayor uso (Gráfico 14 C).

En el grupo cuatro, Técnicas de ADN Recombinante, se pueden citar a: Clonación, Construcción de genes, Hibridación y Secuenciación, que son cuatro de las técnicas categorizadas (12,90%), destacándose el uso de la técnica de secuenciación (Gráfico 14 D).

Para el grupo cinco, Técnicas de Transformación Genética, aparece tan solo una ocasión la técnica de transformación genética por parte de la USFQ (3,23%). Para el grupo seis, Técnicas Genómicas Funcional y Estructural, encontramos un reporte de uso del 6,45% de las técnicas globales (Gráfico 14 E y F).

### 6.3 ANÁLISIS DE LAS AGROBIOTECNOLOGÍAS A NIVEL DE REGIONES.

Se analiza a nivel de regiones del país y tipo de instituciones categorizadas, la frecuencia y porcentajes de uso de las técnicas biotecnológicas aplicadas en los laboratorios con línea de acción en biotecnología agrícola. Los porcentajes y frecuencias en comparación con la clasificación por grupos de técnicas varían debido a que ciertos laboratorios, mencionan solo el grupo de técnica utilizada y no describen la biotecnología utilizada. También hay que considerar que se ha dado un peso a cada técnica de acuerdo con el número de ocasiones mencionadas al trabajar con diferentes organismos en estudio, esto refleja un análisis ponderado en la encuesta.

De manera general en el país, las agrobiotecnologías más empleadas corresponden: a la micropropagación con 31.8%, marcadores moleculares y microsátélites con 8.4% cada técnica, también AFLPS (6.7%), rescate de embriones y ELISA con 5% cada una; y, con menos de 5 % están el resto de las agrobiotecnologías; sin embargo entre los bajos porcentajes se destaca la conservación de germoplasma in Vitro (3.4%), los RAPDS (3.9%), RFLP e ISSRS con 2.8% (Cuadro 7).

Si consideramos a la técnica de microsátélites dentro de marcadores moleculares y las juntamos, el porcentaje se acerca al 17%, lo que refleja un porcentaje considerable. Entonces se puede destacar la mayor utilización en las técnicas de micropropagación, y marcadores moleculares (microsátélites), como lo más frecuente de usar a nivel nacional, esto debido tal vez principalmente a que las instituciones académicas así como ciertas instituciones privadas y públicas, tienen su actividad biotecnológica en algún organismo vegetal o animal usando las mismas; recordemos que las instituciones académicas tienen su acción como entes de investigación y enseñanza a estudiantes en las universidades e institutos de educación superior, lo que implica el uso de las dos principales técnicas más conocidas dentro de la biotecnología.

Como es lógico pensar, debido a que en la sierra se concentra la mayor cantidad de instituciones dedicadas a la agrobiotecnología, también el mayor porcentaje de uso de técnicas biotecnológicas de manera general se encuentra en esta región, con un porcentaje de 69.3%; además de las 31 técnicas biotecnológicas categorizadas a nivel nacional, 26 técnicas que representan el 84% de las mismas, se utilizan a nivel de región sierra; en la costa de manera general el uso de las técnicas está en un 28.5% y dentro de estas, 21 técnicas de las 31 categorizadas, es decir un 68% de técnicas, son mencionadas utilizar en la costa (Cuadro 7, gráfico 15).

Se puede destacar también que las técnicas más utilizadas tanto en sierra como en costa corresponden a la micropropagación, marcadores moleculares y microsátélites. En la sierra también se puede destacar otras técnicas como AFLPS, rescate de embriones, ELISA, ISSRS y

conservación de germoplasma. (Gráfico 16 A). En la costa se destacan también RAPDS, AFLPS, Elisa, RFLPS y transformación genética. (Gráfico 16 B). En la región insular la única institución presente, el PNG, representa de forma general el 2.2% en el uso de las técnicas, cuatro técnicas son mencionadas: AFLPS, diagnóstico molecular, RFLPS y en algún momento incursionaron en la micropropagación, en la actualidad esta técnica no la utilizan (Cuadro 7).

#### 6.4 ANÁLISIS DE LAS AGROBIOTECNOLOGÍAS POR EL TIPO DE INSTITUCIÓN.

Al revisar el uso de las agrobiotecnologías de acuerdo a la categorización de las instituciones, se puede apreciar que las instituciones académicas a nivel nacional, utilizan el 54.7% de las técnicas biotecnológicas categorizadas y enlistadas en el cuadro 8; entre las técnicas más frecuentes en uso están: micropropagación, marcadores moleculares “microsatélites”, AFLPS, Rescate de embriones, conservación de germoplasma in Vitro y expresión de genes (Gráfico 17 A); también se puede apreciar que 23 técnicas de las mencionadas son utilizadas en esta categoría de institución, representando el 74% de las técnicas enlistadas (Cuadro 8).

Las instituciones privadas de manera general utilizan un 27.4% de las técnicas a nivel nacional (Cuadro 8); entre las técnicas más frecuentes de utilización se encuentran: micropropagación, rescate de embriones, marcadores moleculares “microsatélites”, AFLPS y RAPDS (Gráfico 17 B); de las 31 agrobiotecnologías categorizadas y mencionadas utilizan 20 de las mismas que representan el 65% de técnicas utilizadas para esta categoría de institución (Cuadro 8).

Las instituciones públicas de forma general utilizan en porcentaje el 14.5% de las técnicas agrobiotecnológicas a nivel nacional, dentro de las más frecuentes técnicas mencionadas están: micropropagación, microsatélites y elisa (Gráfico 17 C). Estas instituciones públicas utilizan 12 técnicas de las 31 mencionadas, representando el 39% de las técnicas enlistadas (Cuadro 8).

La única institución internacional representada por el CIP-Quito, como es lógico pensar, utiliza menor cantidad de técnicas de las mencionadas generando un porcentaje a nivel nacional de 3,4% (cuadro 8); de las 31 técnicas enlistadas, utiliza 6 técnicas, que representa el 19% de las mismas; las técnicas que menciona corresponden a: AFLPS, conservación de germoplasma in Vitro, isoenzimas, marcadores microsatélites, RAPDS y RFLP. Sin embargo hay que destacar que actualmente los laboratorios, en especial el de biología molecular, se encuentran en una fase de inactividad hasta el momento de desarrollar la encuesta.

Al analizar solo a los grupos de técnicas mencionados, se puede notar una pequeña variación en la frecuencia y porcentajes, debido a que ciertas instituciones y sus laboratorios solo mencionan el grupo de técnica categorizada y no mencionan o dan un nombre a la técnica. Sin embargo se mantiene la tendencia en todo el estudio.

A nivel general el grupo de agrobiotecnologías UNO, ocupa el primer lugar al ser mencionado en utilización con una frecuencia mayor de ocasiones generando un 47% a nivel nacional; le sigue el grupo de agrobiotecnologías DOS con 27% y grupo de técnicas TRES con un 17%. El resto de grupo de técnicas tiene un bajo porcentaje de uso 4, 2 y 2% para los grupos de técnicas CUATRO, CINCO y SEIS respectivamente (Cuadro 9).



Analizando los grupos de agrobiotecnologías categorizadas a nivel general por categorías institucionales, la mayor proporción de uso por parte de las instituciones, está en la categoría Académica con un 57%, seguido por las instituciones privadas con 26%, le sigue las instituciones públicas con un 14% y al final la institución internacional con 3% (Cuadro 10 y gráfico 18 B). Lo que vuelve a confirmar lo ya antes mencionado, respecto de que las instituciones académicas son quienes cumplen un papel importante en las actividades agrobiotecnológicas.

Los resultados para la categorización por regiones, se observa en los cuadros 9 y 11, donde la región sierra concentra la mayor proporción de uso de las técnicas biotecnológicas con el 70%, mientras que en la región costa se utiliza el 28%, quedando un 2% para la región Insular (gráfico 18 A).

## 6.5 ORGANISMOS O RUBROS DE INVESTIGACIÓN

De manera general se analizan los organismos en estudio o rubros de investigación que mantienen los laboratorios dedicados a la agrobiotecnología durante el periodo 2006-2008; para esto se realizó una categorización previa de los organismos o rubros que fueron mencionados en la encuesta, los mismos que fueron agrupados en categorías afines, el resultado de esa clasificación mostró 21 grupos de organismos (cuadro 12), a los cuales se enfocan las actividades de investigación por los laboratorios participantes en este diagnóstico.

En la categoría o grupo, Agentes patógenos y microorganismos, se reúne los organismos de estudio mencionados como: brucelosis bovina, cisticercosis porcina, fasciolosis bovina, guamburo aviar, toxoplasmosis, tuberculosis bovina, brucelosis, tuberculosis, hongos entomopatógenos, hongos, virus, bacterias, procariotes, *Leptospira*, *Brucella*, *Neospora*, *Phytophthora infestans*.

En la categoría, Forestal se menciona al: arupo, bambú, moral fino, cedro, caoba, chanul, guarango, nogal, pachaco, teca, laurel, jacaranda, sangre de drago, teca, pimienta *Cinchona spp.*, *Polylepis sp.*, *Caesalpinia espinosa*, forestales en peligro de extinción.

Para la categoría Frutal se considero a: frutal (exótico), frutal (nativo) y frutal (no especificado) donde mencionan: en Frutal (exótico) al durazno y la piña ; en Frutal (nativo) a la chirimoya, mora, naranjilla, vasconcellas-babaco y papaya, *hylocereus spp* "pitahaya", mortiño y tomate de árbol; y como frutal (no especificado) cuando mencionan solo frutales o plantas frutales.

Como grupo o categoría Medicinales: la manzanilla y otras plantas medicinales. En Cereal el maíz y trigo; y como un solo grupo a la quinoa.

Como grupo Musáceas, cuando mencionan: banano, plátano, *m. fijiensis*; plátano barraganete. Oleaginosas, el Inchi y piñón.

El grupo Ornamentales cuando mencionan: Orquídeas, buganvillas, crisantemos, heliconia, *Hypericum perforatum*, lirio (bulbos), nardos, *Gypsophyla*, rosas, gerberas, violeta africana, *Gloccinia*, bromelias, y otras especies ornamentales no precisadas.

En el grupo o categoría Otros, se coloca organismos no muy comunes mencionados como: achiote, estevia (edulcorante), especies de peligro, especies endémicas, lachemilla (rosaceae), *lemna spp.* (Lenteja de agua). Y otros no especificados por los investigadores mencionados como "varias".



Para el grupo Pecuario se identificó; Pecuario (acuicultura) donde mencionan: al camarón, trucha, tilapia; y Pecuario (animal) donde mencionan: aves, cerdos, bovinos, capibara, guanta, nutrias.

Como grupo de organismos Palmas, están: palmeras nativas, palmeras y palmito. En otro grupo como Solanáceas: donde mencionan el tabaquillo; y como un grupo o categoría a Tubérculos cuando mencionan a la papa.

Algunos cultivos no se categorizaron como en el caso del Cacao, la Caña de Azúcar y Leguminosas, donde cada uno forma un solo grupo.

De manera general se puede observar que el mayor porcentaje de grupos de organismos estudiados se encuentran en Agentes patógenos y microorganismos (15.6%), el grupo forestal (12.3%), la categoría frutal nativo (12.0%), los organismos categorizados como musáceas (8.7%), ornamentales (13.4%), el grupo de “otros” organismos (7,6%), Pecuario acuicultura (5.1%) y Pecuario animal (6.5%). (Cuadro 12 y Gráfico 19)

Se podría pensar que el esfuerzo más grande de la agrobiotecnología en el país, se concentra en agentes patógenos y microorganismos; sin embargo, si analizamos más detenidamente el cuadro 12, la suma de los porcentajes de los grupos forestales, frutales en general, musáceas y ornamentales llegan aproximadamente a un 45%; la suma aproximada entre los grupos pecuarios y agentes patógenos, y microorganismos esta cerca del 27%; y el resto del porcentaje está destinado a otros grupos donde encierran especies vegetales en su estudio, lo que sugiere entonces que la agrobiotecnología a nivel nacional se concentra el estudio de especies vegetales.

## 6.6 ORGANISMOS DE ESTUDIO Y GRUPOS DE AGROBIOTECNOLOGÍAS

Podemos analizar los organismos o rubros en estudio y los grupos de biotecnologías utilizadas por los laboratorios en este diagnóstico.

Así se puede notar que el grupo de agrobiotecnologías Uno, Técnicas de Cultivo Celulares y Tejidos, utiliza los 17 de los 21 grupos de organismos en estudio (Cuadro 13 y Gráfico 20), y dentro de este grupo de biotecnologías, se aplica en una mayor proporción a los grupos de organismos categorizados como Ornamentales (22.7%), Forestales (22.7%), Frutal nativo (17.2%), Musáceas (12.5%) y Caña de azúcar con 4.7% (Gráfico 21 A).

El grupo de técnicas agrobiotecnológicas Dos, Técnicas de Marcadores Moleculares, utiliza 16 grupos de los organismos en estudio (Gráfico 20), dentro de este grupo de técnica se estudian en mayor proporción los organismos ubicados en los grupos Agentes patógenos y microorganismos con 12.5%, Frutal nativo 11.1%, Musáceas 8.3%, Pecuario acuicultura 16.7% y Pecuario animal 12.5% (Cuadro 13 y Gráfico 21 B).

El grupo de agrobiotecnologías Tres, utiliza 11 de los 21 grupos de organismos categorizados (Cuadro 13 y Gráfico 20), en mayor proporción se encuentran estudiados los grupos Agentes patógenos y microorganismos con el 50%, Pecuario animal con 10.4%, Ornamentales y Caña de azúcar con 8.3% (Cuadro 13 y Gráfico 21 C).

Como se puede apreciar el número utilizado de los grupos de organismos en estudio decrece en las últimas técnicas biotecnológicas, es así que para el grupo de técnicas Cuatro, hay 6 grupos que se utilizan en esta técnica de los 21 grupos de organismos identificados y enlistados; 5 grupos de organismos para las técnicas biotecnológicas Cinco y 6 grupos o categorías de organismos o rubros para la técnica agrobiotecnológica del grupo Seis (Cuadro 13 y Gráfico 20).

Para el grupo de técnicas cuatro la mayor proporción se encuentra en el grupo de organismos de Agentes patógenos y microorganismos con el 36.4%, los otros grupos de organismos estudiados son el arroz, forestales, musáceas y solanáceas. (Cuadro 13 y Gráfico 21 D).

Para el grupo de técnicas agrobiotecnológicas cinco, la mayor proporción se encuentra en los grupos de organismos categorizados como Ornamentales y Frutal nativo con 28.6%, los otros grupos de organismos estudiados corresponden a arroz, musáceas y pecuario acuicultura con 14.3% (Cuadro 13 y Gráfico 21 E).

Para el grupo de agrobiotecnologías seis, el mayor porcentaje de utilización se encuentra en los grupos de organismos Agentes patógenos y microorganismos con 44.4%, los otros grupos de organismos en estudio son Frutal nativo, leguminosas, pecuario animal y solanáceas con 11.1% (Cuadro 13 y Gráfico 21 F).

El detalle de los organismos o rubros de estudio mencionados en toda la encuesta, las agrobiotecnologías, así como el grupo categorizado de organismos, se detalla a continuación en los cuadros 14, 15 y 16; los mismos que se encuentran ordenados por el tipo de institución categorizada.

## 7. OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE SOBRE LOS LABORATORIOS

### 7.1 TRATAMIENTO DE PRODUCTOS TÓXICOS.

A los laboratorios se les realizó una serie de preguntas relevantes que se analizan a continuación; ante la pregunta de si poseen un plan de eliminación para los desechos tóxicos que utilizan en sus laboratorios, respondieron en las siguientes proporciones.

El 56% de encuestados dicen no poseer un plan de eliminación de desechos tóxicos; mientras que el 44 % menciona tener un plan de eliminación de desechos (Gráfico 22). Con mayor frecuencia se encuentra respuestas como: que el almacenamiento, la recolección, la clasificación, el secamiento, el autoclavado, y el compostaje son prácticas más comunes y utilizadas en la eliminación de los geles de agar; también algunos dicen que luego de autoclavados los geles, este material se utiliza en los jardines y alrededores de las plantas a manera de compost.

Mencionan también, neutralizar los elementos de alto riesgo como el Bromuro de etidio adicionando cloro; en algunos laboratorios se menciona que disponen de pozos sépticos específicos para este propósito “eliminación del bromuro de etidio”, pero no son todos. Algunos menciona seguir las recomendaciones del fabricante y otros almacenan los productos en frascos adecuados, los mismos que los mantienen almacenados en espera de una mejor solución para su eliminación.

Hay laboratorios que incineran los productos o que están implementando incineradores como el caso del INIAP; el INIAP al momento deposita en pozos sépticos sus desechos; laboratorios como el CIZ-UCE elimina los productos entregando a Fundación Natura; o como el laboratorio del PNG, en Galápagos donde el Municipio de Santa Cruz tiene un incinerador gratuito, a donde también van los residuos con bromuro de etidio, luego de ser tratados con cloro; existe también reciclaje y clasificación de material reutilizable y peligroso, que luego son entregados a los basureros como “desechos peligrosos”, este es el caso de las instituciones y laboratorios en Loja, donde la ciudad mantiene un plan de basura reciclada.

Existen algunos laboratorios como se mencionó, que mantienen los desechos tóxicos almacenados en espera de una alternativa para su eliminación; también mencionan que requieren urgente un plan para eliminación de sus desechos. Estas respuestas ameritan la intervención inmediata del ente encargado, para dar una solución adecuada en el manejo y eliminación de estos desechos tóxicos.

## 7.2 ALIANZAS ESTRATÉGICAS

### 7.2.1 ENLACES CON ORGANIZACIONES AVANZADAS DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS.

En este punto se pone interés en los enlaces con organizaciones avanzadas de investigación y transferencia de tecnologías que tuvieron o que mantienen los laboratorios de agrobiotecnología en el país, durante el periodo 2006-2008; la respuesta se pudo elegir entre las siguientes organizaciones: Centros internacionales de investigación; Compañías privadas multinacionales; Compañías privadas nacionales; Universidades extranjeras; Universidades nacionales; Cooperativas, fundaciones, asociación de productores; y Otros como respuesta para especificar. Los encuestados mencionan sobre el 50% de respuesta individual (Gráfico 23 A), tener alianzas y enlaces avanzados de investigación y transferencia de tecnología, con universidades extranjeras, universidades nacionales, cooperativas y fundaciones; y con centros internacionales de investigación. Una proporción a nivel general se observa en el gráfico 23 B, donde los porcentajes mayores se encuentran en las universidades extranjeras 21%, las universidades nacionales 19%, cooperativas, fundaciones, asociación de productores 17% y centros internacionales de investigación con 16%.

Es notorio encontrar una respuesta de enlaces mayoritaria en universidades, dado que las instituciones académicas que cumplen un rol importante de la agrobiotecnología en el país, son la mayoría en este diagnóstico; y, por lo tanto el enlace con organizaciones de investigación científica homólogas como son las universidades tanto extranjeras como nacionales es más que evidente. Se destaca también un enlace en gran proporción con cooperativas, fundaciones y asociaciones de productores, tal vez por el hecho de que la agrobiotecnología debe funcionar también en la transferencia de tecnologías con estos tipos de organizaciones.

Dentro de “Otros” enlaces que se mencionan (8% del total general), se encuentran enlaces institucionales como: el CIBE-ESPOL con organismos internacionales; el CINCAE con el Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña (ICSB en Inglés); entre universidades como la ESPAM y UTEQ; la UTN con la UCE, el INIAP (capacitación) y empresa privada LUDIVAN; la UNL con organizaciones de orquídeas lojanas; Concepto Azul con instituciones públicas de enfoque social,

como la Penitenciaría de Guayaquil; Universidad San Francisco con INIAP; la ESPOCH con fundación Marco, Ayuda en Acción, Ayuntamiento de Madrid; la ESPE con INIAP; el Orquideario de la ciudad de Cuenca con cultivadores, comerciantes y asociación de orquídeas del país; la Fundación Peña Durini con asistencia genética de un profesor polaco; instituciones privadas como Nuevo Sol con la ESPE; Hilsea con Universidad de Wageningen Países Bajos, Esmeralda Breeding B.V. Holanda, Royalty Administration International (RAI) Holanda; varios laboratorios de Holanda, Biotecnología de la PUCE y con Ciencias Ambientales USFQ; la EMMOP con PROFORESTAL, AME (Asociación de municipalidades ecuatorianas) y Embajada de Japón.

### 7.2.2 FINALIDAD DE LAS ALIANZAS O ENLACES ESTRATÉGICOS CON INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS.

Las alianzas mencionadas o enlaces estratégicos entre las organizaciones, tienen objetivos y propósitos definidos que podrían enmarcarse dentro de las siguientes respuestas que fueron colocadas para ser seleccionadas por los encuestados, estas opciones fueron: resolver problemas de acceso a insumos para la investigación; resolver limitaciones en la capacidad de implementar investigación en su organización; resolver problemas en acceso y uso de la propiedad intelectual; relacionar con temas de agrobioseguridad.

Las alianzas mencionadas cumplen su objetivo de la siguiente manera; la mayoría responde que son encaminadas a resolver limitaciones en la capacidad de implementar investigación en su organización 62.5%, el 55% dice que la alianza o enlace se formó para resolver problemas de acceso a insumos para la investigación y un porcentaje menor menciona a “otras” como respuesta a esa alianza. (Gráfico 24 A y B).

Dentro de la respuesta “otras”, se destaca principalmente que las alianzas se relacionan con objetivos de capacitación o convenios de capacitación del personal del laboratorio como en la UNL que tiene convenios con la Universidad de Las Tunas en Cuba; UTEQ, UTPL, CIBE-ESPOL. También para resolver problemas de producción INIAP y ESPOCH; Intercambio de conocimientos en la mayoría de universidades como UNL, UTPL, etc.

Mencionan además que “brindan servicios o resuelven problemas específicos”, Orquideario de Cuenca, UTN, UNL, ESPE, ONELABT; las empresas privadas en general.

Para resolver problemas sanitarios el caso de Merisistemas con la Universidad de Minesota. Problemas de financiamiento la EMMOP; y apoyo económico menciona la PUCE. Fortalecimiento bilateral, Concepto azul, Parque Nacional Galápagos y la PUCE. Se puede destacar que entre, resolver problemas de acceso a insumos para la investigación y resolver limitaciones en la capacidad de implementar investigación en la organización, se encuentra cerca del 64% de respuestas mencionadas por los laboratorios, lo que sugiere que los enlaces o alianzas estratégicas se enmarcan sobre estas dos finalidades con mayor proporción a nivel nacional (Gráfico 24 B).

### 7.2.3 BENEFICIO DE LAS ALIANZAS O ENLACES ESTRATÉGICOS CON INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Una alianza o enlace debe llevar consigo un beneficio mutuo, sin embargo en muchas ocasiones esto no siempre suele ser lo más común; quien forma una alianza es muy probable que pueda

mencionar argumentos a favor o argumentos en contra respecto de los enlaces o alianzas que mantiene.

En este diagnóstico, de las 43 encuestas realizadas, 32 mencionan algún argumento a favor, que representa un 74% de respuestas, frente a la pregunta de argumentos a favor o en contra de las alianzas que mantienen; para la respuesta de los argumentos en contra solo 21 encuestados responden a esta consulta representando el 49% de las respuestas generales. (Gráfico 25). Lo que sugiere que existe menor cantidad de argumentos negativos, o visto desde otro punto, las alianzas tienen más ventajas o beneficios a ser mencionadas que desventajas.

#### 7.2.3.1 ASPECTOS POSITIVOS DE UNA ALIANZA: ARGUMENTOS A FAVOR.

Analizando las respuestas a nivel de categorías de instituciones se puede encontrar:

Las instituciones académicas, mencionan dentro de los argumentos a favor: a la capacitación del personal y de investigadores del área; también el financiamiento, el apoyo económico; intercambio de conocimientos y experiencias; mejora las relaciones institucionales; convenios de capacitación e investigación científica; acceso a equipos y tecnologías modernas; y, las alianzas permiten formar proyectos en conjunto.

Aquí podemos destacar lo que menciona la USFQ: las *“Alianzas permitieron realizar y conducir proyectos de investigación de interés mutuo, lo que promueve el avance biotecnológico del país”*. La ESPAM que dice: *“Intercambio de conocimientos, Ejecución de proyectos conjuntos, capacitación, publicación”*. La UTEQ: *“Mejoramiento de relaciones interinstitucionales. Firmas de convenio conjuntos tanto para investigación y capacitación. Ayuda económica para proyectos”*.

Las instituciones privadas por su lado, mencionan que las alianzas tienen argumentos a favor como: permitir disponer de información actualizada y de interés, conocimientos, actualización; apoyo institucional; fomento de procesos investigativos; difusión de conocimiento; asesorías, fortalecimiento en la capacitación, potenciar capacidades instaladas; transferencia de tecnologías, trabajo integral y participación en proyectos.

Se puede destacar lo que menciona el CINCAE en argumentos a favor de las alianzas: *“Participar en proyecto de alto costo con beneficio local. Aprovechar conocimiento y destrezas de laboratorios de universidades e instituciones de países desarrollados”*. Lo que menciona MERISISTEMAS: *“Comercialmente se logra un trabajo llave (integral), se abarca más con menos recursos. Se tiene un servicio más rápido y eficiente (a nivel productor). A nivel interno cada una de las empresas facilita logística, agiliza la investigación en ciertos puntos”*.

Las instituciones públicas mencionan que las alianzas estratégicas tienen argumentos a favor como: capacitación técnica científica; contactos, respuestas rápidas a problemas; alianzas en nuevos proyectos; vínculos de trabajo; y financiamiento.

Se puede destacar lo que menciona el PNG donde las alianzas estratégicas sirven para el *“Fortalecimiento técnico y científico para la reducción de salida de muestras de Galápagos. Mejora en la capacidad técnica y científica ecuatoriana como contraparte en programas de investigación. Respuesta rápida para enfrentar problemas de enfermedades”*.



Lo que mencionan dos laboratorios del INIAP *“La alianza crea vínculos de trabajo que permiten resolver problemas reales de las empresas cumpliendo con nuestra misión institucional a favor del agro y a mediano plazo venta de servicios para mantener una rentabilidad del laboratorio”, “Mejoramiento en las estrategias de investigación y fortalecimiento de capacidades. Oportunidades de nuevos proyectos”.*

El CIP como representante internacional en Ecuador menciona como argumentos a favor: el *“Intercambio de experiencias científicas y tecnológicas, intercambio de investigadores y entrenamientos en nuevas disciplinas. Obtención de apoyo institucional”.*

#### 7.2.3.2 ASPECTOS NEGATIVOS DE UNA ALIANZA: ARGUMENTOS EN CONTRA.

Por otra parte las alianzas son mencionadas en forma negativa para los siguientes aspectos:

El sector académico, menciona que existe un celo frente a la tecnología manejada; falta de una cooperación recíproca; la biopiratería; los laboratorios nacionales; en ocasiones no se puede resolver problemas de inmediato; no se puede abordar aspectos de mayor prioridad investigativa; falta de medios para efectivizar la investigación.

Se puede destacar lo que menciona un laboratorio de la PUCE *“Realidades diferentes, situaciones diferentes, diferente nivel de desarrollo tecnológico”* y lo que dice el laboratorio de la USFQ: *“El manejo operativo de las alianzas que en algunos casos entorpecieron el cronograma de actividades de los proyectos”.*

Los laboratorios de instituciones privadas en cambio mencionan: difusión de la información confidencial, ética profesional, difícil acceso a recursos por falta de equipos y personal, no hay presencia del IEPI.

Se destaca lo que menciona VITROPLANT *“Acuerdos de propiedad intelectual y derechos de publicación a veces complicados”* y lo que menciona Concepto Azul *“Inestabilidad institucional, en el caso de algunas instituciones públicas lo que crea inestabilidad de los programas”.*

Los argumentos en contra que mencionan las instituciones públicas no son muchos, se destaca: Falta de agilidad y no cumplen con ofrecimientos (el caso de SENACYT). Lo que menciona el PNG *“Inestabilidad institucional. Reducida implicación gubernamental. Reducida cantidad de jóvenes profesionales ecuatorianos en el área debido a escasez de programas de formación en biotecnología molecular”.* Lo que menciona INIAP *“En ciertos casos los objetivos de investigación no son prioritarios para el país. Pueden tener acceso a material genético estratégico para el país”.*

Los argumentos en contra sobre las alianzas estratégicas que menciona los laboratorios del CIP-Quito como institución internacional en Ecuador son: *“Convenio con ciertas empresas privadas o multinacionales se basan en acuerdos de confidencialidad muy restrictivos que limitan las publicaciones de ciertos trabajos”.*

#### 7.2.4 CONTINUIDAD DE LAS ALIANZAS O ENLACES ESTRATÉGICOS CON INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA.

Los laboratorios pretenden continuar con las alianzas estratégicas en el futuro, esto lo mencionan de la siguiente forma.

El 93% de los encuestados menciona que quieren continuar con las alianzas estratégicas o buscar nuevas alianzas (Gráfico 26). Se proporcionó una lista de opciones de organizaciones a ser seleccionadas como: centros internacionales de investigación, compañías privadas internacionales, compañías privadas nacionales, universidades extranjeras, universidades nacionales, cooperativas, fundaciones, asociación de productores, otros (equipos de investigación específicos); y de estos, marcaron su respuesta de acuerdo a su interés.

Es evidente que las alianzas son importantes para la continuidad y desarrollo de la agrobiotecnología, independiente del tipo de institución que sea; las respuestas más frecuentes y de mayor proporción están en formar alianzas con centros internacionales de investigación, las universidades tanto nacionales como extranjeras y las cooperativas, fundaciones y asociaciones de productores. (Gráfico 27 A). Las compañías privadas tanto nacionales como multinacionales no son muy mencionadas para continuar o realizar alianzas estratégicas.

Un panorama muy parecido a lo que ocurrió con las alianzas estratégicas o vínculos actuales (Gráfico 23 a y B), donde también se destacaron las universidades nacionales y extranjeras, así como las cooperativas, fundaciones y asociaciones de productores y los centros internacionales de investigación. Lo que sugiere una continuidad en el sistema actual de enlaces o alianzas estratégicas para el futuro.

### 7.3 PROYECCIÓN DE LAS TÉCNICAS A IMPLEMENTARSE A FUTURO

En lo que se refiere a las proyecciones de técnicas a implementar a futuro si dispusiera de recursos adicionales, se encontró un sin número de respuestas para cada laboratorio e institución, esto posiblemente debido a la situación y realidades propias de cada laboratorio, lo que implica el uso de las técnicas con una prospección futura, asociadas a su actual trabajo, investigación u organismos de estudio; por lo que se muestra las respuestas mencionadas ordenadas por tipo de institución categorizadas.

#### 7.3.1 TÉCNICAS A IMPLEMENTAR: INSTITUCIONES PÚBLICAS

En las instituciones públicas, se menciona implementar las siguientes técnicas de investigación:

INIAP: implementar sistemas de inmersión temporal (cultivo in Vitro), bioreactores; secuenciación de librerías genómicas, desarrollo de marcadores SSRs, producción de embriones somáticos, mutaciones para frutales con poca variabilidad genética como tomate de árbol y babaco; cultivo de anteras en cereales; técnicas de ADN recombinante; técnicas de diagnóstico.

PNG: Real-time, PCR (inmunología, cuantificación de genes de expresión, estudios cuantitativos); micro propagación de plantas en peligro, banco de germoplasma; equipos de electroforesis de mayor capacidad, SSR con fluorescencia; inmunofluorescencia.

CIZ-UCE: ELISA; RFLP, microsatélites; AFLPS; cultivos celulares; proteómica.

EMMOP: micropropagación y cultivo de tejidos en varias especies forestales y ornamentales; marcación molecular; técnicas de transformación genética.

### 7.3.2 TÉCNICAS A IMPLEMENTAR: INSTITUCIONES PRIVADAS

Las instituciones privadas mencionan:

ANCUPA: técnicas de cultivo meristemático; técnicas de marcadores moleculares (taxonomía).

ONELABT: secuenciación, marcadores moleculares nuevos, cultivo células animales, producción probióticos.

CINCAE: marcadores moleculares para mejoramiento asistido; técnicas de PCR para diagnóstico de enfermedades de caña.

CONCEPTO AZUL: Real-time, PCR (inmunología, cuantificación de genes de expresión, estudios cuantitativos); micropropagación, programas de agroforestería; equipos de electroforesis de mayor capacidad, SSR con fluorescencia; microscopía confocal.

PRONACA: PCR; transferencia de embriones.

Fundación Juan Manuel Durini: laboratorio de tipo comercial.

NUEVO SOL: Cultivo de meristemas; termoterapia; limpieza de material; biología molecular; PCR diagnóstico de virus; conservación e intercambio de germoplasma in vitro; técnica de hibridación.

HILSEA: PCR para diagnóstico de enfermedades en plantas, principalmente virus y bacterias, AFLP u otras técnicas para caracterización molecular y estudios de paternidad.

MERISISTEMAS: crioconservación de materiales; manejo de embriones (embriogénesis somática).

BONANZA: potencializar la micropropagación, aclimatación (adaptación); manejo laboratorio; investigación sobre medios de cultivo específicos por especie, en sus diferentes etapas de desarrollo; uso de reguladores de crecimiento BAP, ANA, AG3, etc.

Fundación VITROPLANT: PCR tiempo real; expresión diferencial de genes; bioreactor por inmersión parcial.

### 7.3.3 TÉCNICAS A IMPLEMENTAR: INSTITUCIONES ACADÉMICAS

En las instituciones académicas mencionan:

UTM: equipamiento de sistemas de inmersión temporal para la multiplicación masiva de plantas y equipos necesarios para el cultivo in Vitro; prestación de servicios a la comunidad agrícola de la provincia y el país; investigación de protocolos de propagación de nuevas especies de cultivo intensivo; y biología molecular.

UTEQ: técnicas de ADN recombinante; transformación genética; marcadores moleculares; técnicas de cultivo de tejidos.

CIBE-ESPOL: mejoramiento en protección de cultivos y producción; identificación de genes; metabolitos, proteínas y otros compuestos de interés relacionados con la resistencia a enfermedades y la obtención de nuevos productos bioactivos. Desarrollo de nuevas tecnologías y procedimientos de cultivo de tejidos (diferentes especies vegetales de interés nacional); mejoramiento genético de variedades mediante IG; y caracterización de poblaciones de fitopatógenos; y, desarrollo y aplicación de procedimientos para diagnóstico inmunoquímico y molecular.

ESPM: conservación de germoplasma invitro; mejoramiento, rescate de embriones, cultivo de anteras; protoplasto, semilla artificial; marcadores moleculares: SSR y SNPS; análisis de paternidad; marcadores moleculares: RAPDS Y AFLPS.

UNL: saneamiento y limpieza material.

ESPE: bombardeo por microproyectiles; electroporación; ingeniería metabólica (producción de metabolitos secundarios); incrementar el uso de marcadores moleculares; técnicas de transformación genética.

USFQ: expresión de genes; microarrays; técnicas de ADN recombinante; implementar laboratorio de certificación de variedades.

ESPOCH: cultivos celulares y tejidos especies forestales; marcadores moleculares en especies forestales; identificación molecular de genes involucrados en la producción de antibióticos; secuenciación de genes; técnicas de ADN recombinante.

PUCE: estudio de marcadores moleculares asociados a genes funcionales; desarrollo de marcadores asociados al ARN; desarrollo de marcadores ligados al sexo (cromosoma Y); técnicas del grupo 4 , grupo 6 y grupo 2; PCR para microorganismos de interés agrícola; caracterización molecular de cepas de azotobacter; spirulina, trichoderma, hongos entomopatógenos; prospección y caracterización molecular de cepas de bacterias con potencial de PGPRS; genómicas funcional y estructural, proteómica y metabolómica; desarrollo de bancos de ADNc; secuenciación de proteínas; expresión de genes y microarrays.

UCE: técnicas de los grupo 3 (Técnicas de Diagnóstico: ELISA, anticuerpos monoclonales, sondas de ácidos nucleicos, PCR, Extracción de ADN y otros.); grupo 6 (Técnicas Genómicas Funcional y Estructural, Proteómica, desarrollo de bancos de ADNc, secuenciación de proteínas, expresión de genes, microarrays); grupo 2 (marcadores moleculares); y grupo 5 (técnicas de transformación genética).

UDA: micropropagación especies leñosas endémicas; micropropagación especies comerciales (frutales ornamentales); conservación e intercambio germoplasma; técnicas de diagnóstico.

UNL: nuevas técnicas de genotipaje; detección de marcadores moleculares; anticuerpos monoclonales; cultivo de embriones.

Orquideario de la U. de Cuenca: intercambio de germoplasma (semillas) interno (conservación); técnicas de diagnóstico, clasificación de plantas a través de ADN.

UTPL: técnicas de marcadores moleculares enfocadas a estudios de variación somaclonal; proteómica y metabolitos in Vitro; genómica.

UTN: cultivo con bioreactores; investigación molecular.

Y como institución internacional el CIP en Quito menciona: secuenciación, PCR tiempo real; clonación, creación de librerías genéticas.

## 8. ÁREAS IMPORTANTES PARA EL PROGRESO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

Bajo el supuesto de disponer recursos para invertirlos en las áreas más importantes, destinadas al progreso de la investigación en biotecnología, los encuestados en los laboratorios dieron las respuestas siguientes.

Más de un 70% en las respuestas individuales, se encuentran en el equipamiento, la capacitación, investigación y el personal, como las áreas más prioritarias que consideran ser necesarias para el progreso de la investigación en los laboratorios (Gráfico 28 A). De forma general estas áreas ocupan las proporciones mayores evidenciando la necesidad de la implementación de los laboratorios con equipos adecuados para el desarrollo de investigación y la necesidad de tener personal capacitado en el área agrobiotecnológica (Gráfico 28 B).

## 9. PRODUCTOS U ORGANISMOS IMPORTANTES PARA DESARROLLAR BIOTECNOLOGÍA EN LOS LABORATORIOS

Bajo el supuesto de disponer de recursos adicionales y utilizarlos en productos u organismos (plantas, animales o microorganismos) más importantes a desarrollar biotecnología en el laboratorio, se genera respuestas que están acordes a su estado actual y realidad, por lo que se anota lo que mencionan las instituciones participantes en el diagnóstico.

### 9.1 PRODUCTOS U ORGANISMOS IMPORTANTES: INSTITUCIONES ACADÉMICAS.

Las instituciones Académicas mencionan los siguientes productos u organismos a desarrollarse en sus laboratorios:

UTM: Tomate, tomate de árbol, plantas ornamentales (anturios, orquídeas, sphenocarpium), cultivos tropicales. Papa (cultivo de meristemas).

UTEQ: Cacao, Pachaco, Moral fino, Palma, Cedro, Caoba y Teca. Ganado ovino, vacunas, porcino, bovinos.

CIBE-ESPOL: Plantas (banano, cacao, café, bambú) y microorganismos (beneficiosos y patógenos).

ESPAM: Ornamentales, bacterias, hongos, bovino, plátano, banano, rosas, heliconia.

UNL: Forestales nativos de la zona, frutales (vasconcellas). Plantas y animales amazónicos (uso y conservación), Vacunas para enfermedades humanas y animales, embriones de animales: bovinos y cerdos mejorados para inseminación.

ESPE: Plantas (ornamentales, nuevas variedades y patentarlas) y frutales. Plantas exóticas (metabolitos secundarios). Solanáceas (tomate, naranjilla, silvestres), Cereales (trigo), Forestales (Polylepis) etc.

USFQ: diferentes especies de la agrobiodiversidad del país, frutales andinos.

ESPOCH: Producción de *caesalpinia spinosa*, *juglans neotropica*, *cedrella montana*. Agentes biológicos de biocontrol de plagas y enfermedades de plantas. Producción de antibióticos. Microorganismos.

PUCE: Expresión de genes diferenciales, microorganismos solubilizadores de fosforo, algas.

UCE: hongos de control biológico, biofertilizantes, biocombustibles, conservación de germoplasma, caracterización de material vegetal y búsqueda de genes de interés. Mejoramiento de plantas, resistencia en plantas nativas productivas.

UDA: Plantas-bacterias generadoras metales específicos.

Orquideario de la Universidad de Cuenca: bromeliaceas, cactus.

UTPL: Plantas, microorganismos.

UTN: frutilla, ampliar escala de producción en crisantemos, caña guadua.

## 9.2 PRODUCTOS U ORGANISMOS IMPORTANTES: INSTITUCIONES PRIVADAS.

Las instituciones Privadas mencionan como productos u organismos importantes:

ANCUPA: Controladores biológicos.

ONELABT S.A.: Banano, palma africana.

CINCAE: Caña de azúcar.

CONCEPTO AZUL S.A.: diversificación de cultivos acuícolas, microorganismos probióticos, micropropagación de plantas forestales, indexación de virus.

Fundación forestal Juan Manuel Durini: Pino, terminalia, jacaranda, maderables, magnolia.

NUEVO SOL PLANTAS C.L.: Variedades ornamentales de jardín y maceta.

HILSEA: Cultivos ornamentales. Resistencia de plagas y enfermedades.



MERISISTEMAS S.A.: Cacao, ornamentales.

BONANZA: Plantas ornamentales, forestales, medicinales.

Fundación VITROPLANT: Plantas con tolerancia o resistencia, biocontroladores y bionoculantes. Producción de metabolitos secundarios.

### 9.3 PRODUCTOS U ORGANISMOS IMPORTANTES: INSTITUCIONES PÚBLICAS.

Las instituciones públicas mencionan como productos u organismos importantes:

INIAP: Plantas. Producción masiva de plantas in vitro. Cultivos nativos y rubros de importancia para exportación. Frutales (Babaco, tomate de árbol, chirimoya, aguacate), forestales andinos para reforestación y especies maderables de importancia. Multiplicación in-vitro de especies para seguridad alimentaria como yuca.

PNG: Planta propagación. Especies sujetas a pesca para definir estrategias de explotación. Especies silvestres manejo y conservación.

CIZ-UCE: Animales (cerdos, bovinos) artrópodos. Microorganismos (bacterias, virus).

EMMOP: Plantas forestales y ornamentales, Plantas ornamentales mejoradas para jardín.

CIP: (institución internacional) menciona: Por los objetivos de nuestra institución no se nos permite el desarrollo de productos para uso comercial.

### 10. PROYECTOS EJECUTADOS Y ACTUALES DE LAS INSTITUCIONES PARTICIPANTES.

Los proyectos ejecutados y en ejecución mencionados por los laboratorios se presentan en los cuadros 17, 18 y 19.

### 11. INFRAESTRUCTURA Y AREAS OPERATIVAS DE LOS LABORATORIOS

Los laboratorios mencionaron las áreas de trabajo que poseen y la superficie de construcción que abarca las mismas; con estos valores de superficie que corresponden a las áreas que utilizan los laboratorios de agrobiotecnología, se realizan las observaciones siguientes:

De manera general los cuatro laboratorios categorizados con línea de acción en agrobiotecnología, abarcan una superficie total de 4211 m<sup>2</sup>. En promedio general cada laboratorio tendría aproximadamente 25,68 ± 5,36 m<sup>2</sup> como superficie destinada para trabajo en cada laboratorio. Un análisis más detenido, muestra a los laboratorios de Cultivo de Tejidos, con mayor área de superficie que el resto de laboratorios con 2555,38 m<sup>2</sup>, lo que sugiere que en cuestión de infraestructura estos laboratorios están mayoritariamente representados coincidiendo con la proporción y frecuencia a nivel nacional de mayor dedicación para este tipo de laboratorios. En cuestión de tamaño de superficie de uso de laboratorios, se encuentra en segundo lugar los

laboratorios de Biología Molecular, y luego los laboratorios de Diagnostico de Enfermedades y por último Bioinformática (Cuadro 20).

En lo relacionado a los valores promedios de superficie utilizada por los cuatro laboratorios, se puede notar que individualmente los laboratorios de Diagnostico de Enfermedades poseen un área mayor de superficie, con  $43,4 \pm 42,79 \text{ m}^2$  en uso; sin embargo hay que recordar que son pocos los laboratorios para esta área lo que provoca promedios con mucha variabilidad o valores grandes para los límites de confianza (Cuadro 20, Gráfico 29 A y B).

Los valores promedio para las áreas de los otros tres laboratorios (Bioinformática, Biología Molecular y Cultivo de Tejidos), poseen límites de confianza más bajos, lo que implica una mejor respuesta ante el resultado de sus promedios, es decir mayor confianza. En general se podría considerar que el funcionamiento de un laboratorio para cualquiera de estos tres tipos de laboratorios categorizados, se encuentra en promedio entre 21 y 26  $\text{m}^2$ . Los valores de área mínima en los laboratorios de Biología Molecular y Cultivo de tejidos (2 y 3  $\text{m}^2$ , cuadro 20), corresponde a una parte del área de trabajo de un laboratorio, como puede ser una sala de extracción o una cámara de cultivo, etc., y no a un área total de un laboratorio de cultivo de tejidos o biología molecular; en el caso de los valores de área máxima (160 y 280  $\text{m}^2$ , cuadro 20), corresponden aquí si a valores de toda el área de un laboratorio de biología molecular y cultivo de tejidos; ya que de esta manera, se mencionaron en la encuesta, con este antecedente los valores de promedios de área, indican con mejor aproximación el tamaño de un laboratorio en uso de su infraestructura con dedicación a cualquiera de los cuatro laboratorios caracterizados para agrobiotecnología (Cuadro 20).

A nivel de regiones, es la región sierra la que cuenta con una mayor área total de trabajo para los cuatro laboratorios categorizados, abarcando una superficie de 2832  $\text{m}^2$ , lo que sugiere que esta mayor superficie de área, es proporcional en función de que las actividades agrobiotecnológicas se concentran y desarrollan en esta región. En cuestión de actividades, así como de superficie ocupada por laboratorios dedicados a la agrobiotecnología, se tiene a la región costa con una superficie de 1229  $\text{m}^2$ ; y, como es lógico pensar una menor superficie ocupa la región insular, que en el estudio muestra 150  $\text{m}^2$  en total (Cuadro 21 y Grafico 31 D).

Al observar los valores promedios para el área de uso de los cuatro laboratorios, se podría considerar que hay una tendencia en cuestión de área promedio, de ser muy homogéneas en las dos regiones costa y sierra; lo que podría significar homogeneidad en las de áreas de trabajo de los laboratorios de agrobiotecnología para las dos regiones (Cuadro 21 y Gráfico 30 B), si bien es cierto que la respuesta de promedios en la región insular tiene valores más grandes en cada laboratorio, hay que destacar que son superficies de una sola institución que poseen áreas grandes para el funcionamiento de los laboratorios con fines de investigación y docencia por lo que no se ha realizado un promedio de sus áreas, por lo que no podría compararse con el resto.

Se puede evidenciar que las Instituciones académicas utilizan la mayor área de superficie dedicada en los cuatro laboratorios de agrobiotecnología 2378  $\text{m}^2$  y que corresponde al 56% del total, las Instituciones Privadas ocupan un 27% con 1119  $\text{m}^2$ , las Instituciones Públicas 659  $\text{m}^2$  con el 16% y la institución Internacional con el 1% (Cuadro 22 y Grafico 31 C). Estos datos indican que en las instituciones académicas de forma general, existe una mayor actividad en agrobiotecnología; luego estarían ubicadas las instituciones privadas y públicas; y al final la única institución internacional registrada en nuestro estudio.

Se considera que existe una relación estrecha, en el hecho de que a un área de superficie total mayor, le corresponde una mayor importancia o dedicación en actividades agrobiotecnológicas; entonces tenemos, que la mayor actividad agrobiotecnológica a nivel nacional, está en la categoría de instituciones académicas dedicadas al cultivo de tejidos (Cuadro 22); luego el segundo lugar de ubicación le correspondería a la biología molecular también en el sector académico, en tercer lugar estaría el cultivo de tejidos para las instituciones privadas y en cuarto lugar el cultivo de tejidos para instituciones públicas (Gráfico 31 A y C).

Hay que destacar que en una institución académica “CIBE-ESPOL”, se destina un área específica para un laboratorio de bioinformática de 21 m<sup>2</sup>, lo que podría ser algo muy interesante de acotar puesto que en la actualidad, la tecnología, el uso de herramientas, software o paquetes computacionales específicos para trabajos biotecnológicos, además de gente preparada en el área, son muy necesarios y de gran importancia en las ciencias biológicas a la que pertenece la biotecnología. Hay otros laboratorios que poseen espacios compartidos o más pequeños donde manejan la parte informática y computacional como Concepto Azul, pero no le dan la relevancia necesaria en espacio y funcionalidad como en el CIBE-ESPOL.

Las áreas más comunes mencionadas dentro de cada uno de los laboratorios categorizados se describen a continuación en los cuadros poniendo atención a las regiones en el Ecuador.

Hay que destacar que hay laboratorios donde se considera el área como una biofábrica como el caso del laboratorio de cultivo de tejidos en la ESPE y también podría ser considerado los laboratorios de Hilsea Investments Ltda.

## 12. EQUIPAMIENTO

Los equipos mencionados por los laboratorios se detallan en los cuadros 31, 32 y 33, donde se encuentran categorizados en grupos de equipos homogéneos; los nombres de los equipos que pertenecen a cada grupo categorizado se describen.

## 13. RECURSOS HUMANOS

Es indudable que uno de los actores principales para la funcionalidad, desarrollo, implementación y progreso de las instituciones, constituyen el personal o recurso humano; es por eso que en el diagnóstico se toma como actores de generación de trabajo, conocimiento y desarrollo, a los siguientes grupos de personas que se enmarcan en las actividades agrobiotecnológicas: los profesionales con título de cuarto nivel, a nivel de Doctorado (PhD) o maestría (MSc.) o equivalentes (especialistas o diplomados); los profesionales de tercer nivel, ingeniería o licenciatura; tesistas o becarios; y personal de apoyo para el desempeño de las actividades agrobiotecnológicas.

De esta manera la participación de las personas que trabajan en los laboratorios, es considerada en función de ETC (Equivalencias Tiempo Completo); es decir, que una persona que trabaja a tiempo completo tendrá el valor de 1, y una persona que trabaja a medio tiempo tendrá el valor de 0.5; y así proporcional a el tiempo de dedicación en el laboratorio. El cálculo del costo

promedio anual que percibe un individuo que trabaja en cualquiera de los laboratorios categorizados también fue considerado y se revisa a continuación.

A nivel general en los laboratorios, en promedio existen 3.5 PhDs que perciben anualmente 16281,25 USD; los MSc o equivalentes son 4.1 y reciben un promedio de 8567,86 USD anuales; para la categoría profesionales, ingenieros o licenciados hay 7.5 con un sueldo promedio anual de 7053,08 USD; en la categoría tesisistas o becarios 7.5 (ETC) con sueldos de 3806,67 USD anuales y para el personal de apoyo 24.2 (ETC), que perciben 3945,26 USD anuales (Cuadro 34 y Gráfico 32).

Se puede destacar que existen PhDs que trabajan un tercio de su tiempo para los laboratorios y también que en ciertos laboratorios se constata la presencia de hasta ocho doctores a tiempo completo, como es el caso del CIBE-ESPOL (cuadro 34 y gráfico 33 A). Durante el periodo 2006-2009 es notorio observar una frecuencia de participación en 37 ocasiones para una ETC, así como también de 2 ETC en Ph.D. mencionado en once ocasiones y a medio tiempo 0.5 ETC con una frecuencia de ocho como las más relevantes (Gráfico 33 A).

Los profesionales y master o equivalentes, tiene una presencia muy parecida en el diagnóstico, es notorio observar también que existen profesionales y master que dedican su trabajo para el laboratorio en un mínimo de su tiempo 0.2 y 0.25, y lo contrapuesto de que existe un número bastante grande de personal en estas categorías, llegando como máximo en algunos laboratorios de entre 14 y 18 ETC (Cuadro 34 y Gráfico 33 B y C).

El grupo de tesisistas o becarios, es el recurso que puede estar ausente en algunos laboratorios y también presente en grupos de entre 2 a 6 tesisistas o becarios por lo general en los laboratorios de las instituciones, además junto con el grupo de personal e apoyo son los que perciben en promedio anual las remuneraciones más bajas (Cuadro 34 y Gráficos 32 y 33 D).

El personal de apoyo es quien tiene mayor presencia en los laboratorios, esto se supone se debe a que estas personas son las que cumplen o desarrollan el trabajo puntual y ponen en funcionamiento gran parte del trabajo operativo o mecánico de los laboratorios. Sin embargo los valores grandes de ETC de 100 o 130 corresponden a considerar a los trabajadores de las plantaciones o fincas adjuntas a la empresa o institución como florícolas de Nuevo Sol Plantas y Hilsea Investments Ltda. Esta categoría de recurso humano, es quien en promedio anual percibe los ingresos más bajos (Cuadro 34 y Gráficos 32 y 33 E).

Si analizamos un poco más a fondo los costos o remuneraciones anuales, clasificando las respuestas en rango de clases, se puede observar que lo más frecuente en la categoría de doctores o Ph.D, se encuentra en las remuneraciones de entre 3100-10480 y 10460-17860 donde se concentra la mayoría de personal de esta categoría que percibe remuneraciones de entre estos rangos de costos. También se puede notar que muy pocos son aquellos doctores que perciben remuneraciones de entre 32620 - 40000 USD anuales (Gráfico 34 A). En el caso de las remuneraciones para la categoría master o equivalentes lo más frecuente es encontrar al personal de entre los rangos de 950-5560, 5560-10170 y 10170-14780 USD anuales, y también aquel personal en esta categoría que percibe sueldos anuales de entre 19390-24000 dólares (Gráfico 34 B). Para la categoría profesional, la remuneración se encuentra entre los rangos de 4400-7800 y 7800- 11200 USD anuales, y una persona que recibe remuneración entre 14600-18000 USD al año. (Gráfico 33 C). Los tesisistas y becarios tiene remuneraciones frecuentes entre 0-2880 y 2880-5760 USD anuales, también se puede apreciar que hay un tesisista o becario que percibe remuneración

entre 11520-14400 USD anuales. (Gráfico 33 D). El personal de apoyo tiene remuneraciones entre el rango de 2400-4800 USD anuales, en donde está concentrada la cantidad de personal; de igual manera como en las demás categorías existen personas en el personal de apoyo que son mejor remunerados, en este caso una persona con remuneración entre 9600-12000 dólares anuales (Gráfico 33 E).

A nivel de instituciones y basados en el hecho de que la mayor proporción de actividad agrobiotecnológica se encuentra en la sierra, se analiza el recurso humano tomando en consideración la clasificación de las categorías institucionales y la región del país. En el transcurso de los años 2006 a 2009 las respuestas mencionadas en la encuesta revelan una tendencia al incremento en el número de personal que labora en los laboratorios para ciertas instituciones, en tanto que en otras este número se mantiene o decrece. Para el caso del sector académico en la sierra se puede notar que existe un ligero incremento de personal para los años del 2006 al 2008 en donde en todos los grupos de recursos humanos tienen un ligero incremento en tanto que para el año 2009 decrece, posiblemente debido a que en el momento de la encuesta estos datos eran futuros, por lo que el número de personal no se describe o se mantiene en reserva, provocando una reducción en los datos totales; o tal vez atribuible, al hecho de que en esta región para el sector académico prácticamente un incremento de personal no es muy factible debido a que la mayoría de instituciones cuenta ya con un número determinado de empleados; sin embargo de manera general, se podría considerar una leve tendencia al descenso del recurso humano en todas las categorías para el sector académico (Gráfico 35 A).

Para el sector académico de la costa, en cambio, se puede notar una tendencia más marcada hacia el incremento del personal en todas las categorías de recursos humanos; esto puede atribuirse al hecho de que la región costa, al tener menor cantidad de instituciones académicas dedicadas a esta línea de acción agrobiotecnológica, se considera a la misma una alternativa de investigación y fomento de esta área, por lo que nuevas instituciones están apuntando a montar laboratorios con propósitos de enfocarlos a la agrobiotecnología como el caso de la ESPAM en Manabí, UTM en el Oro, y la UTEQ en Quevedo (Gráfico 35 B).

Para las instituciones del sector privado tanto en sierra como en la costa, es notorio observar un leve incremento del recurso humano; en la sierra el incremento es menor en todas las categorías excepto por la categoría personal de apoyo que tiene un incremento más acelerado en el 2008, comparado con la costa, donde se puede notar de mejor forma el incremento del recurso humano en todas las categorías con excepción del grupo de tesis o becarios que para el 2009 se reduce (Gráfico 35 C y D).

Para el sector público en cambio se nota en la costa una inestabilidad de manera general con una tendencia de la curva no muy normal, es decir las instituciones públicas en esta región no tienen una perspectiva muy clara de desarrollo o incremento de actividades para la agrobiotecnología (Gráfico 35 F); en cambio en la sierra la tendencia es observar un ligero incremento de todas las categorías de recursos humanos (Gráfico 35 E); es posible también notar que la curva de los tesis es más pronunciada que el resto de categorías, lo que puede indicar que existe mayor demanda de personal tesis o becario que se integra a estas labores de agrobiotecnología en instituciones públicas de la sierra, aquí debemos destacar la misión del INIAP como ente formador de nuevos profesionales que acoge a tesis en la rama de la agrobiotecnología.

Para la institución internacional en la sierra, el CIP, es más notorio la curva de tendencia en descenso (Gráfico 35 G), lo que implica una clara reducción de la gente o recurso humano que participa en las actividades de agrobiotecnología, hay que anotar que el CIP-Quito, se enfrenta en la actualidad a la inactividad en agrobiotecnología, manteniendo por el momento muy poca actividad en los mismos. Aquí hay que acotar también, el hecho de que algunas instituciones en la región sierra que constaban enlistados como instituciones dedicadas a la agrobiotecnología en documentos bibliográficos, en la actualidad ya no existen o dejaron de funcionar para esta línea de acción; se puede pensar entonces que en esta línea de acción al igual que en otras actividades o trabajos, existe el riesgo de inestabilidad, lo que provoca el cierre de las instituciones o el decremento de su actividad.

En la región insular con la única institución pública, el PNG como representante de esta región, se nota una tendencia de incremento del recurso humano para el 2009 (Gráfico 35 H), lo que implica que esta línea de acción agrobiotecnológica en esta región del país, toma una nueva perspectiva frente a la necesidad de trabajar en acciones que favorezcan el medio ambiente y las especies propias de la zona. En este punto vale recalcar la iniciativa del PNG a través de la Dra. Virna Cedeño quien conjuntamente con un grupo de profesionales, tiene ideas y propuestas nuevas para el beneficio de las Islas por medio de la biotecnología, una de ellas es poner en marcha el cultivo de tejidos vegetales en la micropropagación de especies endémicas de las islas.

Una visión general de los recursos humanos se puede observar en el gráfico 36, el personal de apoyo es quien tiene mayor presencia en las "ETC"; se puede destacar, en el sector privado este grupo con mayor tendencia e incremento en el tiempo muy notorio, así como también el resto de grupos tesistas, profesionales y PhDs, lo que podría considerarse como una tendencia a incrementar actividades de trabajo en el área de agrobiotecnología para estas instituciones privadas, atreviéndose a decir que el trabajo en esta área genera utilidades, razón por la que estas instituciones privadas incrementan el número de las categorías de personal que generan la actividad agrobiotecnológica.

Para el sector académico en cambio se nota una ligera tendencia a incrementar profesionales y otros grupos de recursos humanos en el tiempo, y más bien se puede considerar que la curva se mantiene en estos cuatro años sin variación significativa; sin embargo esto no quiere decir de una menor importancia en el área agrobiotecnológica, puesto que la mayoría de instituciones académicas tienen ya implementados y funcionando los laboratorios con el personal necesario y adecuado. Hay que recordar que en la costa se puede notar la presencia de nuevos laboratorios en universidades que tienen pocos años de creación, también considerar que las instituciones académicas son los entes encargados de formar nuevo personal capacitado para las áreas de la agrobiotecnología (Gráfico 36).

En las instituciones públicas en cambio, se nota una menor presencia de recurso humano capacitado como profesionales y personal de apoyo, esto posiblemente se debe a la falta de presupuesto que solvente el acceso a nuevo personal, o probablemente a la escasa mano de obra capacitada en esta área todavía no muy incursionada. Hay que recordar que entre estas instituciones se encuentra el INIAP, institución que está a la cabeza del área agrobiotecnológica en el país y entre su personal cada vez hay más profesionales especializados fruto del recurso humano que genera las universidades nacionales, que se integran como personal capacitado en esta importante área de la biotecnología. Además la importancia puesta en la biotecnología a nivel



nacional es evidente con la creación de nuevas instalaciones para laboratorios en la sierra y costa del país.

#### 14. CONCLUSIONES

- En este estudio participaron 29 instituciones de las cuales 10 se categorizaron como privadas, 14 como académicas, cuatro como públicas y una en el sector internacional. Se registraron 53 laboratorios a partir de 43 encuestas realizadas.
- De manera general, las instituciones Académicas tienen mayor presencia de laboratorios en agrobiotecnología. Entre las instituciones Académicas y Privadas suman el 83% de instituciones que poseen uno o más tipos de laboratorios dedicados a la línea de acción en agrobiotecnología en el Ecuador.
- Los laboratorios categorizados con línea de acción en biotecnología agrícola o agrobiotecnología en el Ecuador, corresponden a: Laboratorio de Cultivo de Tejidos, Laboratorio de Biología Molecular, Laboratorio de Diagnóstico de Enfermedades y Laboratorio de Bioinformática.
- Los laboratorios de Cultivo de Tejidos y Biología Molecular suman el 91 % del total general encuestado que se dedican a agrobiotecnología, el 49.06% corresponde a Cultivo de tejidos y el 41.51% a Biología Molecular.
- A nivel nacional doce provincias del Ecuador poseen instituciones y laboratorios dedicados a agrobiotecnología. A nivel regional la sierra tiene la concentración más grande de laboratorios dedicados a agrobiotecnología (69%) de los cuales la mayor parte son del sector académico. La región costa tiene el 28% de presencia de laboratorios, y de igual manera como ocurre en la sierra, son las Instituciones académicas que tienen mayor presencia de laboratorios para esta región.
- La categoría de instituciones académicas, se encuentra formada por las Universidades, Institutos de Educación Superior y Escuelas Politécnicas, que en porcentaje corresponden al 48% del total general de la encuesta.
- De manera general el número de laboratorios que posee una Institución está entre uno y dos, siendo Cultivo de tejidos y Biología Molecular los laboratorios más frecuentes. Es posible también identificar que el INIAP está presente en las regiones costa y sierra, con seis laboratorios dedicados a agrobiotecnología, en tres de las siete estaciones experimentales del país, además de un laboratorio dedicado a la conservación de germoplasma in vitro.
- A partir del año 1999 se han creado nuevos laboratorios en el país, en seis años (1999 a 2005) se crearon 20 nuevos laboratorios y en los últimos tres años (2006 a 2009) nueve laboratorios, mostrando una tendencia a crear, formar o readecuar laboratorios dedicados a actividades agrobiotecnológicas.

- Las biotecnologías mencionadas en las encuestas se categorizaron en 31 técnicas biotecnológicas, que son las que se aplican en el Ecuador. Los grupos de técnicas biotecnológicas aplicadas en mayor proporción corresponden al grupo uno, dos y tres; el resto de grupo de técnicas tiene una frecuencia muy baja o casi nula en cuestión de aplicación de técnicas relacionadas a este tipo de clasificación de técnicas. El 42% de las técnicas, corresponden a las biotecnologías del grupo uno (Técnicas de Cultivo Celulares y Tejidos); el 23% de uso corresponde al grupo dos (Técnicas de Marcadores Moleculares); 19% al grupo de técnicas tres (Técnicas de Diagnóstico).
- Las biotecnologías más frecuentemente utilizadas son la micro-propagación con 31.8%, en proporciones menores se encuentran el uso de marcadores moleculares, particularmente de microsátélites, AFLPS, y RAPDS.
- Al concentrarse la proporción de laboratorios en la sierra, también se encuentra mayor proporción de uso de técnicas biotecnológicas en esta región (26 técnicas de las 31 enlistadas).
- También se puede mencionar que las Instituciones académicas utilizan más del 50% las técnicas categorizadas de manera general (23 técnicas de las 31 enlistadas).
- Se categorizó a 21 grupos de organismos en estudio, de manera general los mejores porcentajes están en los grupos de organismos: Agentes patógenos y microorganismos (15.6%), forestales (12.3%), frutal nativo (12.0%), musáceas (8.7%), ornamentales (13.4%), Pecuaria acuicultura (5.1%) y Pecuaria animal (6.5%).
- Los porcentajes de los grupos forestales, frutales en general, musáceas y ornamentales suman aproximadamente un 45%; la suma entre los grupos pecuarios y agentes patógenos, y microorganismos cerca del 27%; y el resto del porcentaje está destinado a otros grupos que incluyen a otras especies vegetales menores, lo que evidencia que la agrobiotecnología a nivel nacional se concentra el estudio de especies vegetales.
- El grupo de Biotecnologías Uno, **Técnicas de Cultivo Celulares y Tejidos**, utiliza 17 de los 21 grupos de organismos en estudio, destacándose los grupos de organismos en estudio: Ornamentales, Forestales, Frutal nativo, Musáceas y Caña de azúcar.
- El grupo de Biotecnologías Dos, **Técnicas de Marcadores Moleculares**, se reporta su uso en 16 grupos de organismos en estudio, se estudian en mayor proporción los grupos Agentes patógenos y microorganismos, Frutal nativo, Musáceas, Pecuaria acuicultura y Pecuaria animal.
- El grupo de biotecnologías tres, **Técnicas de Diagnóstico**, se reporta en 11 de los 22 grupos de organismos, aplicándose a los grupos: Agentes patógenos y microorganismos, Pecuaria animal, Ornamentales y Caña de azúcar.
- Los laboratorios no poseen un plan de eliminación de desechos tóxicos (56%), el 44 % menciona tener un plan de eliminación de los mismos donde el almacenamiento, la recolección, la clasificación, el secamiento, el autoclavado, y el compostaje son las prácticas más comunes en la eliminación de geles de agar. Los elementos de alto riesgo

como el Bromuro de etidio son neutralizados adicionando cloro; algunos disponen de pozos sépticos específicos para “eliminación del bromuro de etidio”.

- Los laboratorios mantienen alianzas y enlaces avanzados de investigación y transferencia de tecnología, con las universidades extranjeras 21%, las universidades nacionales 19%, cooperativas, fundaciones, asociación de productores 17% y centros internacionales de investigación con 16%. Y sobre la finalidad de las alianzas y enlaces están en resolver limitaciones en la capacidad de implementar investigación en la organización y resolver problemas de acceso a insumos para la investigación.
- Entre los argumentos a favor de una alianza están: la capacitación; financiamiento y apoyo económico; intercambio de conocimientos y experiencias; acceso a equipos y tecnologías modernas; formar proyectos en conjunto; contactos y actualización. Y, entre los argumentos en contra de una alianza: el celo de la tecnología manejada; falta de una cooperación recíproca; la biopiratería; no se puede resolver problemas de inmediato; no se puede abordar aspectos de mayor prioridad investigativa; realidades y situaciones diferentes, ética profesional.
- Las proyecciones de técnicas a implementarse a futuro bajo el supuesto de disponer recursos adicionales, reporta gran variedad de respuestas en cada laboratorio e institución, la realidad o situación propia de cada laboratorio implica una prospección futura de las técnicas asociadas a su trabajo actual, investigación u organismos de estudio. Algo muy parecido ocurre con los productos u organismos de estudio, pues es evidente que las respuestas se enmarcan en la realidad o trabajo actual de los laboratorios.
- Bajo el supuesto de tener recursos adicionales, el equipamiento, la capacitación, investigación y el personal son las aéreas más prioritarias consideradas necesarias para el progreso de la investigación, es decir implementación de los laboratorios con equipos adecuados para el desarrollo de investigación y la necesidad de tener personal capacitado en el área.
- Los laboratorios de Cultivo de tejidos, poseen el área más grande de superficie utilizado para su trabajo, le sigue los laboratorios de Biología Molecular, el Diagnóstico de enfermedades y Bioinformática. Como promedio general cada laboratorio tendría 25.68 m<sup>2</sup> como área destinada para desarrollar su trabajo.
- Las Instituciones Académicas poseen la mayor superficie utilizada para el trabajo de los cuatro laboratorios (56%), le sigue las Instituciones Privadas (27%), Instituciones Públicas (16%), e internacional con el 1%.
- Una mayor actividad agrobiotecnológica a nivel nacional en función de sus áreas totales se encuentra en las instituciones académicas dedicadas al cultivo de tejidos; en segundo lugar la biología molecular también en el sector académico, en tercer lugar el cultivo de tejidos para las instituciones privadas y en cuarto lugar el cultivo de tejidos para las instituciones públicas.
- A nivel general por laboratorio existen 3.5 Ph.D (en ETC) que en promedio perciben 1628<sup>9</sup> USD anuales; 4.1 M.Sc. o equivalentes con un promedio de 8560 USD anuales; 7.5

profesionales con un sueldo promedio anual de 7050 USD; 5.7 tesistas o becarios con sueldos de 3800 USD anuales y 24,2 personas de apoyo que perciben 3940 USD anualmente.

- Se registran laboratorios donde un PhD consagra un tercio de su tiempo al trabajo en laboratorio (investigación), y en casos excepcionales se reporta la presencia de hasta ocho PhDs trabajando simultáneamente a tiempo completo durante el periodo 2006-2008. El personal de apoyo es quien tiene mayor presencia en los laboratorios, así como los profesionales y los tesistas o becarios.
- En la categoría de doctores o Ph.D, lo más frecuente en remuneraciones está en los rangos 3100-10480 y 10460-17860 USD anuales, muy pocos son los doctores que perciben remuneraciones de entre 32620 - 40000 USD al año.
- En la categoría master o equivalentes lo más frecuente es encontrar al personal de entre los rangos de 950-5560, 5560-10170 y 10170-14780 USD anuales, pero también personal que percibe sueldos anuales de entre 19390-24000 USD. Para los profesionales la remuneración está entre los rangos de 4400-7800 y 7800- 11200 USD anuales, y también existe personal que recibe remuneración entre 14600-18000 USD al año.
- Los tesistas y becarios tienen las remuneraciones entre 0-2880 y 2880-5760 USD anuales, aunque también se puede apreciar tesistas o becarios que perciben remuneración entre 11520-14400 USD anuales. El personal de apoyo tiene remuneraciones entre el rango de 2400-4800 USD anuales, de igual manera como en las demás categorías hay personal de apoyo que son mejor remunerados entre 9600-12000 USD al año.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- MARKET S.A., Ministerio del Ambiente. 2008.** *Estudio de percepción pública sobre Organismos Genéticamente modificados.* 2008.
- Morillo, Eduardo. 2007.** Propuesta en Agrobiotecnología para el PROCIANDINO. EESC, INIAP Quito, Pichincha, Ecuador.
- Wendt, Jan y Izquierdo, Julio. 2002.** *Manejo y gestión de la biotecnología agrícola apropiada para pequeños productores: estudio de caso Ecuador.* Santiago, Chile : REDBIO Internacional, 2002. Resumen ejecutivo.

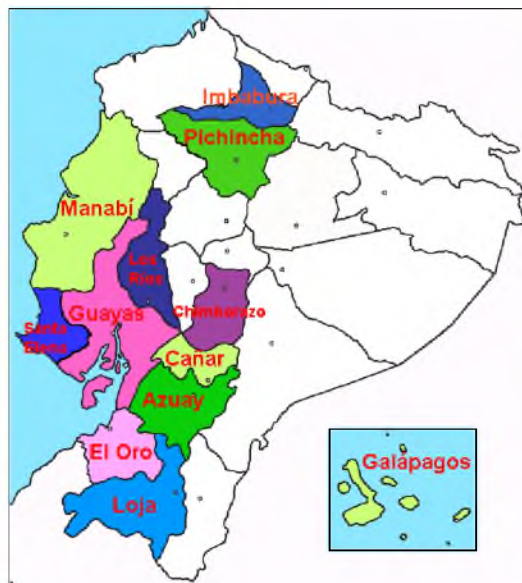
## 16. CUADROS

**Cuadro 1.** Instituciones participantes y laboratorios categorizados en el diagnóstico agrobiotecnológico, clasificados por región del país y tipo de institución

N	REGIÓN	SECTOR	INSTITUCIÓN	BI	BM	CT	DG	TOTAL
1	R.SIERRA	PRIVADO	BONANZA POR LA VIDA	-	-	1	-	1
2	R.COSTA	ACADÉMICO	CIBE-ESPOL	1	1	1	-	3
3	R.COSTA	PRIVADO	CINCAE	-	1	1	1	3
4	R.SIERRA	INTERNACIONAL	CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA	-	1	1	-	2
5	R.SIERRA	PÚBLICO	CENTRO INTERNACIONAL DE ZONOSIS - UCE	-	1	-	-	1
6	R.SIERRA	PÚBLICO	EMMOP-QUITO	-	-	1	-	1
7	R.SIERRA	ACADÉMICO	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	-	1	1	-	2
8	R.COSTA	ACADÉMICO	ESPAM	-	1	1	-	2
9	R.SIERRA	ACADÉMICO	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO	-	1	1	-	2
10	R.SIERRA	PRIVADO	FUNDACIÓN FORESTAL JUAN MANUEL DURINI	-	-	1	-	1
11	R.SIERRA	PRIVADO	FUNDACIÓN VITROPLANT (NF)	-	1	1	-	2
12	R.SIERRA	PRIVADO	HILSEA INVESTMENTS LTDA. GRUPO ESMERALDA	-	-	1	-	1
13	R.SIERRA Y R. COSTA	PÚBLICO	INIAP	-	3	3	-	6
14	R.SIERRA	PRIVADO	MERISISTEMAS S.A.	-	-	1	-	1
15	R.SIERRA	PRIVADO	NUEVO SOL PLANTAS C.L. (NF)	-	-	1	-	1
16	R.COSTA	PRIVADO	ONELABT S.A. (NF)	-	1	-	-	1
17	R.SIERRA	ACADÉMICO	ORQUIDEARIO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA	-	-	1	-	1
18	R.SIERRA	ACADÉMICO	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR	-	3	-	-	3
19	R.SIERRA	PRIVADO	PRONACA (NF)	-	-	-	1	1
20	R.SIERRA	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	-	1	2	-	3
21	R.INSULAR	PÚBLICO	PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS	-	1	-	1	2
22	R.SIERRA	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD DEL AZUAY	-	-	1	-	1
23	R.SIERRA	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	-	1	1	-	2
24	R.SIERRA	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO	-	1	1	-	2
25	R.COSTA	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO	-	1	1	-	2
26	R.COSTA	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA	-	-	1	-	1
27	R.SIERRA	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	-	1	1	-	2
28	R.COSTA	PRIVADO	CONCEPTO AZUL	-	1	-	1	2
29	R.SIERRA	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	-	-	1	-	1
<b>Total Laboratorios</b>				<b>1</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>53</b>
<b>Porcentaje</b>				<b>1,89%</b>	<b>41,51%</b>	<b>49,06%</b>	<b>7,55%</b>	<b>100%</b>

**Cuadro 2.** Provincias del Ecuador en donde se ubican las Instituciones participantes y los laboratorios dedicados a la biotecnología agrícola

Provincia	Instituciones		Laboratorios Categorizados	
	Frec.	Porc.	Frec.	Porc.
Azuay	2	6,90	4	7,55
Cañar	1	3,45	1	1,89
Chimborazo	1	3,45	2	3,77
El Oro	1	3,45	1	1,89
Galápagos	1	3,45	2	3,77
Guayas	3	10,34	8	15,09
Imbabura	1	3,45	1	1,89
Loja	2	6,90	4	7,55
Los Ríos	2	6,90	4	7,55
Manabí	1	3,45	2	3,77
Pichincha	13	44,83	22	41,51
Santa Elena	1	3,45	1	1,89
Sin_Prov.	-	-	1	1,89
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100%</b>	<b>53</b>	<b>100%</b>



**Cuadro 3.** Instituciones categorizadas por regiones, de acuerdo a la presencia en la encuesta

	R.COSTA	R.INSULAR	R.SIERRA	Tot.	Porc.
ACADÉMICO	4	-	10	14	46,7%
PRIVADO	3	-	7	10	33,3%
PÚBLICO	1	1	3	5	16,7%
INTERNACIONAL	-	-	1	1	3,3%
Tot.	8	1	21	30	
Porc.	26,7%	3,3%	70,0%		100%

**Cuadro 4.** Número de laboratorios en agrobiotecnología por tipo de institución en las regiones del Ecuador

	R.COSTA	R.INSULAR	R.SIERRA	Tot.	Porc.
ACADÉMICO	8	-	19	27	51%
PRIVADO	6	-	8	14	26%
PÚBLICO	2	2	6	10	19%
INTERNACIONAL	-	-	2	2	4%
Tot.	16	2	35	53	
Porc.	30%	4%	66%		100%



**Cuadro 5.** Grupo de técnicas biotecnológicas que mencionan ser utilizadas, clasificadas por regiones y categoría de Institución

Categoría de Institución		GRUPOS DE TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS						Frec.	Total	Porc.
		UNO	DOS	TRES	CUATRO	CINCO	SEIS			
R.Costa	ACADÉMICO	5	2	3	1	1	1	13	25	32%
	PRIVADO	2	3	3	1	1	1	11		
	PÚBLICO	1	-	-	-	-	-	1		
R.Sierra	ACADÉMICO	13	8	4	2	1	2	30	50	64%
	INTERNACIONAL	1	1	-	-	-	-	2		
	PRIVADO	7	1	2	-	-	-	10		
	PÚBLICO	3	2	2	1	-	-	8		
R.Insular	PÚBLICO	1	1	1	-	-	-	3	3	4%
<b>Frec.</b>		<b>33</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	
<b>Porc.</b>		<b>42%</b>	<b>23%</b>	<b>19%</b>	<b>6%</b>	<b>4%</b>	<b>5%</b>			<b>100%</b>

**Cuadro 6.** Biotecnologías clasificadas por grupos categorizados de acuerdo a la presencia en la encuesta y a utilización en el Ecuador

N	BIOTECNOLOGÍA APLICADA	Total mencionado	Conteo	Porc.	Total presencia	Porc.
<b>GRUPO UNO</b>						
1	Conservación de germoplasma in vitro	6	86	48,04%	11	35,48%
2	Crioconservación	1				
3	Cultivo de anteras y microesporas	3				
4	Cultivo de células animales	1				
5	Embriogénesis somática	1				
6	Fusión de protoplastos	2				
7	Inducción a embriogénesis	3				
8	Inseminación artificial	1				
9	Limpieza viral	2				
10	Micro-propagación	57				
11	Rescate de embriones	9				
<b>GRUPO DOS</b>						
12	AFLPS	12	61	34,08%	8	25,81%
13	Isoenzimas	1				
14	ISSRS	5				
15	Marcadores microsatélites	15				
16	Marcadores moleculares	15				
17	RAPDS	7				
18	RFLP	5				
19	SCARS	1				
<b>GRUPO TRES</b>						
20	ARN	2	17	9,50%	5	16,13%
21	Diagnóstico molecular	3				
22	Elisa	9				
23	Nested-PCR	2				
24	RT-PCR	1				
<b>GRUPO CUATRO</b>						
25	Clonación	2	8	4,47%	4	12,90%
26	Construcción de genes	1				
27	Hibridación	1				
28	Secuenciación	4				
<b>GRUPO CINCO</b>						
29	Transformación genética	3	3	1,68%	1	3,23%
<b>GRUPO SEIS</b>						
30	Expresión de genes	3	4	2,23%	2	6,45%
31	Expresión de genes, genómica y proteómica	1				
<b>Total</b>		<b>179</b>	<b>179</b>	<b>100%</b>	<b>31</b>	<b>100%</b>

**Cuadro 7.** Técnicas biotecnológicas aplicadas por regiones en el Ecuador

N	BIOTECNOLOGÍA APLICADA	R. SIERRA	R. COSTA	R. INSULAR	Tot.	Porc.
1	AFLPS	9	2	1	12	6,7%
2	ARN	2	-	-	2	1,1%
3	CLONACIÓN	1	1	-	2	1,1%
4	CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA IN VITRO	5	1	-	6	3,4%
5	CONSTRUCCIÓN DE GENES	1	-	-	1	0,6%
6	CRIOCONSERVACIÓN	-	1	-	1	0,6%
7	CULTIVO DE ANTERAS Y MICROESPORAS	3	-	-	3	1,7%
8	CULTIVO DE CELULAS ANIMALES	1	-	-	1	0,6%
9	DIAGNÓSTICO MOLECULAR	1	1	1	3	1,7%
10	ELISA	7	2	-	9	5,0%
11	EMBRIOGENESIS SOMATICA	1	-	-	1	0,6%
12	EXPRESIÓN DE GENES	2	1	-	3	1,7%
13	EXPRESIÓN DE GENES, GENÓMICA Y PROTEÓMICA	-	1	-	1	0,6%
14	FUSIÓN DE PROTOPLASTOS	2	-	-	2	1,1%
15	HIBRIDACIÓN	-	1	-	1	0,6%
16	INDUCCIÓN A EMBRIOGENESIS	3	-	-	3	1,7%
17	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	1	-	-	1	0,6%
18	ISOENZIMAS	1	-	-	1	0,6%
19	ISSRS	4	1	-	5	2,8%
20	LIMPIEZA VIRAL	1	1	-	2	1,1%
21	MARCADORES MICROSATELITES	12	3	-	15	8,4%
22	MARCADORES MOLECULARES	10	5	-	15	8,4%
23	MICRO-PROPAGACIÓN	39	17	1	57	31,8%
24	NESTED-PCR	-	2	-	2	1,1%
25	RAPDS	3	4	-	7	3,9%
26	RESCATE DE EMBRIONES	8	1	-	9	5,0%
27	RFLP	2	2	1	5	2,8%
28	RT-PCR	-	1	-	1	0,6%
29	SCARS	1	-	-	1	0,6%
30	SECUENCIACIÓN	3	1	-	4	2,2%
31	TRANSFORMACION GENÉTICA	1	2	-	3	1,7%
		124	51	4	179	
	Porcentaje	69,3%	28,5%	2,2%		100%
	Número de Técnicas Biotecnológicas utilizadas	26 (84%)	21 (68%)	4 (13%)		

**Cuadro 8.** Técnicas agrobiotecnológicas aplicadas a nivel nacional, por categoría de las Instituciones

N	BIOTECNOLOGÍA APLICADA	ACADÉMICO	INTERNACIONAL	PRIVADO	PÚBLICO	TOTAL	PORC.
1	AFLPS	7	1	3	1	12	6,7%
2	ARN	2	-	-	-	2	1,1%
3	CLONACIÓN	-	-	1	1	2	1,1%
4	CONSERVACION DE GERMOPLASMA IN VITRO	3	1	2	-	6	3,4%
5	CONSTRUCCIÓN DE GENES	1	-	-	-	1	0,6%
6	CRIOCONSERVACIÓN	1	-	-	-	1	0,6%
7	CULTIVO DE ANTERAS Y MICROESPORAS	1	-	1	1	3	1,7%
8	CULTIVO DE CELULAS ANIMALES	1	-	-	-	1	0,6%
9	DIAGNÓSTICO MOLECULAR	-	-	2	1	3	1,7%
10	ELISA	2	-	2	5	9	5,0%
11	EMBRIOGENESIS SOMATICA	-	-	1	-	1	0,6%
12	EXPRESIÓN DE GENES, GENÓMICA Y PROTEÓMICA	-	-	1	-	1	0,6%
13	EXPRESIÓN DE GENES	3	-	-	-	3	1,7%
14	FUSIÓN DE PROTOPLASTOS	2	-	-	-	2	1,1%
15	HIBRIDACIÓN	1	-	-	-	1	0,6%
16	INDUCCIÓN A EMBRIOGENESIS	2	-	-	1	3	1,7%
17	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	-	-	1	-	1	0,6%
18	ISOENZIMAS	-	1	-	-	1	0,6%
19	ISSRS	2	-	2	1	5	2,8%
20	LIMPIEZA VIRAL	1	-	1	-	2	1,1%
21	MARCADORES MICROSATELITES	10	1	3	1	15	8,4%
22	MARCADORES MOLECULARES	7	-	3	5	15	8,4%
23	MICRO-PROPAGACION	37	-	13	7	57	31,8%
24	NESTED-PCR	1	-	1	-	2	1,1%
25	RAPDS	2	1	3	1	7	3,9%
26	RESCATE DE EMBRIONES	5	-	4	-	9	5,0%
27	RFLP	2	1	2	-	5	2,8%
28	RT-PCR	-	-	1	-	1	0,6%
29	SCARS	1	-	-	-	1	0,6%
30	SECUENCIACIÓN	2	-	1	1	4	2,2%
31	TRANSFORMACIÓN GENÉTICA	2	-	1	-	3	1,7%
		98	6	49	26	179	
	Porcentaje	54,7%	3,4%	27,4%	14,5%		100%
	Número de Tec. Biotecnológicas Utilizadas	23 (74%)	6 (19%)	20 (65%)	12 (39%)		

**Cuadro 9.** Grupo de técnicas biotecnológicas mencionadas ser utilizadas, clasificadas por categoría de la Institución a nivel nacional

Categoría de Institución		GRUPOS DE TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS						Frec.	Total	Porc.
		UNO	DOS	TRES	CUATRO	CINCO	SEIS			
R. Costa	Académico	17	4	6	1	1	-	29	53	28%
	Privado	4	8	6	2	1	1	22		
	Público	2	-	-	-	-	-	2		
R. Sierra	Académico	38	25	8	3	2	3	79	133	70%
	Internacional	1	5	-	-	-	-	6		
	Privado	19	3	2	-	-	-	24		
	Público	7	5	10	2	-	-	24		
R. Insular	Privado	1	2	1	-	-	-	4	4	2%
<b>Frec.</b>		<b>89</b>	<b>52</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>190</b>	
<b>Porc.</b>		<b>47%</b>	<b>27%</b>	<b>17%</b>	<b>4%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>			<b>100%</b>

**Cuadro 10.** Grupo de técnicas biotecnológicas utilizadas, clasificadas por categoría de la Institución

Grupo Técnicas	Categoría de Instituciones				Tot.	Porc.
	ACADÉMICO	INTERNACIONAL	PRIVADO	PÚBLICO		
CINCO	3	-	1	-	4	2%
CUATRO	4	-	2	2	8	4%
DOS	29	5	13	5	52	27%
SEIS	3	-	1	-	4	2%
TRES	14	-	9	10	33	17%
UNO	55	1	24	9	89	47%
	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>50</b>	<b>26</b>	<b>190</b>	
	<b>57%</b>	<b>3%</b>	<b>26%</b>	<b>14%</b>		<b>100%</b>

**Cuadro 11.** Grupo de técnicas biotecnológicas utilizadas, clasificadas por regiones

Grupo Técnicas	Regiones del País			Tot.	Porc.
	R. COSTA	R. INSULAR	R. SIERRA		
CINCO	2	-	2	4	2%
CUATRO	3	-	5	8	4%
DOS	12	2	38	52	27%
SEIS	1	-	3	4	2%
TRES	12	1	20	33	17%
UNO	23	1	65	89	47%
	<b>53</b>	<b>4</b>	<b>133</b>	<b>190</b>	
	<b>28%</b>	<b>2%</b>	<b>70%</b>		<b>100%</b>

**Cuadro 12.** Grupos de organismos en estudio categorizados y mencionados en la encuesta

N	GRUPOS DE ORGANISMOS	FREC.	PORC.
1	AGENTES PATÓGENOS Y MICROORGANISMOS	43	15,6%
2	ARROZ	2	0,7%
3	CACAO	2	0,7%
4	CAÑA DE AZÚCAR	11	4,0%
5	CEREAL	2	0,7%
6	FORESTAL	34	12,3%
7	FRUTAL (NO ESPECIFICADO)	5	1,8%
8	FRUTAL (EXOTICO)	4	1,4%
9	FRUTAL (NATIVO)	33	12,0%
10	LEGUMINOSAS	1	0,4%
11	MEDICINALES	2	0,7%
12	MUSÁCEAS	24	8,7%
13	OLEAGINOSAS	4	1,4%
14	ORNAMENTALES	37	13,4%
15	OTROS	21	7,6%
16	PALMAS	5	1,8%
17	PECUARIO (ACUICULTURA)	14	5,1%
18	PECUARIO (ANIMAL)	18	6,5%
19	QUINOA	1	0,4%
20	SOLANÁCEAS	8	2,9%
21	TUBÉRCULOS	4	1,4%
	VACÍO	1	0,4%
	<b>TOTAL</b>	<b>276</b>	<b>100%</b>



**Cuadro 13.** Grupo de Organismos Estudiados en los grupos de técnicas Biotecnológicas

		GRUPO DE TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS											
		UNO		DOS		TRES		CUATRO		CINCO		SEIS	
N	GRUPOS DE ORGANISMOS	FRE	POR	FRE	POR	FRE	POR	FRE	POR	FRE	POR	FRE	POR
1	AG. PATG. Y MIC-ORG.	2	1,6	9	12,5	24	50,0	4	36,4	-	-	4	44,4
2	ARROZ	-	-	-	-	-	-	1	9,1	1	14,3	-	-
3	CACAO	1	0,8	1	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
4	CAÑA DE AZÚCAR	6	4,7	1	1,4	4	8,3	-	-	-	-	-	-
5	CEREAL	2	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	FORESTAL	29	22,7	2	2,8	2	4,2	1	9,1	-	-	-	-
7	FRUTAL (NO ESPECIFICADO)	2	1,6	2	2,8	1	2,1	-	-	-	-	-	-
8	FRUTAL (EXOTICO)	4	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	FRUTAL (NATIVO)	22	17,2	8	11,1	-	-	-	-	2	28,6	1	11,1
10	LEGUMINOSAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,1
11	MEDICINALES	2	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	MUSÁCEAS	16	12,5	6	8,3	-	-	1	9,1	1	14,3	-	-
13	OLEAGINOSAS	1	0,8	2	2,8	1	2,1	-	-	-	-	-	-
14	ORNAMENTALES	29	22,7	2	2,8	4	8,3	-	-	2	28,6	-	-
15	OTROS	2	1,6	11	15,3	4	8,3	3	27,3	-	-	1	11,1
16	PALMAS	2	1,6	2	2,8	1	2,1	-	-	-	-	-	-
17	PECUARIO (ACUICULTURA)	3	2,3	12	16,7	1	2,1	-	-	1	14,3	-	-
18	PECUARIO (ANIMAL)	-	-	9	12,5	5	10,4	-	-	-	-	1	11,1
19	QUINOA	-	-	1	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
20	SOLANÁCEAS	2	1,6	3	4,2	1	2,1	1	9,1	-	-	1	11,1
21	TUBÉRCULOS	3	2,3	1	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	128	100%	72	100%	48	100%	11	100%	7	100%	9	100%
	<b>Número de Grupos de organismos usados</b>	<b>17</b>		<b>16</b>		<b>11</b>		<b>6</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	

**Cuadro 14.** Grupo de organismos mencionados, técnicas y categoría de grupos en las instituciones académicas participantes

GRUPO TÉCNICA	TÉCNICAS MENCIONADAS	ORGANISMOS DE ESTUDIO MENCIONADOS	GRUPO DE ORGANISMOS CATEGORIZADOS
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>			
Uno	micro-propagación	ornamentales: violeta africana, gloccinias y orquídeas, frutales: vasconcellas y papaya, banano	Ornamentales, frutales-nativo, musáceas.
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO</b>			
Uno, dos, tres, cuatro, seis.	micro-propagación, cultivo de anteras y microesporas, rescate de embriones, fusión de protoplastos, conservación de germoplasma in vitro, ISSRS, SCARS, marcadores moleculares, construcción de genes, expresión de genes.	polylepis, tomate de árbol, ornamentales, frutales y forestales en peligro de extinción, trigo, cítricos, babaco, piñón, tomate, solanáceas, leguminosas.	Ornamentales, Forestal (No esp.), cereal, frutal-nativo, frutal-exótico. Oleaginosa, Solanáceas.
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA</b>			
Uno		banano, piña	Musáceas, frutal-exótico
<b>UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO</b>			
Uno, dos, cinco	micro-propagación, fusión de protoplastos, rescate de embriones, marcadores moleculares, transformación genética	Naranjilla, tomate de árbol, mortiño, durazno, tabaquillo, hongos entomopatógenos	frutal-nativo, frutal-exótico, Agentes patógenos y microorganismos
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>			
Uno, dos, tres	micro-propagación	Guarango, cedro, nogal, procariotes, hongos	Forestales, Agentes patógenos y microorganismos
<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR</b>			
Dos, tres, cuatro	marcadores microsatélites, secuenciación, AFLPS, ARN, expresión de genes, Elisa,	Palmeras, nutrias, <i>drosophila</i> , <i>caesalpinia espinosa</i> , <i>lachemilla</i> (rosaceae), <i>hypericum perforatum</i> , heliconia, <i>lemna spp.</i> , leptospira, brucella, neospora, virus de luecosis bovina	Palmas, pecuario-animal, Otros, Forestales, Ornamentales, Agentes patógenos y microorganismos
<b>UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR - FCA</b>			
Uno, dos	Inducción a embriogénesis, marcadores microsatélites, conservación de germoplasma in vitro, micro-propagación, rescate de embriones	Babaco, inchi, solanáceas, tomate de árbol, buganvilla, estevia, arupo, maíz, palma	Frutal-nativo, Oleaginosa, Solanáceas, Otros, forestales, palmas.
<b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>			
Uno	micro-propagación	Orquídeas, plantas medicinales, plantas forestales varias	Ornamentales, medicinales, Forestales
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>			
Uno, dos	marcadores microsatélites, AFLPS, micro-propagación,	Chirimoya, naranjilla, achiote, capibara, guanta, Orquídeas,	frutal-nativo, Otros, pecuario-animal, Ornamentales
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO</b>			
Uno, dos, tres.	micro-propagación, RAPDS, marcadores moleculares, Nested-PCR	banano, plátano, bambú, moral fino, sangre de drago, cedro, caoba, chanul, teca, pimienta, cacao, palma, brucelosis, tuberculosis	Musáceas, frutal-nativo, forestales, Cacao, Palmas, Agentes patógenos y microorganismos
<b>ORQUIDEARIO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA</b>			
Uno	micro-propagación	Orquídeas	Ornamentales
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</b>			
Uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis	micro-propagación, cultivo de células animales, RFLP, marcadores moleculares, ARN, secuenciación.	tomate de árbol, vasconcelleas spp, hylocereus spp, rubus spp, forestales, matricaria chamomilla, cinchona spp, orquídeas y bromelias, líneas celulares tumorales, hongos, virus, plantas, bacterias,	Frutal-nativo, Forestales, Medicinales, Ornamentales, Agentes patógenos y microorganismos

<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOTECNOLÓGICAS DEL ECUADOR DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>			
Uno, dos, tres, cuatro, cinco.	Micro-propagación, marcadores microsatélites, marcadores moleculares, Elisa, expresión de genes, transformación genética, crioconservación, conservación de germoplasma in vitro. RFLPS, RAPDS, Hibridación.	Banano, plátano, caña de azúcar, m. fijjensis, arroz, virus y bacterias	Caña de azúcar, Musáceas, Arroz, Agentes patógenos y microorganismos
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA</b>			
Uno	micro-propagación	Banano, orquídea, piña	Musáceas, ornamentales, frutal-exótico
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"</b>			
Uno, tres	micro-propagación, marcadores moleculares	musáceas (plátano barraganete), ornamentales heliconias (gerberas), ornamentales (rosas), sangre de humano y bovino	Musáceas, Ornamentales, Pecuario-animal
<b>UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE</b>			
Uno	micro-propagación, rescate de embriones, limpieza viral	lirio (bulbos), nardos, nogal, crisantemos	Ornamentales, Forestales

**Cuadro 15.** Grupo de organismos mencionados, técnicas y categoría de grupos en las instituciones públicas participantes

<b>GRUPOS DE TÉCNICAS</b>	<b>TÉCNICAS MENCIONADAS</b>	<b>ORGANISMOS DE ESTUDIO MENCIONADOS</b>	<b>GRUPO DE ORGANISMOS CATEGORIZADOS</b>
<b>CENTRO INTERNACIONAL DE ZOOONOSIS - UCE</b>			
Tres	elisa, marcadores moleculares	cisticercosis porcina, fasciolosis bovina, toxoplasmosis, tuberculosis bovina, brucelosis bovina, guamburo aviar, cisticercosis porcina, brucelosis, tuberculosis.	Agentes-patogenos-y microorganismos. Pecuario-animal.
<b>EMPRESA MUNICIPAL DE MOVILIDAD Y OBRAS PÚBLICAS QUITO</b>			
Uno	micro-propagación, inducción a embriogénesis	especies forestales y ornamentales. Palmeras nativas	Ornamentales, Forestales, Palmas.
<b>PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS</b>			
Uno, dos, tres	diagnóstico molecular, RFLPS, AFLPS, micro-propagación	especies endémicas y domésticas	otros
<b>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b>			
Uno, dos, tres, cuatro	micro-propagación, diagnostico molecular, marcadores moleculares, marcadores microsatélites, AFLPS, ISSRS, RAPDS, clonación, secuenciación, cultivo de anteras y microesporas	Cacao, banano y plátano, plantas frutales y ornamentales, mora, papa, quinoa, maní, varias, frutilla, naranjilla, maíz; tomate de árbol, babaco, papaya, callas y gypsophila.	Cacao, Musáceas, Ornamentales, Frutales (no especificado), Tubérculo, Oleaginosas, Frutal-nativo, Otros, Cereal.

**Cuadro 16.** Grupo de organismos mencionados, técnicas y categoría de grupos en las instituciones privadas participantes

GRUPOS DE TÉCNICAS	TÉCNICAS MENCIONADAS	ORGANISMOS DE ESTUDIO MENCIONADOS	GRUPO DE ORGANISMOS CATEGORIZADOS
<b>PRONACA</b>			
Uno, tres	micro-propagación, inseminación artificial, rescate de embriones, marcadores moleculares	Palmito, bovinos, aves y cerdos.	Palmas, Pecuario-animal.
<b>FUNDACIÓN FORESTAL JUAN MANUEL DURINI</b>			
Uno	micro-propagación, rescate de embriones	pachaco (principal), (otros, teca, laurel, jacaranda, terminalia, pino)	forestales
<b>NUEVO SOL PLANTAS C.L.</b>			
Uno, tres	micro-propagación, elisa	variedades ornamentales de la compañía	ornamentales
<b>HILSEA INVESTMENTS LTD. GRUPO ESMERALDA</b>			
Uno	micro-propagación, conservación de germoplasma in vitro	varias especies ornamentales	Otros
<b>MERISISTEMAS S.A.</b>			
Uno	micro-propagación	banano, plátano, ornamentales (gypsophyllia), piña (2006)	Musáceas, Ornamentales, frutal-exótico.
<b>ONELABT S.A.</b>			
Uno, dos, tres	marcadores microsatélites, marcadores moleculares, AFLPS, RAPDS, ISSRS, (micro-propagación por implementar).	Banano, camarón, trucha, tilapia, humanos (pruebas de pat. Por impl.)	Musáceas, pecuario-acuícola
<b>BONANZA POR LA VIDA</b>			
Uno	micro-propagación	Orquídeas, plantas medicinales, plantas forestales	Ornamentales, medicinales, forestales
<b>CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR</b>			
Uno, dos, tres	micro-propagación, rescate de embriones, limpieza viral, RAPDS, marcadores microsatélites, RT-PCR, elisa, marcadores moleculares, Nested-PCR	caña de azúcar,	caña de azúcar
<b>FUNDACIÓN VITROPLANT</b>			
Uno, dos	micro-propagación, RAPDS, cultivo de anteras y microesporas, rescate de embriones, conservación de germoplasma in vitro, embriogénesis somática, ISSRS, marcadores microsatélites	ornamentales, naranjilla, frutales y pocas forestales.	Ornamentales, frutal-nativo,
<b>CONCEPTO AZUL S.A</b>			
Dos, tres, cuatro, cinco, seis	diagnóstico molecular, RFLPS, AFLPS, Clonación, transformación genética, expresión de genes, genómica y proteómica, secuenciación.	especies animales y vegetales de interés en cultivos, microorganismos, agentes patógenos, camarones, microorganismos probióticos	Pecuaria-animal, Agentes patógenos y microorganismos, pecuario-acuícola

**Cuadro 17.** Proyectos ejecutados y actuales durante el periodo 2006-2008, en instituciones públicas

AÑO	PROYECTO	ACTIVIDAD	OBJETIVO	ORGANISMO FINANCIADOR
CIZ-UCE				
2006-2009	PIC	Investigación	Estudiar a la fasciolosis y tuberculosis.	LIEJA-BELGICA
2003-2008	MARCO-IMT	Investigación	Enfermedades zoonosicas	IMT-BELGICA
2008-2013	MARCO-IMT	Investigación	Enfermedades zoonosicas	IMT-BELGICA
2008-2010		Investigación	Proteómica	U. LEIDEN Holanda
EMMOP-Quito				
2008	CIAC	Laboratorio de micropropagación.	Implementación	EMMOP-Q / Embajada de Japón
PNG				
2003-2006	Primera fase	Equipamiento		Fondos británicos Iniciativa Darwin
2006-2008	Segunda fase	Equipamiento + operatividad, personal		Fondos británicos Iniciativa Darwin
2002-2008	Laboratorio	Reactivos + capacitación técnico, personal.		CONCEPTO AZUL
2003-2008	Laboratorio	Logística		Universidad de Guayaquil y Parque Nac. Galápagos
INIAP				
2006-2007	Biotecnologías para pequeños productores plataneros	Cultivo de tejidos biopesticidas, biofertilizantes, desarrollo de procesos participativos.	Poner a disposición de productores plataneros biotecnologías para mejoras del cultivo desarrollo de procesos participativos para escalamiento en la producción de bioinsumos,	FONTAGRO
2004-2009	Caracterización morfológica, fisiológica y productiva de plantas de cacao obtenidas por embriogénesis somática.	Caracterización morfológica fisiológica y productiva de plantas de 12 genotipos de cacao nacional.	Conocer el comportamiento en campo de plantas multiplicadas por embriogénesis somática.	INIAP
2007	Multiplicación clonal de líneas superiores de cacao	Evaluar protocolos de multiplicación in vitro sobre líneas superiores de cacao.	verificar la respuesta de líneas superiores de cacao a un protocolo de multiplicación in vitro vía embriogénesis somática	IPM/CRSP
2007-2010	Implementación de sistema para la multiplicación de plantas clonales de cacao nacional.	Construcción y mejoramiento de infraestructura equipamiento de laboratorios de cultivo de tejidos y biología molecular.  Multiplicación de plantas de cacao desarrollo de sistema de certificación molecular de calidad genética de plantas.	Disponer de un sistema para la producción comercial de plantas clonales de genotipos mejorados de cacao nacional	SENPLADES
2007-2008	Innovación tecnológica del sector florícola en el austro mediante el uso de la biotecnología.	Investigación	Innovar con biotecnología las florícolas asociadas al proyecto	SENACYT
2008	Fortalecimiento de los laboratorios de biotecnología y sus prestaciones de servicios	Equipamiento e infraestructura	Fortalecimiento técnico y operativo	SENPLADES
2008	Desarrollo agrícola e industrial de tomate de	Investigación	Implementar biotecnologías para la multiplicación de frutales	SENACYT

	árbol, mora y caricáceas de altura en el ecuador		andinos	
2006	NUFFIC	Curso de marcadores moleculares y mejoramiento	Capacitación	U. WAGENINGEN
2007-2008	Biotecnología	Equipamiento e infraestructura	Mejorar el equipamiento e infraestructura del laboratorio	SENPLADES
2008	PROCIANDINO	Agrobiotecnología	Realizar un diagnóstico a nivel nacional.	IICA
2008	Mora y naranjilla	Caracterización molecular	Investigación	FONTAGRO
2008	Multiplicación	prebasica	Producción de 19 mil plantas	INIAP-CIP
2008	Estudios especiales	cultivo de anteras	Obtención de dobles haploides	AIEA



**Cuadro 18.** Proyectos ejecutados y actuales durante el periodo 2006-2008, en instituciones privadas

AÑO	PROYECTO	ACTIVIDAD	OBJETIVO	ORGANISMO FINANCIADOR
<b>PRONACA</b>				
2006-2008	Inseminación artificial			Propio
2006-2008	Transplante de embriones			Propio
2006-2008	ELISA			Propio
<b>FUNDACIÓN FORESTAL JUAN MANUEL DURINI</b>				
2007-2008	Laboratorio		Protocolos de cultivo in vitro	Autofinanciado
<b>NUEVO SOL PLANTAS C.L.</b>				
2006	Laboratorio	Construcción y adecuación del laboratorio	Establecer un laboratorio para cultivo de tejidos	Fondos propios
2006-2008	Introducción de variedades	Investigación de protocolos de cultivo in vitro	Establecer in vitro las variedades de la empresa	Fondos propios
2008	Certificación de material libre de virus	Aplicar técnica de elisa para la certificación de plantas libres de virus	Certificar plantas in vitro y de invernadero	Fondos propios
<b>ANCUPA</b>				
2007	Control biológico			Empresas palmeras y palmicultores
<b>ONELABT S.A.</b>				
2005		Implementación		fondos privados
2006-2008		Costos fijos y variables		fondos privados
<b>BONANZA POR LA VIDA</b>				
2006-2008	Micropropagación	Propagación	conservación y comercialización	fondos propios
<b>CINCAE</b>				
2006	Diversidad genética parte I	Marcadores RAPDS	Determinar la div. genética de colección de caña	CINCAE
2007	Diversidad genética parte II	Marcadores RAPDS	Determinar la div. genética de colección de caña	CINCAE
2008	RT-PCR, pruebas microsatélites	Diagnóstico y diversidad genética	Diagnóstico de enfermedades y uso de microsatélites	CINCAE
<b>Fundación VITROPLANT</b>				
2006	Biología molecular	Investigación	Caracterización	Autogestión
2007	Cultivo in-vitro	Mantenimiento	Preservar colección	Autogestión
2008	Bioinoculantes	Producción	Producción de bioinoculantes	Autogestión
<b>CONCEPTO AZUL S.A</b>				
2006-2008	Ecuador	Laboratorio central de diagnóstico/actividades de control de enfermedades y diagnóstico en acuicultura	Prevenir y controlar las principales enfermedades que afectan las producciones acuícolas (camarón y peces)	Concepto Azul
2006-2008	Ecuador	escuela de acuicultura y biología de la penitenciaría de Guayaquil	Desarrollar programas de rehabilitación y reinserción social utilizando como herramienta la biotecnología	Concepto Azul
2006-2008	Ecuador-Galápagos	Programas de biotecnología ambiental	Apoyar a la implementación de herramientas modernas para los estudios genéticos, patológicos, inmunológicos y epidemiológicos en especies de vida silvestre de galápagos	Iniciativa Darwin, Concepto Azul, universidad de Guayaquil.
2006-2008	Perú	Programa global de prevención, control de enfermedades y mejoramiento genético	Mejorar producción de cultivo de camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	empresa peruana Marinazul
2006-2008	Brasil	Programa global de prevención, control de enfermedades y	Mejorar producción de cultivo de camarón <i>litopenaeus</i>	empresa brasilera Potipora

		mejoramiento genético	vannamei	
2006-2008	Panamá	Programa global de prevención, control de enfermedades y mejoramiento genético	Mejorar producción de cultivo de camarón litopenaeus vannamei	empresa panameña Camaco

**Cuadro 19.** Proyectos ejecutados y actuales durante el periodo 2006-2008, en instituciones académicas

AÑOS	PROYECTO	ACTIVIDAD	OBJETIVO	ORGANISMO FINANCIADOR
<b>UNL</b>				
2006-2007	Tesis pregrado	micropropagación in vitro de las variedades híbridas de gloccinias mediante semillas y explantes de hoja	Generar protocolos de micropropagación de gloccinias y condiciones de adaptación a in vitro para multiplicación y cultivo comercial para los floricultores de Loja.	50% lab y 50% tesista.
2005-2008	Estudio de la variabilidad genética de sp. nativas de la amazonia usando mm	Diversidad genética plantas	Diversidad achiote y naranjilla	CONESUP
2008-2009	Estudio de la variabilidad genética de la guanta en el ecuador	Diversidad genética y uso sustentable	Diversidad genética en capibara y guanta	UNL
2008-2011	Mejora genética del maní	Selección	Nueva variedad	UNL
2008-2011	Mejora genética de maíz criollo	Selección	Nueva variedad	UNL
2008-2010	Plantas maderables	Regeneración "in vitro"	Producción de plántulas	UNL
<b>ESPE</b>				
2007	Micropropagación de polylepis	Micropropagación	procesos de conservación	ESPE
2007	Genética poblacional de polylepis	Caracterización genética	procesos de conservación	ESPE
2008	Obtención de clones de calidad de piñón		obtención de plantas para biocombustible	ESPE-HOLDING DINE
2008	Aplicación de la técnica de encapsulación en orquídeas		Conservación	ESPE
2008	Establecimiento de semilla artificial de piñón		Conservación	ESPE-HOLDING DINE
2008	Mejoramiento genético de babaco por fusión de protoplastos	Mejoramiento	obtener plantas resistentes a fusarium	ESPE
2006	SCAR	Extracción, cuantificación, electroforesis, visualización, amplificación de DNA	Identificar variedades resistentes	ESPE
2007	Nematodos	Extracción, cuantificación,	Identificar genes de resistencia a solanáceas	ESPE

		electroforesis, visualización, amplificación de DNA. Secuenciación		
2007	Polylepis	Extracción, cuantificación, electroforesis, visualización, amplificación de DNA	Caracterización molecular	ESPE
2008	Piñón	Extracción, cuantificación, electroforesis, visualización, amplificación de DNA	Caracterización molecular	ESPE
2007-2008	Micorrizas	Extracción, cuantificación, electroforesis, visualización, amplificación de DNA. identificación morfológica	Identificar morfológica y molecularmente las micorrizas	ESPE - AMFOODS
2009	Fréjol	Extracción, cuantificación, electroforesis, visualización, amplificación de RNA	expresión de genes	BASF
2009	Tomate	Extracción, cuantificación, electroforesis, visualización, amplificación de RNA	expresión de genes	ESPE
<b>UTM</b>				
2008	Implementación de biotecnología vegetal	adiestramiento y socialización	Dar los principios fundamentales de biotecnología vegetal a los estudiantes de la universidad	UTMach
	tesis grado			tesista
<b>USFQ</b>				
2006	Variabilidad genética en naranjilla	Análisis molecular vía SSR	Determinar variabilidad genética	FUNDACYT
2006-2009	Mejoramiento en tomate de árbol	fusión de protoplastos y análisis molecular	factibilidad de encontrar resistencia a nemátodos	CONESUP
2007-2008	Varios en área de desarrollo biotecnológico	Análisis molecular cultivo in vitro, transformación genética	Dar respuestas a problemas de desarrollo biotecnológico en el país	USFQ
<b>ESPOCH</b>				
2006-2007	Fosefor	Fuentes semilleras	Determinación de fuentes	COSUDE
2008	Ayuntamiento de Madrid	Protocolos de producción		Ayuntamiento de Madrid
2006-2009	Conservación de la biodiversidad microbiana	Investigación aplicada	Conservación recursos biológicos y genéticos de microorganismos útiles	CONESUP, ESPOCH
<b>PUCE</b>				
2008	Ceroxylon	diversidad		ECOFONDO
2008	Filogenia molecular de <i>euterpeae</i>	marcadores moleculares		PUCE
2008	lobo de río	marcadores moleculares		CONESUP

2008	Seroprevalencia de enfermedades reproductivas bovinas	Diagnóstico de leptospirosis, brucelosis, leucosis y neosporosis	Determinar la seroprevalencia de enfermedades reproductivas en tres haciendas de Pichincha y Bolívar	PUCE
<b>UCE</b>				
2006-2008	Generación de marcadores moleculares en especies de solanáceas para estudios de diversidad genética de germoplasma ecuatoriano.	Investigación	Generar un set de microsatélites	CONESUP
2006-2008	Obtención de semilla artificial de inchi ( <i>Caryodendron orinocense</i> ) y babaco ( <i>Carica pentagona</i> ) mediante embriogénesis somática	INVESTIGACIÓN	OBTENER SEMILLA ARTIFICIAL DE INCHI Y BABACO	CONESUP
2006-2008	Docencia		Docencia	UCE
<b>ORQUIDEARIO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA</b>				
2008	Autogestión-orquideario	Reproducción de plantas, comercialización	Reproducir plantas	Universidad
<b>UTPL</b>				
2008	Diferenciación y morfogénesis in vitro de <i>hylocereus spp</i> , cactaceae			UTPL-UPM-SENACYT
2008	Estudios ecofisiológicos para adaptación de plantas forestales			UTPL-UPM
2008	Conservación in vitro de <i>cinchona spp</i>			UTPL-UPM
2008	Conservación de semillas de orquídeas			UTPL-KEW
2008	Caracterización y expresión del gen SERK en orquídeas			UTPL-PAVIA
2008	Análisis de calidad y conservación de semillas forestales			UTPL-UPM
2008	Diversidad e interacciones micorrizicas en varios grupos de plantas	PCR, secuenciación	Caracterización molecular de hongos	DFG Y UTPL
2008	Prospección de principios activos y anticancerosos de la flora ecuatoriana	Evaluación citotóxica, genotóxica y actividad de caspasas	Búsqueda de compuestos citotóxicos	UTPL Y CONESUP
2008	Optimización de los métodos de recolección, conservación y	Amplificación y cuantificación del DNA	Optimizar los métodos de recolección, conservación y extracción de DNA nuclear a partir de excremento de oso andino	UTPL

	extracción de DNA nuclear a partir de muestras de excremento de oso de anteojos			
2008	Polimosismos del gen de capn-10 y su asociación con diabetes tipo 2 en población ecuatoriana	extracción de DNA, PCR, RT-PCR	Determinar el riesgo de padecer diabetes tipo 2 en la población ecuatoriana	UTPL
2008	Estudio de consorcios bacterianos en tres tipos de minerales auríferos refractarios del Ecuador	Muestreo, adaptación de los consorcios SRB, análisis químico, determinación de sulfatos, determinación del crecimiento bacteriano	El aprovechamiento de los recursos naturales no renovables de manera sustentable exige la aplicación de tecnologías limpias que nos permitan mejorar los procesos de recuperación de metales de cobre y oro, mediante la biolixiviación y/o biooxidación	UTPL
<b>CIBE-ESPOL</b>				
2006	VLIR-ESPOL, componente 3	Diversas investigaciones biotec. en banano	mejoramiento cultivo y manejo banano	VLIR-ESPOL
2006	Investigaciones participativas	Control alternativo de sigatoka negra-bioproductos	Eliminación pesticidas químicos; perfeccionar prod. bioles.	Productores y firmas
2007	VLIR-ESPOL, componente 3	Diversas investigaciones biotec. en banano	Mejoramiento cultivo y manejo banano	VLIR-ESPOL
2007-2008	Incremento valor agregado banano - bioproductos	Perfeccionamiento manejo con uso bioles y otros bioproductos	Nuevas alternativas de fertilización y manejo	PL480
2008	Actualización equipamiento	Adquisición nuevos equipos	Actualización y fortalecimiento capacidades	ESPOL
2008	VLIR-ESPOL, componente 3 y proyectos competitivos	Bioproductos; caracterización poblaciones m. fijiensis; colección fitopatógenos	Mejorar producción bioles; completar caracterización m. fijiensis; identificar y conservación fitopatógenos de interés	VLIR-ESPOL
2008	Recuperación cacao fino de aroma	Empleo de bioles e implementación de labores para recuperación de plantaciones	Recuperar plantaciones fino de aroma	PL480
2008	Tecnologías biotecnológicas para mejoramiento genético del banano	Transformación de banano para resistencia a sigatoka	Obtener plantas cisgénicas con resistencia	SENACYT
<b>ESPAM</b>				
2008	POA universidad	Implementación	crear laboratorio	Estado
2008	POA universidad	Implementación	creación del laboratorio de biología molecular con fines de docencia e investigación	Estado

**Cuadro 20.** Superficie total y promedio del área que utilizan los laboratorios dedicados a agrobiotecnología

LABORATORIO	Área total (m <sup>2</sup> )	Área promedio (m <sup>2</sup> )	Área mín. (m <sup>2</sup> )	Área máx. (m <sup>2</sup> )
BIOINFORMÁTICA	21,00	21,00 ± 0	21	21
BIOLOGÍA MOLECULAR	1418,00	23,25 ± 7,18	2	160
CULTIVO DE TEJIDOS	2555,38	26,34 ± 7,77	3	280
DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES	217,00	43,40 ± 42,79	12	100
	<b>4211,38</b>	<b>25,68 ± 5,36</b>	<b>2</b>	<b>280</b>

**Cuadro 21.** Superficie en área total y promedio de la infraestructura utilizada por los laboratorios dedicados a agrobiotecnología en las regiones del país

LABORATORIOS	REGIONES					
	COSTA		INSULAR		SIERRA	
	Suma	Prom.	Suma	Prom.	Suma	Prom.
BIOINFORMÁTICA	21	21	-	-	-	-
BIOLOGÍA MOLECULAR	621	28	50	50	747	20
CULTIVO DE TEJIDOS	545	20	25	25	1985	29
DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES	42	21	75	38	100	100
Suma Tot.	<b>1229</b>	<b>23</b>	<b>150</b>	<b>38</b>	<b>2832</b>	<b>49</b>
Porc.	<b>29%</b>		<b>4%</b>		<b>67%</b>	

**Cuadro 22.** Superficie total y promedio de áreas que utilizan los laboratorios dedicados a agrobiotecnología, categorizado por tipo de instituciones

CATEGORÍA: INSTITUCIONES	LABORATORIOS AGROBIOTECNOLÓGICOS								Sum. Área Tot.	Porc. Área
	BIOINFORMÁTICA		BIOLOGÍA MOLECULAR		CULTIVO DE TEJIDOS		DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES			
	Suma	Prom.	Suma	Prom.	Suma	Prom.	Suma	Prom.		
ACADÉMICO	21	21	992	33	1365	28	-	-	<b>2378</b>	<b>56%</b>
INTERNACIONAL	-	-	25	25	31	10	-	-	<b>56</b>	<b>1%</b>
PRIVADO	-	-	196	16	706	29	217	43	<b>1119</b>	<b>27%</b>
PÚBLICO	-	-	205	11	454	22	-	-	<b>659</b>	<b>16%</b>
Suma Tot.	<b>21</b>		<b>1418</b>		<b>2555</b>		<b>217</b>		<b>4211</b>	
PORC.	<b>0,5%</b>		<b>33,7%</b>		<b>60,7%</b>		<b>5,2%</b>			<b>100%</b>



**Cuadro 23.** Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones académicas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región costa

ÁREAS DE TRABAJO MENCIONADAS	TOTAL DE ÁREA	PROMEDIO DE ÁREA
<b>Cultivo de tejidos</b>		
Cámara de flujo	15	15
Cuarto de crecimiento	45	22,5
Cuarto de cultivo	30,4	10,13
Cuarto de lavado	3	3
Cuarto de siembra	30,48	15,24
Cuarto de transferencia	12	12
Esterilización	6	6
Preparación de medios de cultivo	22	11
Recepción	15	15
Sala principal	40	40
Área de germoplasma "in vitro" y crioconservación	10	10
<b>Biología molecular</b>		
Área o sala de PCR.	56	28
Cuarto de electroforesis	4	4
Laboratorio	90	90
sala de revelación geles	4	4
sala de vestidores	20	20
Sala general de extracción y procesamiento de muestras, electroforesis y de autoclavado.	80	80
sala principal	160	160
área de oficina	20	20
<b>Bioinformática</b>		
Tres Áreas (UPS; HUB; Procesamiento datos)	21	21

**Cuadro 24.** Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones privadas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región costa

ÁREAS DE TRABAJO MENCIONADAS	TOTAL DE ÁREA	PROMEDIO DE ÁREA
<b>Biología molecular</b>		
oficinas secretaría y gerencia	20	20
sala de análisis informático	20	20
sala de electroforesis	20	20
sala de extracción	10	10
sala de PCR	30	15
sala de preparación	10	10
sala de tinción	10	10
área de electroforesis y revelado	10	10
<b>Cultivo de tejidos</b>		
autoclavado		
cuarto de cultivo	10	10
preparación medios	15	15
sala de propagación	10	10
área de introducción y corte	6	6
<b>Diagnostico de enfermedades</b>		
estudios inmunológicos, genéticos y patológicos	30	30
pruebas serológicas y PCR	12	12

**Cuadro 25.** Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones públicas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región costa

ÁREAS DE TRABAJO MENCIONADAS	TOTAL DE ÁREA	PROMEDIO DE ÁREA
<b>Biología molecular</b>		
Área de fotodocumentación	6	6
Oficina	12	12
Sala de extracción	15	15
Sala de PCR	24	24
<b>Cultivo de tejidos</b>		
Área de cría de embriones	9	9
Oficinas	40	40
Preparación medios	42	42
Sala crecimiento de plantas	37	37
Sala de aislamiento	17,5	17,5

**Cuadro 26.** Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones académicas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región sierra

ÁREAS DE TRABAJO MENCIONADAS	TOTAL DE ÁREA	PROMEDIO DE ÁREA
<b>Biología molecular</b>		
Área de electroforesis	10	10
área de PCR	22	11
área de trabajo con RNA	18	18
área general DNA	15	15
área trabajo, molecular y cultivo in vitro	105	105
cuantificación y cualificación ADN	12	12
extracción	40	40
preparación geles	16	16
sala de almacenamiento con sorbona	20	20
sala de amplificación	40	20
sala de autoclaves y destilación	20	20
sala de extracción (procesamiento de muestras)	60	25
sala de microscopía	20	20
sala de PRE-PCR	25	25
<b>Cultivo de tejidos</b>		
Área de preparación de medios	117	41,5
Biofábrica	250	250
Bodega	10	10
Cámara de crecimiento	86	43
Cámara de flujo laminar	12	12
cuarto caliente y preparación medios	56	28
cuarto de crecimiento	40	40
cuarto o cámara de siembra, cultivo, incubación	148	18,8
cuarto de inoculación o aislamiento	12	12
cuarto de lavado y autoclave	12	12
Esterilización	6	6
introducción, cultivo siembra	8	8
Laboratorio	48	48
Lavandería	12	12
Oficina	62	20,67
preparación, siembra, crecimiento	40	40
sala de preparación	24	24
sala de recepción	30	30
Vestidor	5	5

**Cuadro 27.** Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para la institución internacional, en el laboratorio agrobiotecnológico de la región sierra

ÁREAS DE TRABAJO MENCIONADAS	TOTAL DE ÁREA	PROMEDIO DE ÁREA
<b>Biología molecular</b>		
Electroforesis, extracción de DNA, cuarto oscuro.	25	25
<b>Cultivo de tejidos</b>		
Mantenimiento de colección	16	8
Tratamiento de material de colectado en campo.	15	15

**Cuadro 28.** Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones privadas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región sierra

ÁREAS DE TRABAJO MENCIONADAS	TOTAL DE ÁREA	PROMEDIO DE ÁREA
<b>Biología molecular</b>		
Electroforesis, extracción de DNA, cuarto oscuro.	10	10
limpieza de material y autoclave	6	6
<b>Cultivo de tejidos</b>		
Aclimatación		
Citogenética		
Conservación germoplasma frio	10	10
Cuarto de cultivo, siembra o (cámaras de flujo, propagación)	153	34,8
Cuarto de transferencia	30	30
Desinfección, introducción	17	8,5
Esterilización/autoclavado	12	12
Lavado	10	10
Oficinas - vestidor	42	21
Preadaptación, transferencia	10	10
Preparación de medios de cultivo y Sol. Nutr.	288	55,25
Recolección	15	15
<b>Diagnostico de enfermedades</b>		
Elisa / PCR	100	100

**Cuadro 29.** Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para las instituciones públicas, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región sierra

ÁREAS DE TRABAJO MENCIONADAS	TOTAL DE ÁREA	PROMEDIO DE ÁREA
<b>Biología molecular</b>		
Sala PCR	19	9,5
Sala post-PCR	15	15
Sala pre-PCR	10	10
sala de autoclavado	10	10
sala de electroforesis (H,V)	26	8,5
sala de extracción	30	15
sala de gases	12	12
sala de revelado	12	12
sala de secuenciación	12	12
sala de tinción	2	2
<b>Cultivo de tejidos</b>		
Banco	40	40
cuarto de cultivo, sala de cultivo, sala de siembra	144	29,8
laboratorio	15	15
sala de autoclavado	12	12
sala de crecimiento	10	10
sala de introducción	5	5
sala de preparación de medios	44	17
sala de transferencia	28	14

**Cuadro 30.** Áreas de trabajo mencionadas en la encuesta para la institución pública, en los laboratorios agrobiotecnológicos de la región insular.

ÁREAS DE TRABAJO MENCIONADAS	TOTAL DE ÁREA	PROMEDIO DE ÁREA
<b>Biología molecular</b>		
PCR y electroforesis	50	50
<b>Cultivo de tejidos</b>		
Almacenamiento de muestras	25	25
<b>Diagnóstico de enfermedades</b>		
Chequeo, evaluación, colecta de muestras de tejidos, necropsias	25	25
Histopatología y serología	50	50

**Cuadro 31.** Equipos frecuentes mencionados en los laboratorios de cultivos de tejidos a nivel nacional.

EQUIPOS (CATEGORÍA)	EQUIPOS MENCIONADOS QUE PERTENECEN A LA CATEGORÍA
<b>LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS</b>	
Agitadores	Agitador magnético, agitador orbital, agitador calentador magnético.
Autoclaves	Autoclave de 30 l; de 90 l; autoclave grande vertical; horizontal, autoclave olla, ollas de presión / autoclave, equipo de esterilización, esterilizadores puntas.
Balanzas	Balanza analítica, balanza analítica y de precisión, balanza eléctrica, balanza electrónica.
Baño maría	Baño maría
Cámaras de crecimiento o cámaras de flujo	Fitotron; cámara de flujo, cámara de flujo doble, cámara de flujo horizontal, cámara de flujo laminar; cámara de flujo laminar doble, cámara de flujo laminar simple, citómetro de flujo
Equipos para aire	Aire acondicionado, ozonificadores
Hot plate	Plato caliente
Estanterías	Estanterías de medios de cultivo, estanterías de medios de cultivo-fotoperiodos, mobiliario/estanterías
Peachimetro	Potenciómetro, medidor de pH
Microscopios	Estereomicroscopio compuesto, microscopio de disección, microscopio invertido compuesto, microscopio óptico.
Estufa	Estufa, estufa digital, estufa-incubadora, horno wise ven
Refrigeradora	Refrigeradora, refrigerador industrial, nevera, armario refrigerado
Destilador de agua	helix para producción agua tipo II, purificador de agua (tipo I)
Especiales	Espectrofotómetro, lector de elisa, micrótopo, incubadora, escarificador, germinador.
Otros	Cocineta, control iluminación, cuartos fríos, dispensadores, equipos varios, instrumental, material de vidrio y herramientas pequeñas, productor de ozono, microondas, preparador de medios, micropipetas.

**Cuadro 32.** Equipos frecuentes mencionados en los laboratorios de biología molecular a nivel nacional.

EQUIPOS (CATEGORIA)	EQUIPOS MENCIONADOS QUE PERTENECEN A LA CATEGORIA
<b>LABORATORIO DE BIOLOGÍA MOLECULAR</b>	
Agitadores	Agitador calentador magnético, agitador orbital shakers
Autoclave	Autoclave 60 l, autoclave horizontal,
Balanzas	Balanza analítica, balanza analítica y de precisión
Bandejas de electroforesis	Bandeja de electroforesis horizontal, bandeja de electroforesis vertical,
Baño maría	Baño maría circulador, baños de recirculación
Cámaras de flujo	Cabina de flujo laminar, cabina de flujo vertical c4, cámara de flujo horizontal, cámara de flujo laminar vertical, cámara flujo laminar pcr, cámara horizontal,
Cámara de electroforesis	Cámara de electroforesis gel, cámara de electroforesis horizontal, cámara de electroforesis vertical, cubetas electroforesis v y h, equipo de electroforesis
Sorbona y seguridad	Campana de extracción, extractora de gases y humos, cabina bioseguridad
Centrífugas	Centrífuga de tubos, centrífuga refrigerada, centrífuga refrigerada de placas y tubos falcom, Microcentrífuga, microcentrífuga refrigerada
Sistemas informáticos	Computadora
Destilador de agua	Miliq, purificador de agua (tipo l)
Equipo de fotodocumentación	Equipo de documentación
Fluorómetros	Fluorómetro, fluorómetro portatil
Fotodocumentador	Fotodocumentador con impresora térmica, fotodocumentador de geles, sistema de fotodocumentación de geles, sistemas tinción y documentación, transiluminador, transiluminador UV.
Hornos	Horno de hibridación, horno esterilizador, estufa.
Microscopios	Microscopio de fluorescencia, microscopio invertido, microscopio invertido con software
Equipo PCR	PCR convencional, PCR tiempo real
Hot plate	Plato calentador agitador
Termobloque	Termoblok, termobloques con agitación, termobloques de calentamiento, termociclador
Refrigeradoras	Congelador, ultracongelador a -80 C, ultracongelador vertical a -80, nevera de laboratorio a 4 C, congelador a -20 C, congelador a -80 c, congelador vertical a -20 C
Vortex	vortex agitador
Especiales	ABI-PRISM 310 un capilar, DNA analyzer 4300-licor, cuantificador digital de ADN, equipos de secuenciamiento manual.
Otros	Desecador de geles, espectrofotómetro, molino, polytron, selladora de placas PCR, qubitm fluometer, incubadora, cámara de nitrógeno líquido, fuente de poder, Termomixer, shaker.

**Cuadro 33.** Equipos frecuentes mencionados en los laboratorios de diagnóstico de enfermedades a nivel nacional

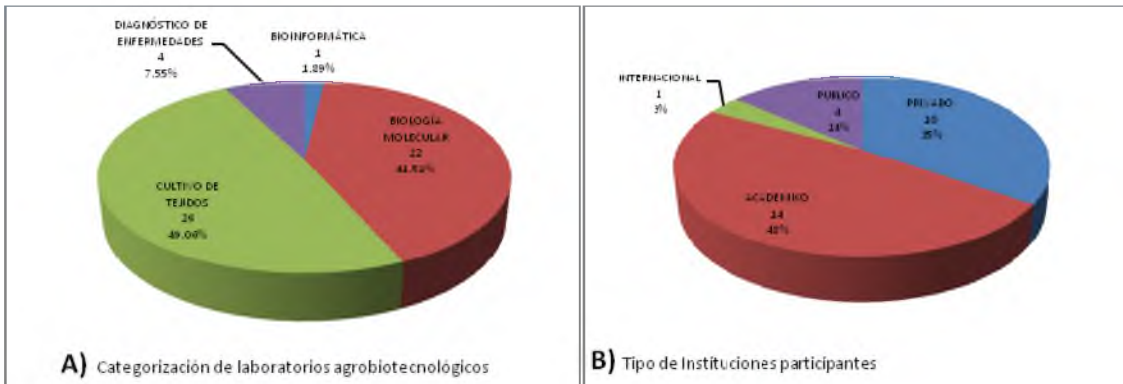
EQUIPOS (CATEGORIA)	EQUIPOS MENCIONADOS QUE PERTENECEN A LA CATEGORIA
<b>LABORATORIO DE DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES</b>	
Equipo PCR	PCR, PCR real time
Cámaras de flujo	Cámara de flujo vertical, cámara de flujo laminar
Cámara de electroforesis	Cámara de electroforesis
Microscopios	Microscopios y estereoscopios, microscopio confocal, microscopio invertido y micromanipulador
Termociclador	Termociclador
Balanzas	Balanza analítica y de precisión
Equipo para histología y necropsia	Equipo automático para histología, Equipo para necropsias
Otros	Espectrofotómetro, Sorbona, Incubadora

**Cuadro 34.** Recurso Humano, Equivalencias Tiempo Completo y Costos promedios anuales en dólares a nivel general, periodo 2006-2009

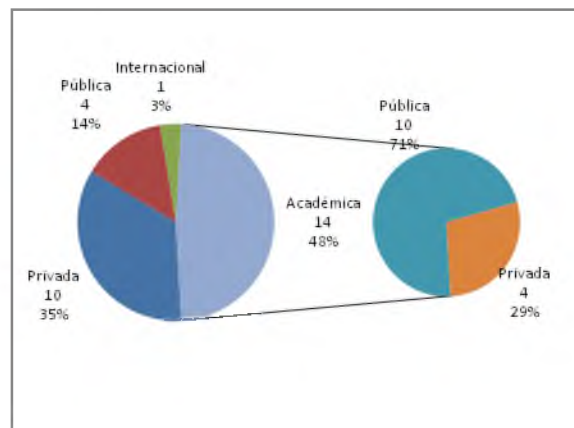
	Total 2009	INGRESO ANUAL	MIN	MAX
Ph.D	37	\$ 16.281,25	3100	40000
M.Sc. o equivalente	47	\$ 8.567,86	950	24000
Profesional	111	\$ 7.053,08	1000	18000
Tesista o becario	83	\$ 3.806,67	1000	14400
Personal de apoyo	232	\$ 3.945,26	1800	12000



17. FIGURAS



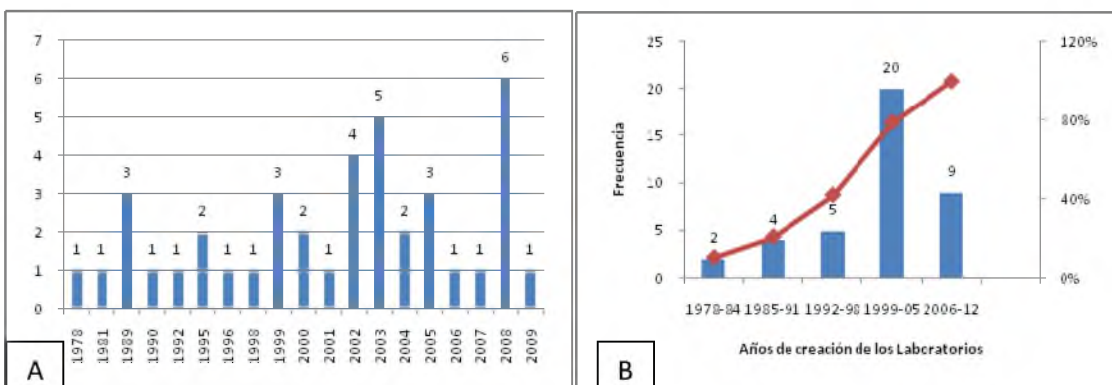
**Gráfico 1.** A) Categorización de los laboratorios de agrobiotecnología en el Ecuador  
B) Tipo de instituciones participantes en el presente



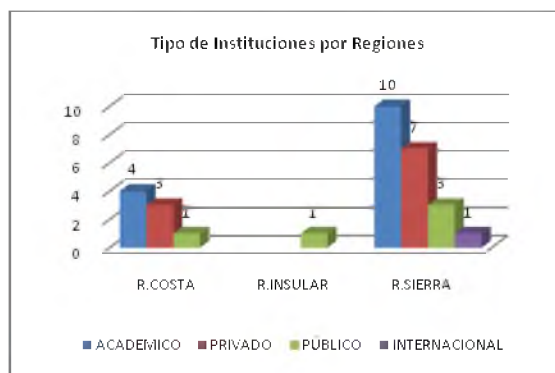
**Gráfico 2.** Tipo de instituciones participantes en el diagnóstico y categorización de las instituciones académicas



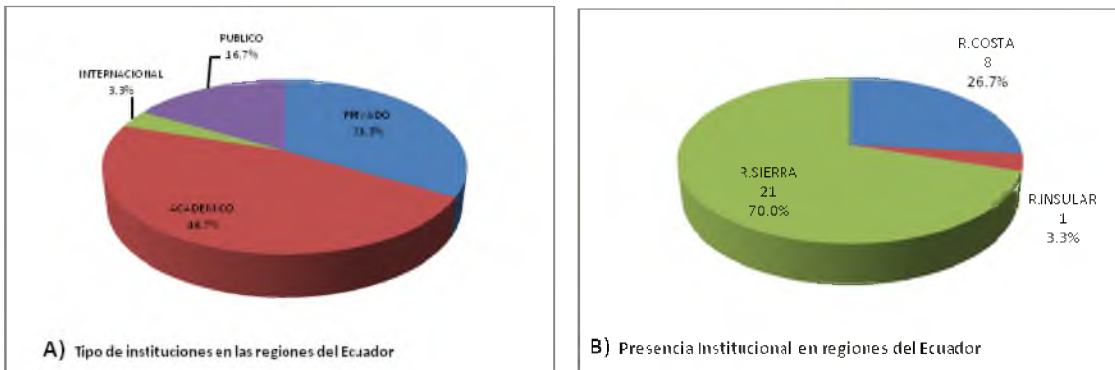
**Gráfico 3.** Representación del número de Instituciones y laboratorios categorizados dedicados a agrobiotecnología en las provincias del Ecuador



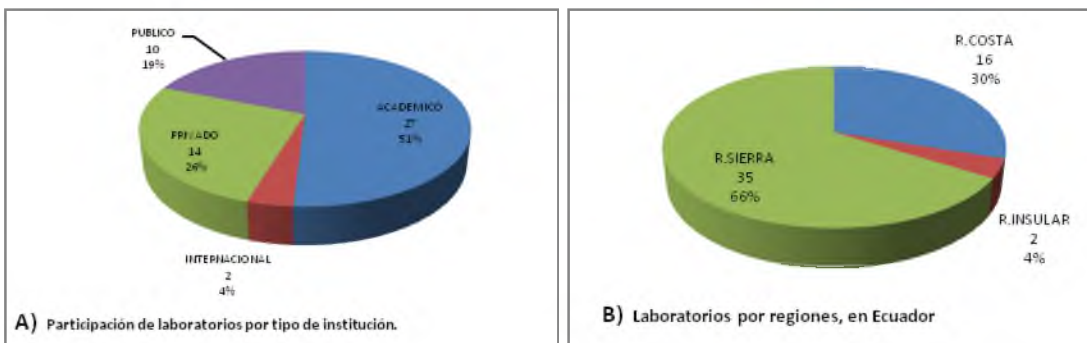
**Gráfico 4.** A) Años de creación de los laboratorios; y, B) frecuencia en rangos del año de creación de los laboratorios a nivel nacional dedicados a agrobiotecnología



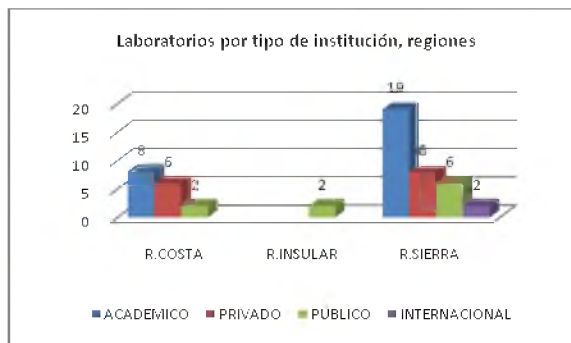
**Gráfico 5.** Número de Instituciones participantes categorizadas por regiones en el Ecuador



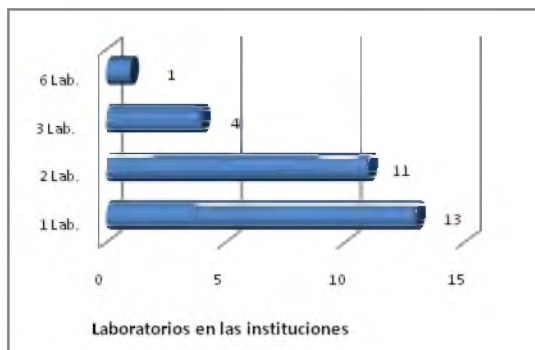
**Gráfico 6.** A) Tipo de Instituciones participantes por regiones en el Ecuador  
B) Porcentaje de participación de las instituciones por región en Ecuador



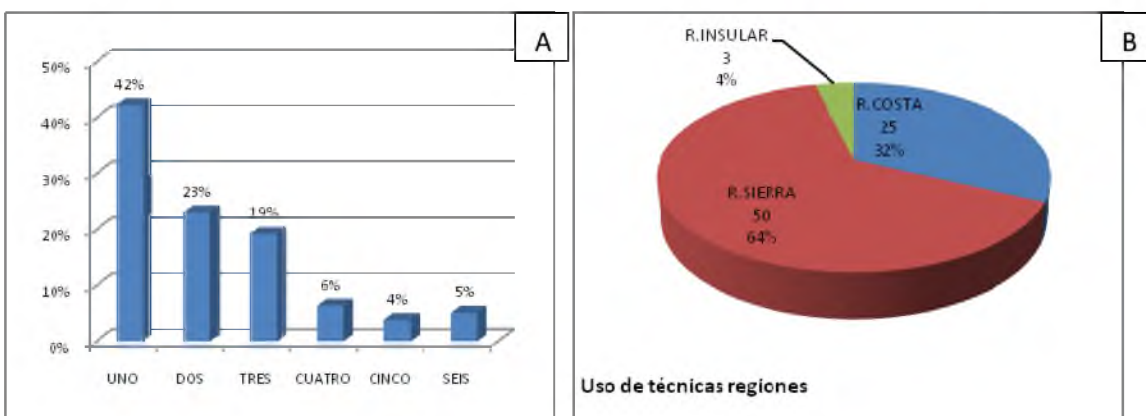
**Gráfico 7.** A) Laboratorios categorizados por tipo de institución en el Ecuador  
B) Porcentaje de participación de los laboratorios por regiones del Ecuador



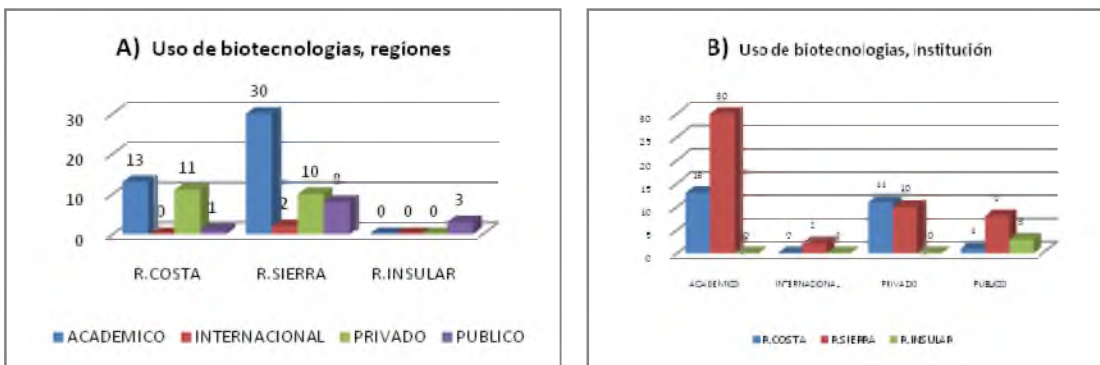
**Gráfico 8.** Número de laboratorios categorizados por tipo de institución en las regiones del Ecuador



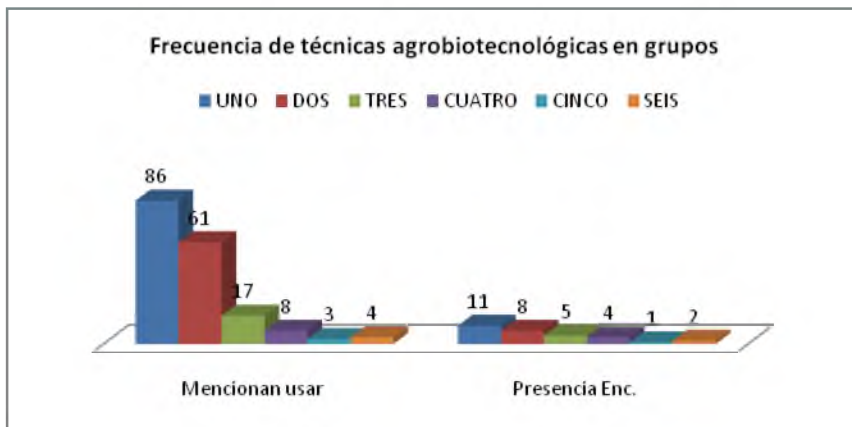
**Gráfico 9.** Número de laboratorios que poseen las instituciones encuestadas



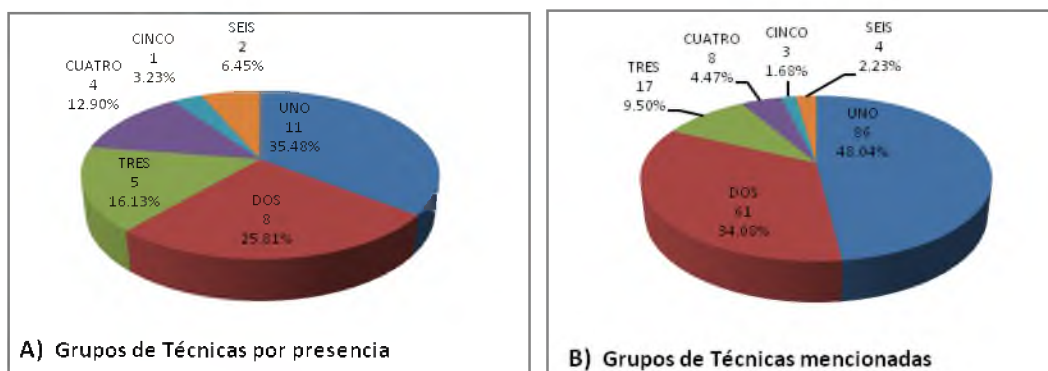
**Gráfico 10** A) Porcentaje general en uso de los grupos de técnicas agrobiotecnológicas  
B) Porcentaje de uso de los grupos de agrobiotecnologías por regiones del país



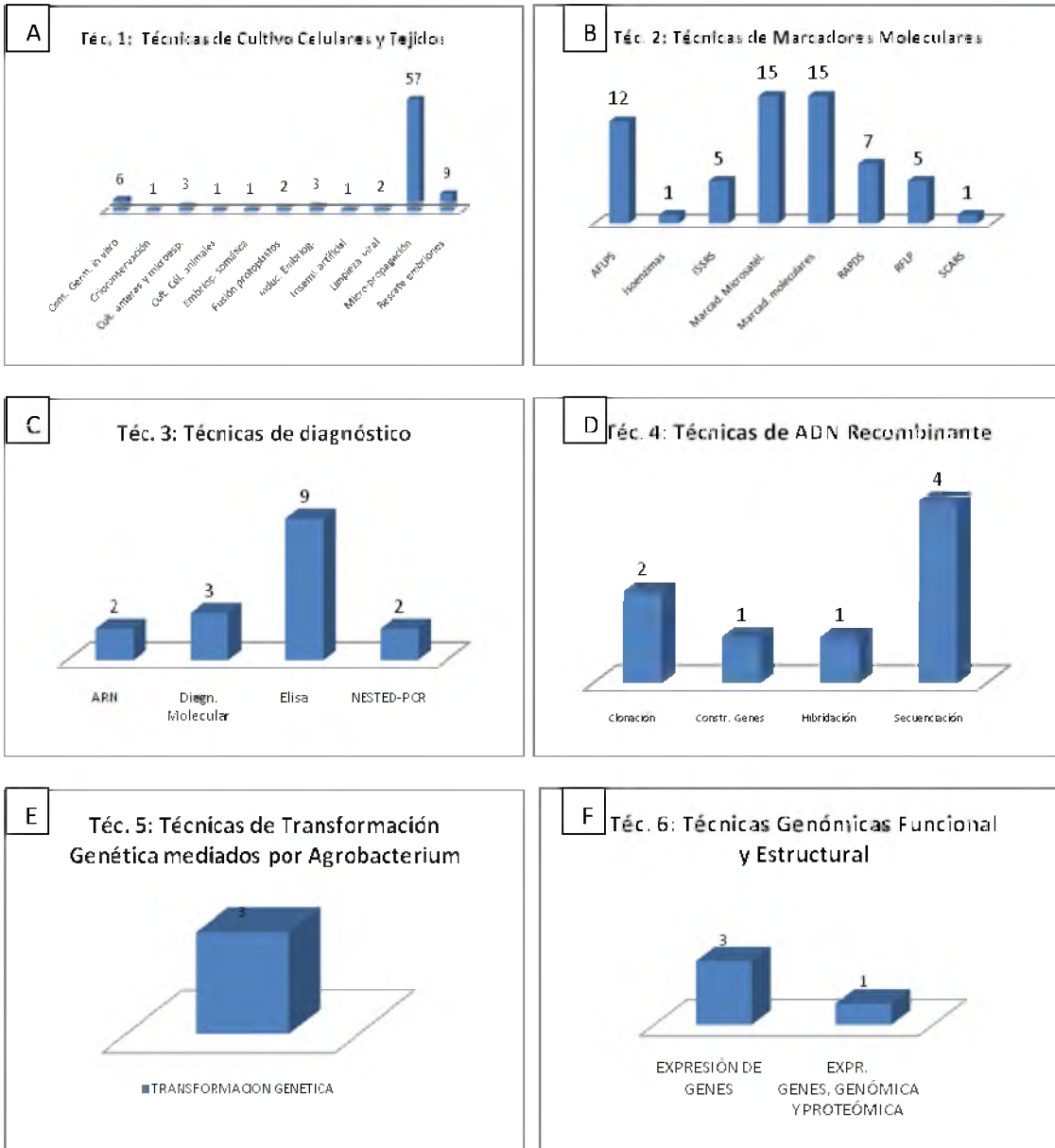
**Gráfico 11** A) Uso de las técnicas agrupadas y categorizadas por regiones e institución  
B) Uso de las técnicas agrupadas por institución en las regiones del país



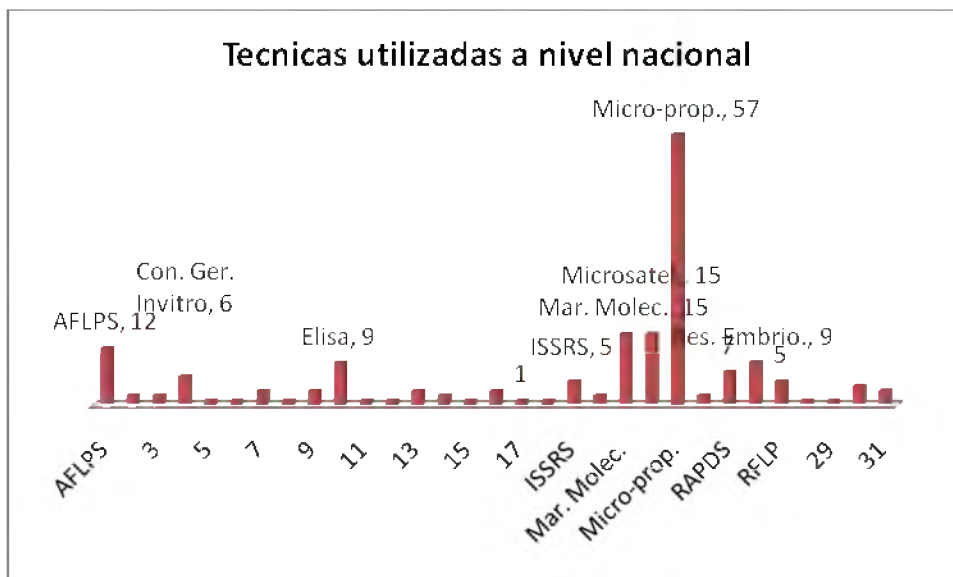
**Grafico 12.** Frecuencia de técnicas agrobiotecnológicas en grupos categorizados de acuerdo a la presencia en la encuesta y a la utilización de la técnica



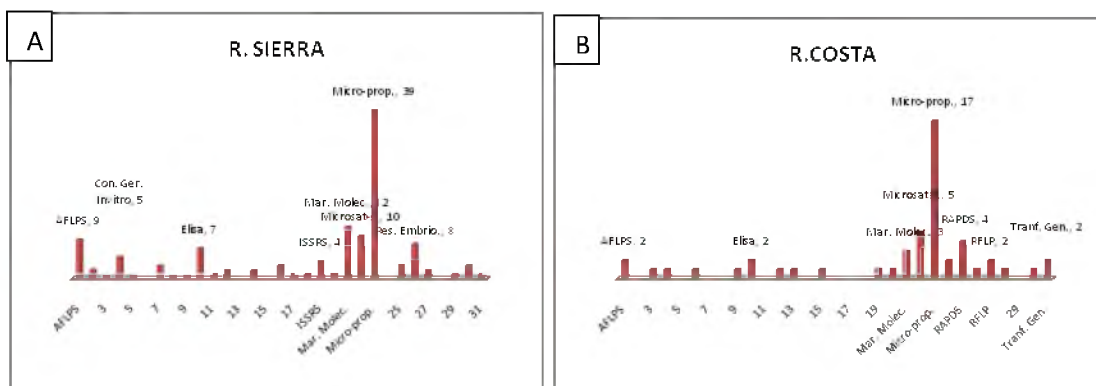
**Gráfico 13.** A) Grupo de técnicas biotecnológicas categorizadas por agrobiotecnologías, de acuerdo a la presencia en la encuesta. B) Grupo de técnicas categorizadas por agrobiotecnologías, de acuerdo a las ocasiones que se menciona usarlas.



**Gráfico 14.** Agrobiotecnologías aplicadas: A) Técnicas grupo uno. B) Técnicas grupo dos. C) Técnicas grupo tres. D) Técnicas grupo cuatro. E) Técnicas grupo cinco. F) Técnicas grupo seis

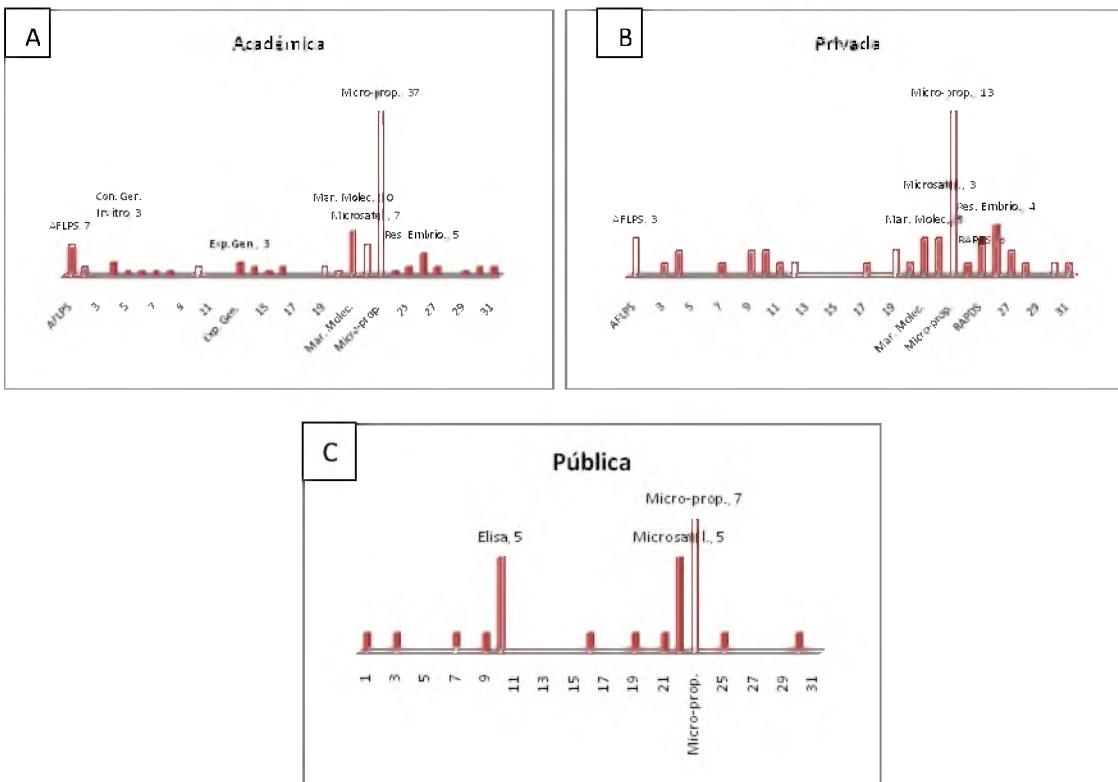


**Gráfico 15.** Frecuencia de utilización de las agrobiotecnologías en el Ecuador

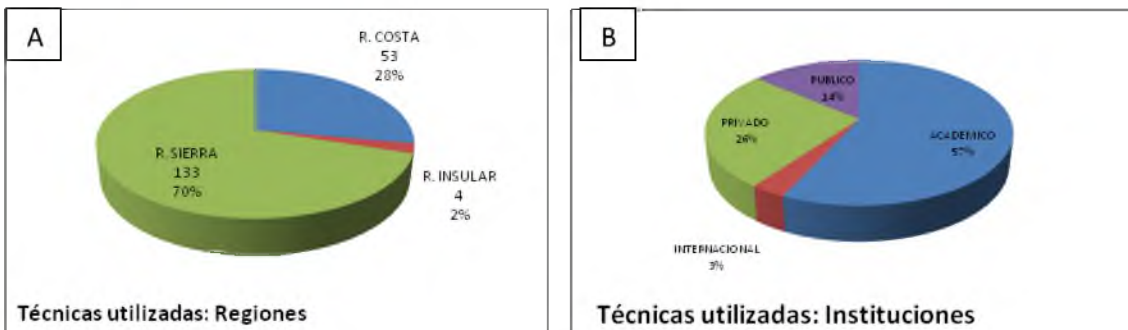


**Gráfico 16.** A) Uso de agrobiotecnologías en la región sierra del Ecuador. B) Uso de agrobiotecnologías en la región costa del Ecuador

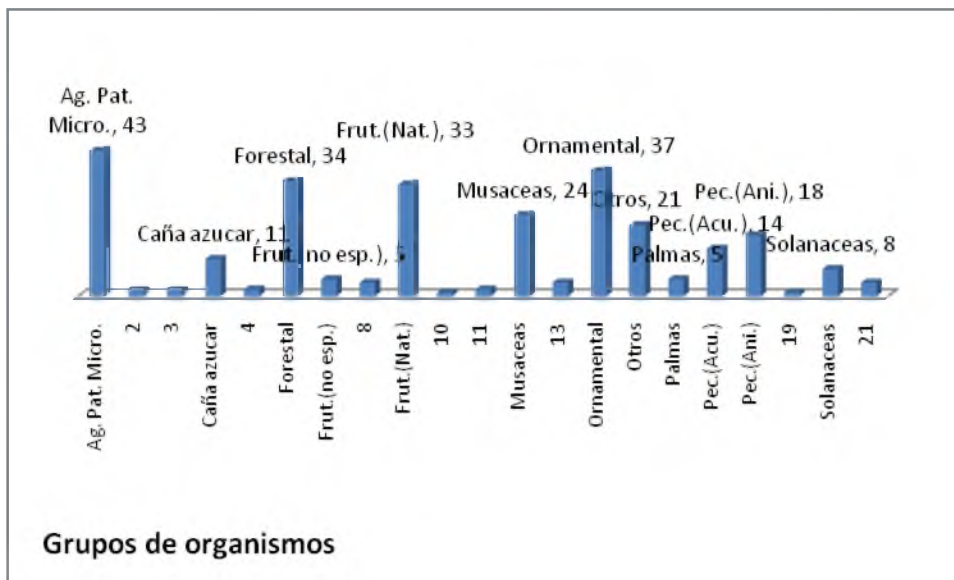




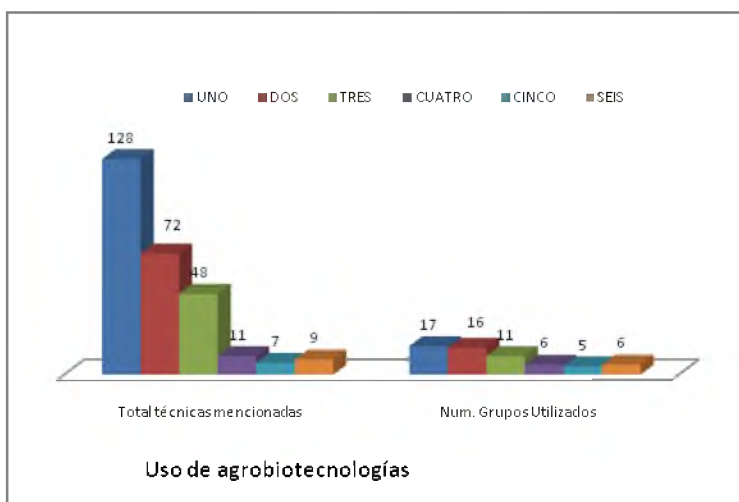
**Gráfico 17.** Uso de agrobiotecnologías a nivel de país en: A) Instituciones académicas. B) Instituciones privadas. C) Instituciones públicas



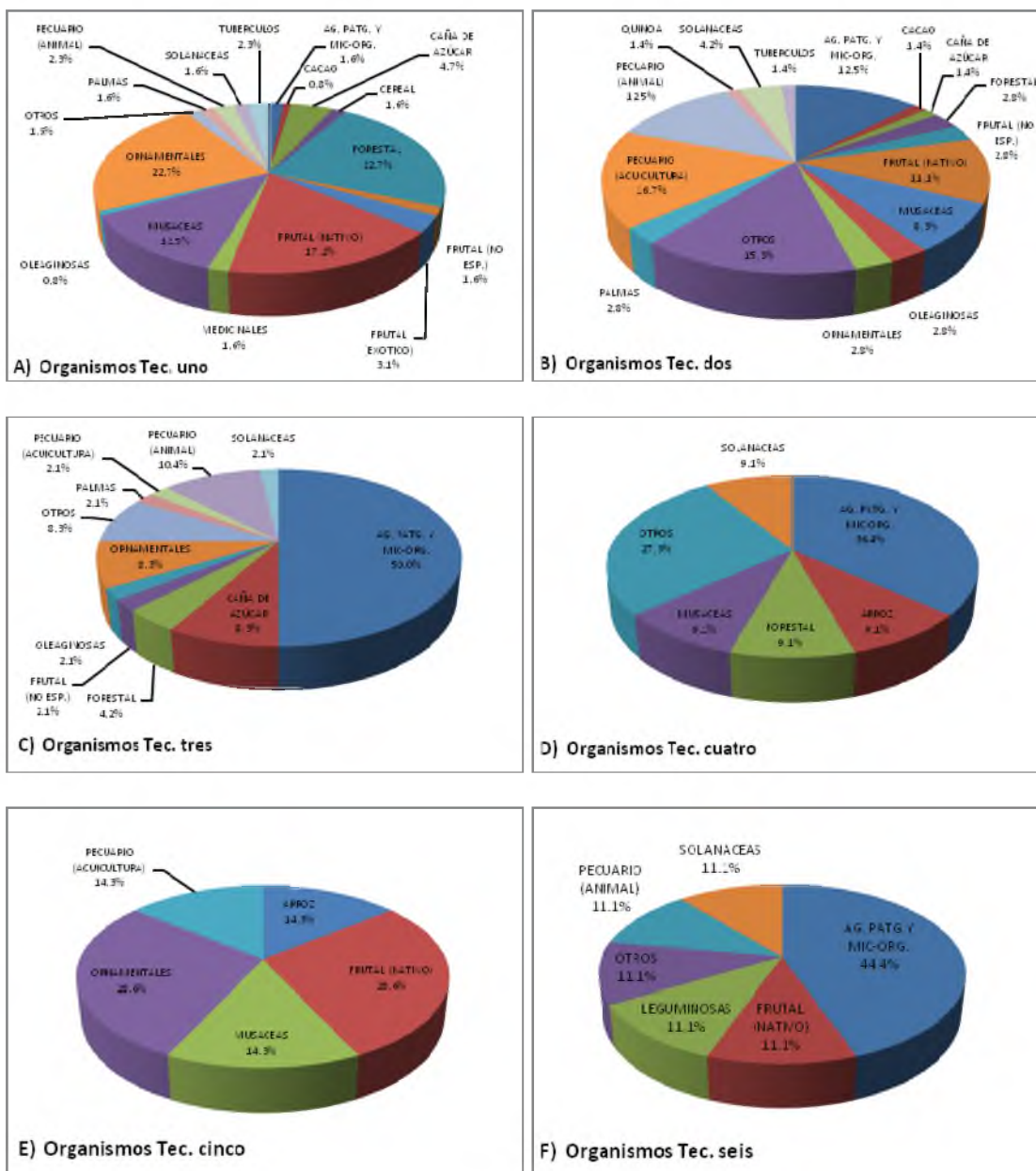
**Gráfico 18.** A) Grupo de técnicas utilizadas por regiones en Ecuador. B) Grupo de técnicas utilizadas por categoría de Institución



**Gráfico 19.** Grupos de organismos en estudio mencionados y categorizados en el diagnóstico a nivel nacional



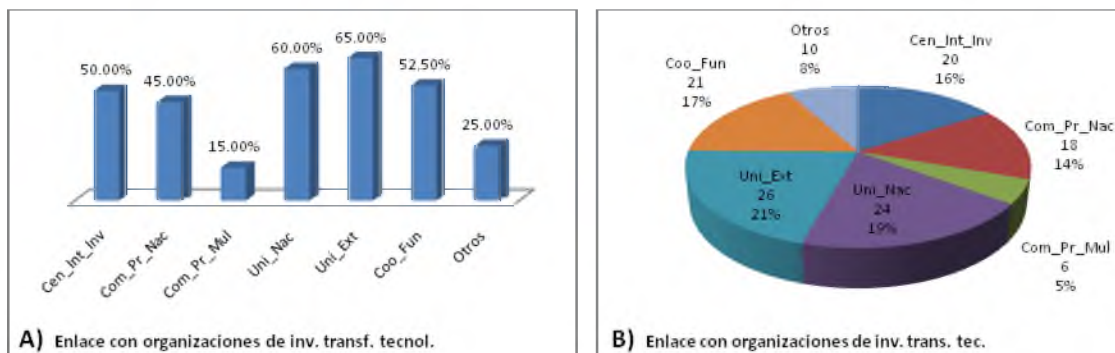
**Gráfico 20.** Total de técnicas mencionadas y número de grupos de técnicas utilizadas a nivel nacional



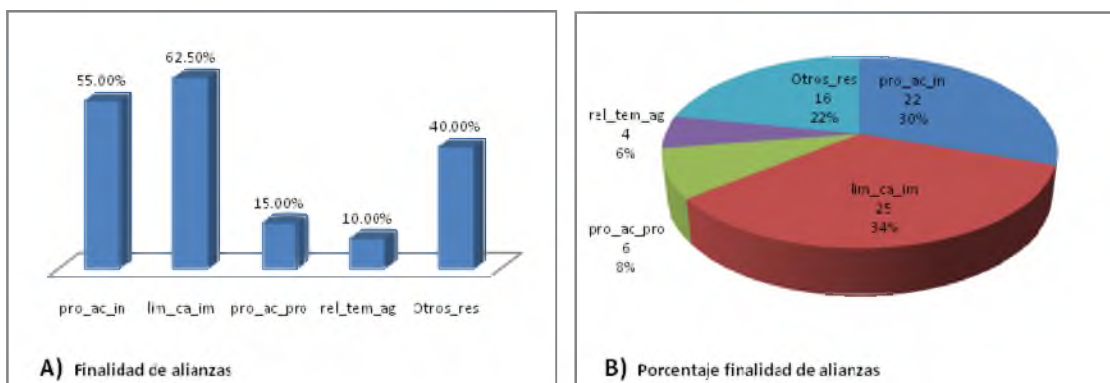
**Gráfico 21.** Grupo de organismos estudiados en las agrobiotecnologías: A) Técnicas uno. B) Técnicas dos. C) Técnicas tres. D) Técnicas cuatro. E) Técnicas cinco. F) Técnicas seis.



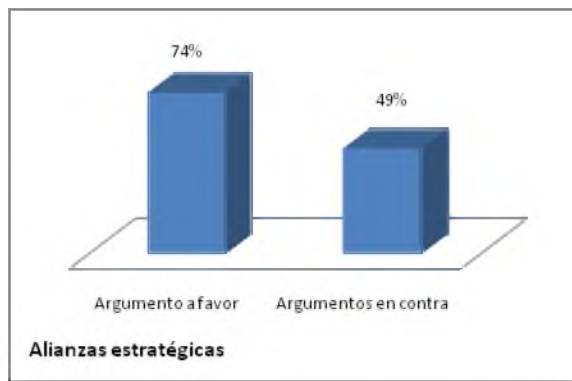
**Gráfico 22.** Respuesta a la pregunta sobre planificación de desechos tóxicos en las instituciones.



**Gráfico 23.** A) Respuesta a enlace con organizaciones y transferencia de tecnologías. B) Proporción de los enlaces con organizaciones a nivel general.



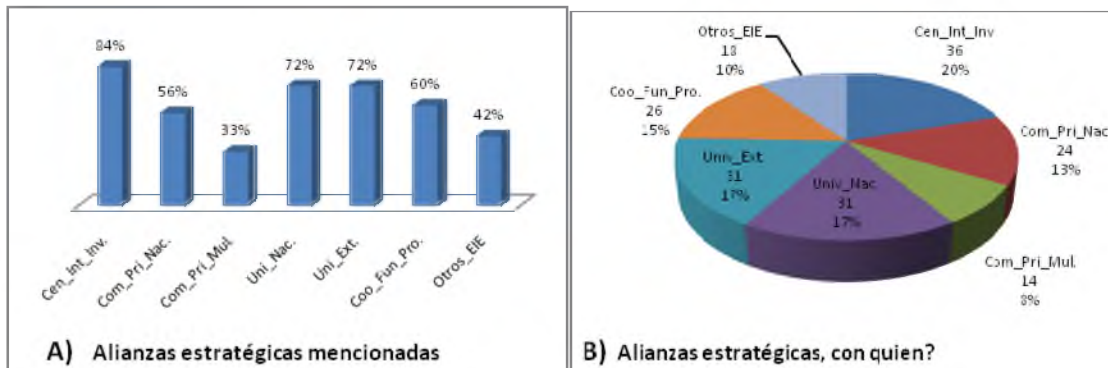
**Gráfico 24.** A) Respuesta sobre la finalidad de las alianzas estratégicas. B) Proporción a nivel general de la finalidad de las alianzas estratégicas.



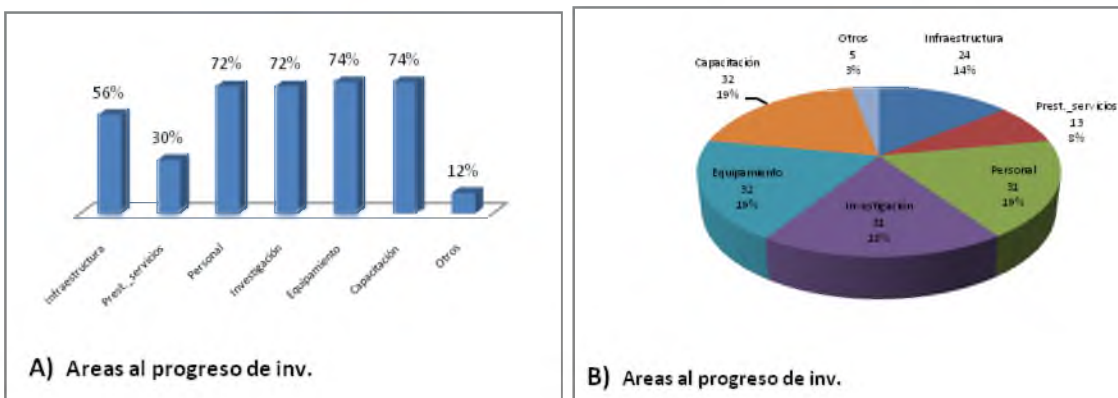
**Gráfico 25.** Porcentajes de respuesta sobre argumentos a favor y en contra de las alianzas estratégicas.



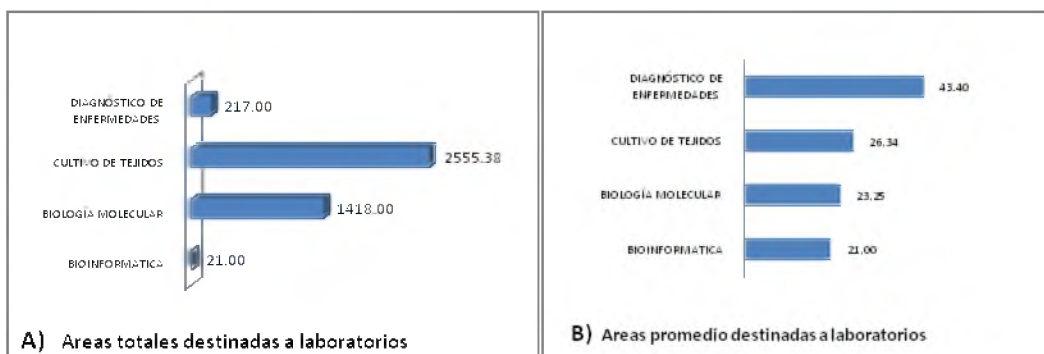
**Gráfico 26.** Porcentajes de respuesta sobre la continuidad de las alianzas estratégicas en el futuro.



**Gráfico 27.** A) Respuestas con quien continuaría o buscaría alianzas estratégicas a futuro. B) Proporción a nivel general de las alianzas estratégicas a seguir.

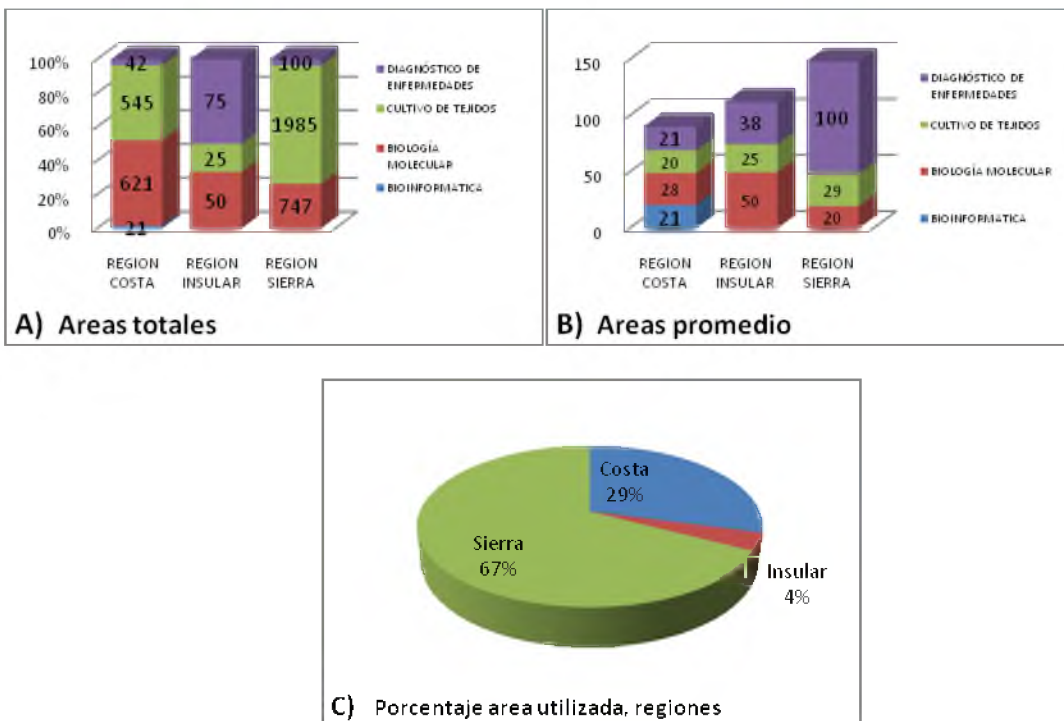


**Gráfico 28.** A) Respuesta a áreas importantes a invertir en progreso de la investigación.  
B) Proporción de la respuesta a inversión en áreas de progreso.

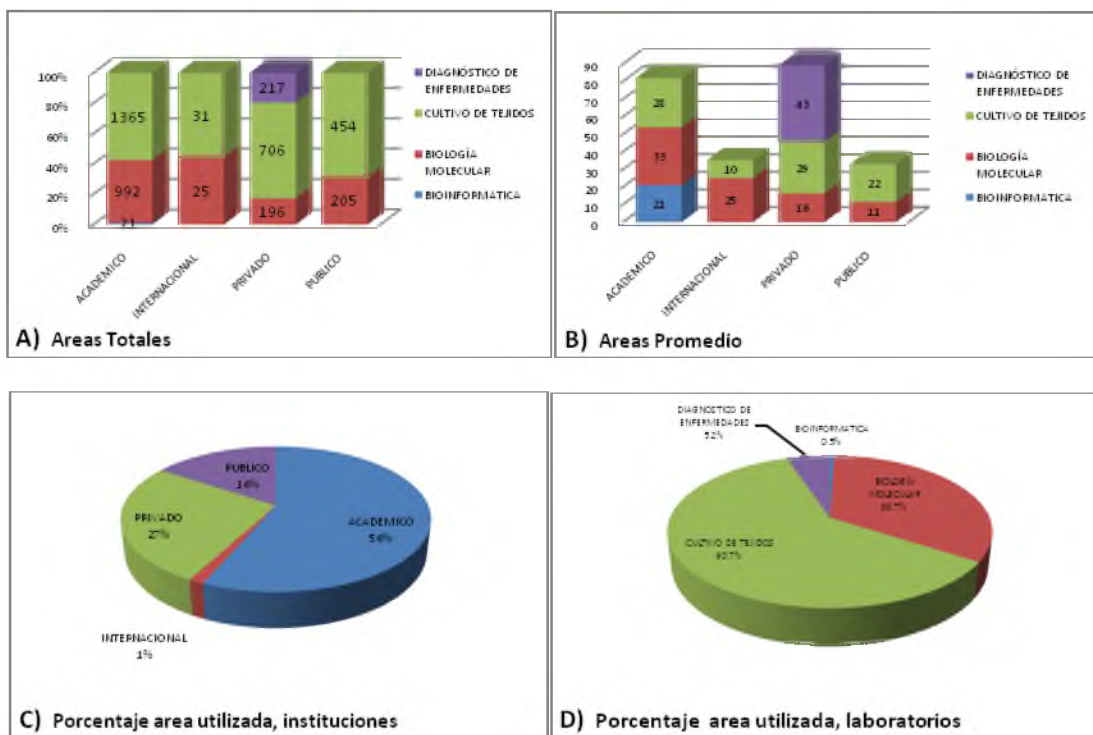


**Gráfico 29.** A) Áreas totales destinadas a laboratorios de agrobiotecnología en Ecuador.  
B) Áreas promedio destinadas a laboratorios de agrobiotecnología en Ecuador.



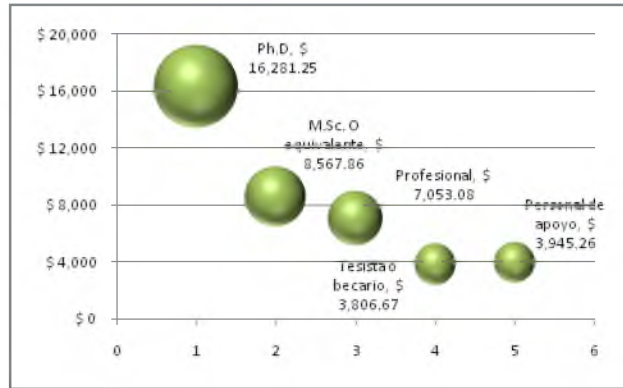


**Gráfico 30.** Áreas de infraestructura utilizada por los laboratorios dedicados a la agrobiotecnología. A) Superficie total; B) Promedio del área; y, C) Proporción por regiones del país.

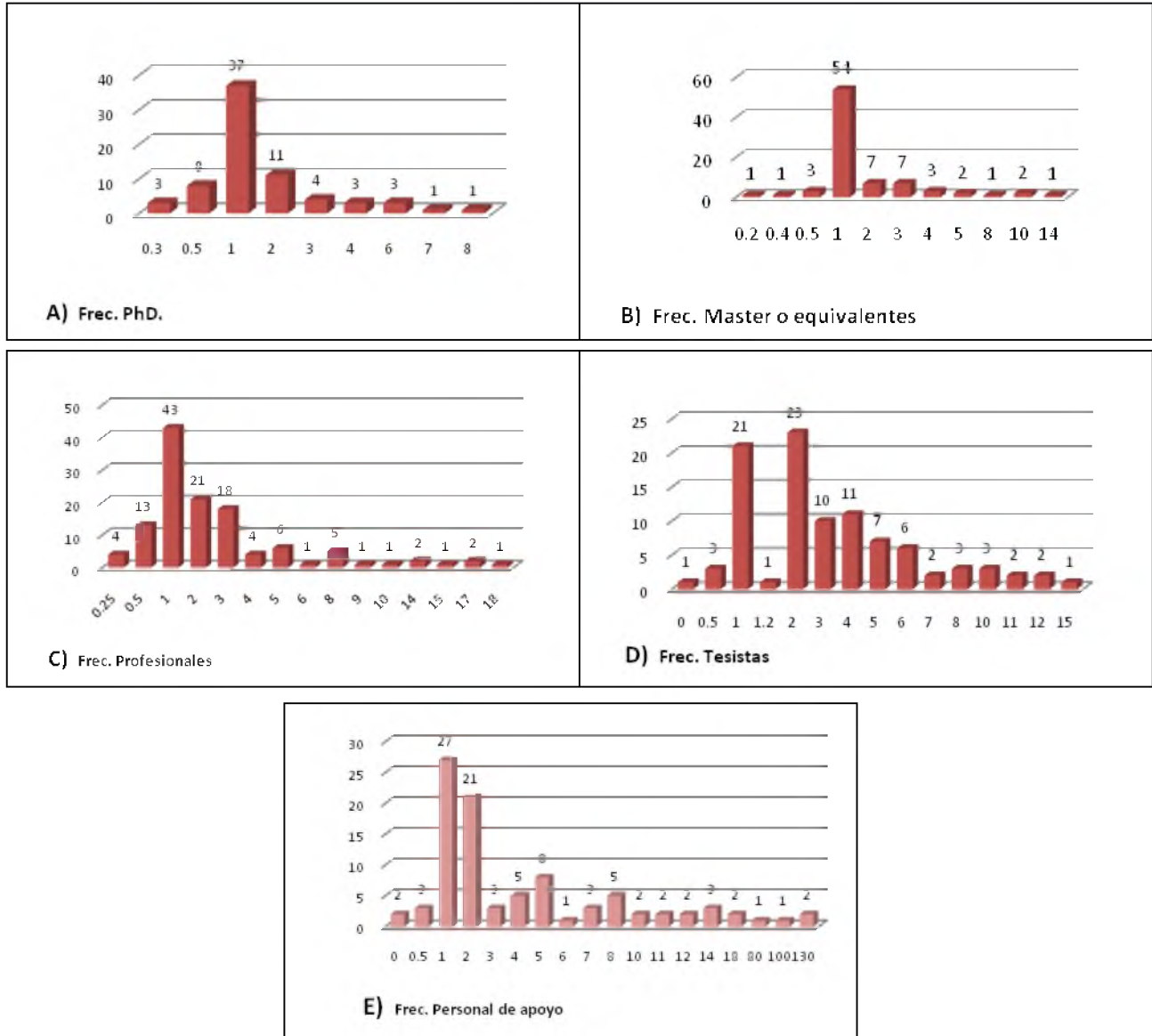


**Gráfico 31.** Áreas de infraestructura utilizada por los laboratorios categorizados por institución. A) Superficie total. B) Promedio del área. C) Proporción institución. D) Proporción laboratorios.

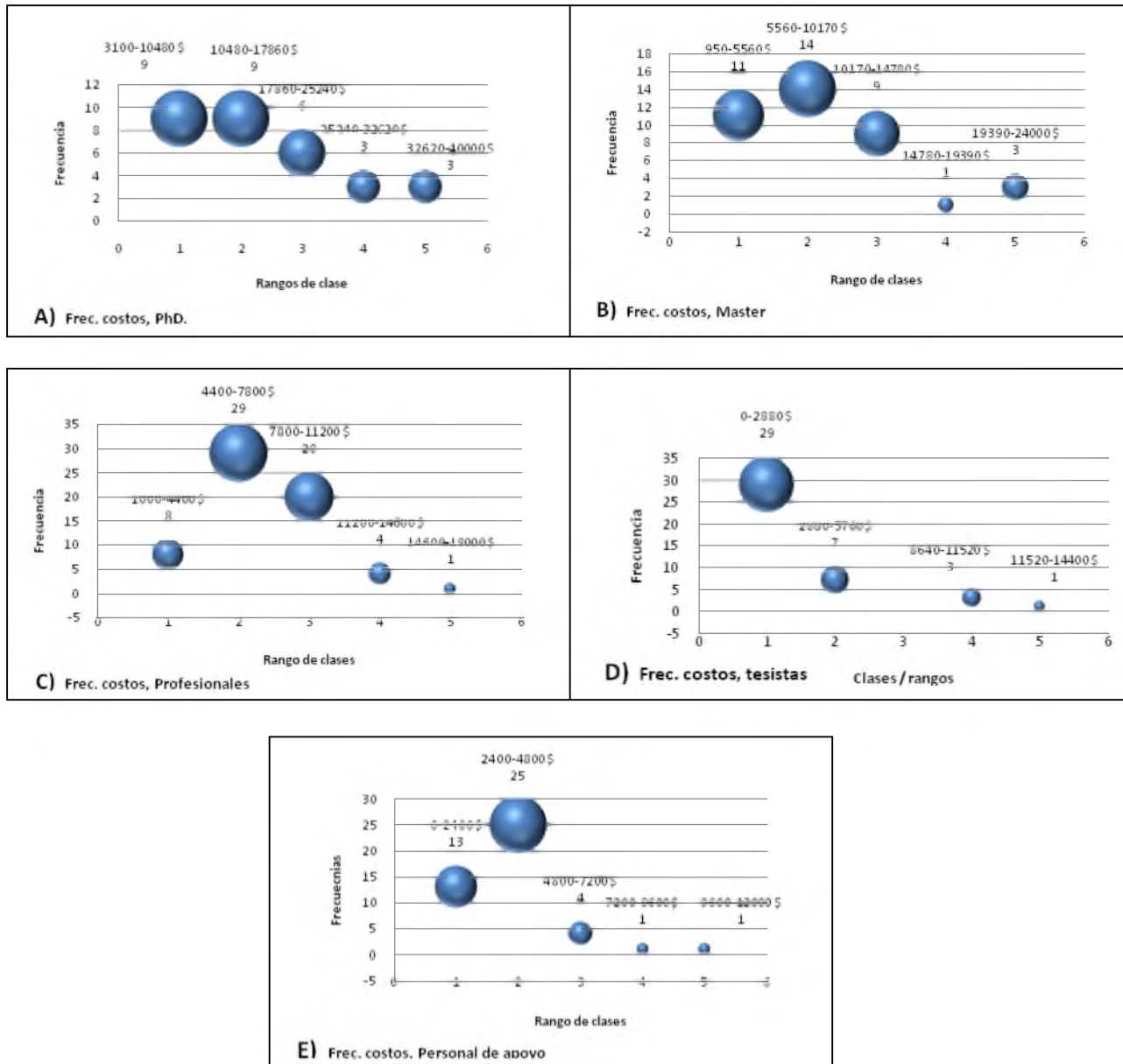




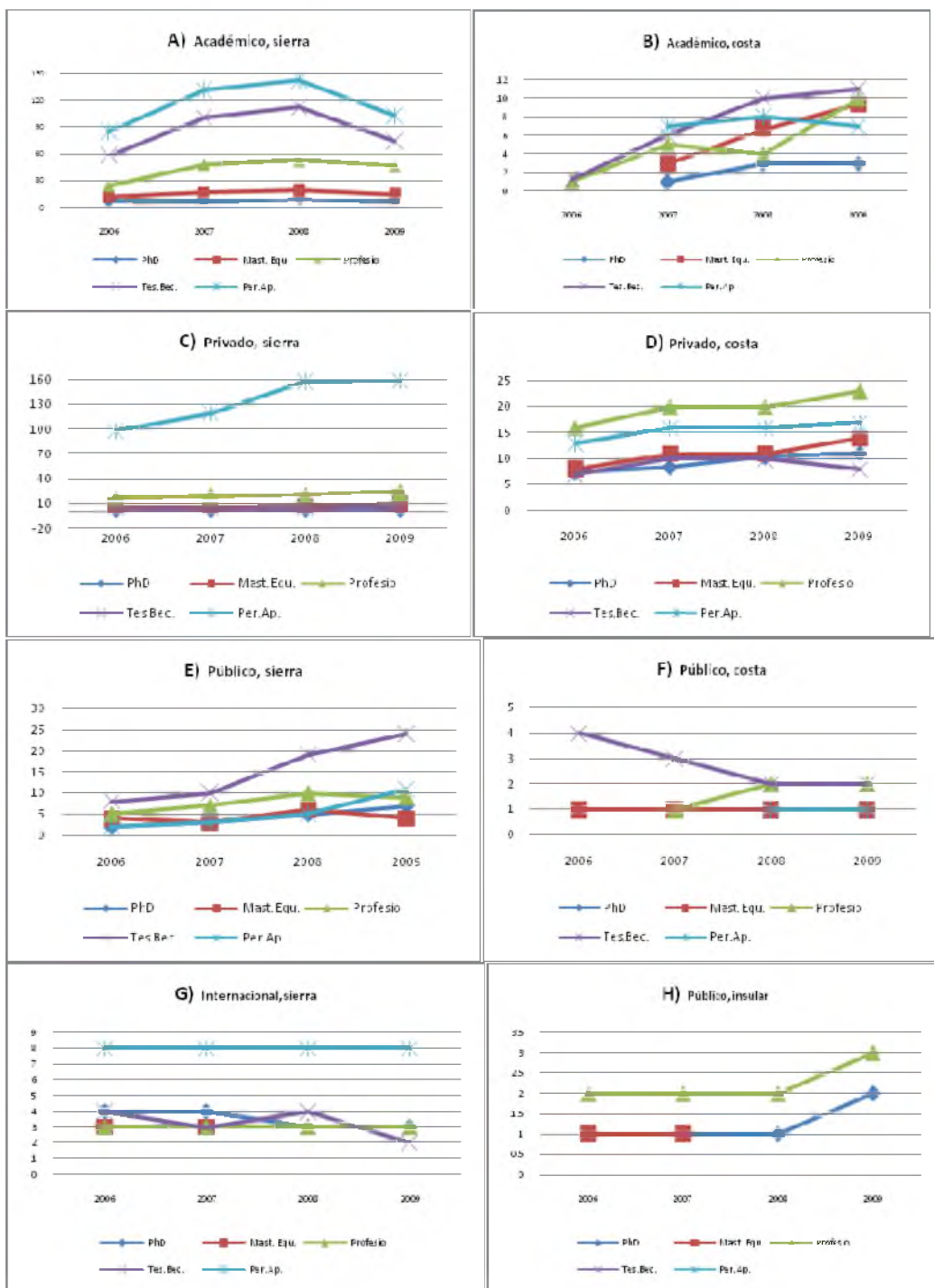
**Gráfico 32.** Costo promedio anual del recurso humano a nivel general en las instituciones entrevistadas.



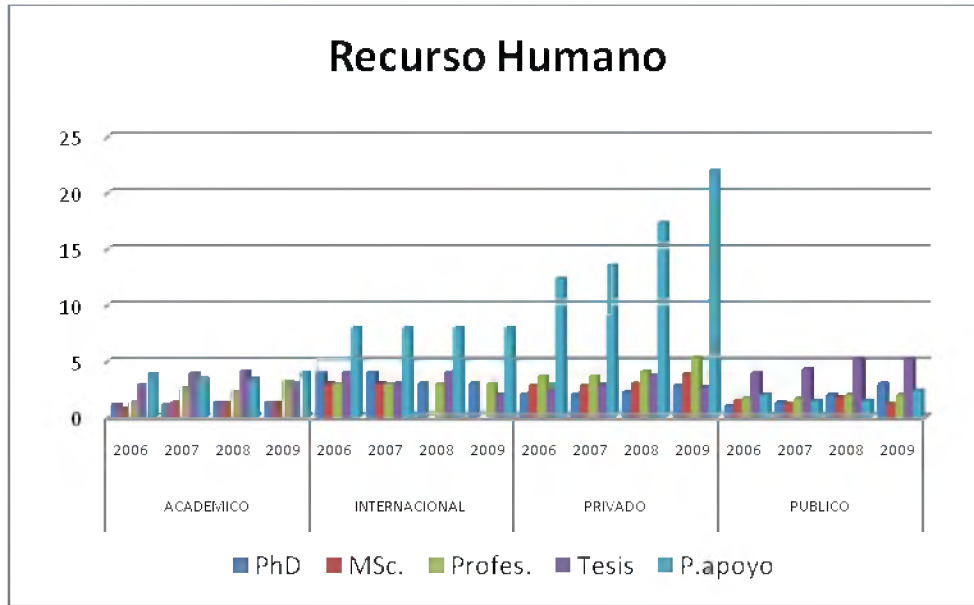
**Gráfico 33.** Frecuencia del recurso humano en (ETC) que trabaja en laboratorios de agrobiotecnología, a nivel nacional. A) Personal Ph.D. B) Personal Máster o equivalente. C) Personal Profesional. D) Personal tesista o becario. E) Personal de apoyo



**Gráfico 34.** Rango de costos para el personal que labora en laboratorios agrobiotecnológicos a nivel nacional. A) Costos para Ph.D. B) Costos para Máster o equivalente. C) Costos para Profesional. D) Costos para tesista o becario. E) Costos para personal de apoyo



**Gráfico 35.** Tendencia para el personal en (ETC) que trabaja en los laboratorios de agrobiotecnología, años 2006-2009. Institución académica: A) sierra. B) costa.; Institución privada: C) sierra. D) costa.; Institución pública: E) sierra. F) costa.; G) Institución Internacional en la sierra.; H) Institución pública en región insular



**Gráfico 36.** Frecuencia a nivel nacional para el personal en (ETC) que trabaja en los laboratorios de agrobiotecnología, años 2006-2009. Grupos de Recurso Humano por tipos de Institución

**18. ANEXOS**

**Anexo 1.** Formato de encuesta para el desarrollo del diagnóstico en agrobiotecnología



**PROGRAMA PROCINDINO**

**COMPONENTE DE AGROBIOTECNOLOGIA**

**DIAGNOSTICO 2008 DE LABORATORIOS DE AGROBIOTECNOLOGIA A NIVEL NACIONAL**

*Se aprecia mucho su contribución a este diagnóstico. La información proporcionada por los laboratorios servirá de insumo para realizar un estado del arte de la Agrobiotecnología en el Ecuador en el periodo 2006-2008, además será tratada como confidencial y solo publicable con su autorización*

**1. Información General**

**INSTITUCIÓN**

Nombre del Instituto:		
Sigla:		
Persona Contacto (Director o Gerente):		
Ubicación (Sede Principal)		
Dirección:	Provincia:	
Cantón:	Ciudad:	
Sitio/localidad:	Casilla postal:	
E-mail:	Teléfono:	Pág. web:

**LABORATORIO:**

Nombre del Laboratorio:		
Persona Contacto (Jefe o responsable):		
Ubicación		
Dirección:	Provincia:	
Cantón:	Ciudad:	
Sitio/localidad:	Casilla postal:	
E-mail:	Teléfono:	Pág. web:

Tipo de institución (por favor marque donde corresponda)

- Público
  Privado
  Internacional

Año de creación de la Institución: \_\_\_\_\_

Breve descripción de la misión institucional:.....  
 .....  
 .....

Año de creación del laboratorio: \_\_\_\_\_

Objetivos del laboratorio o misión.  
 .....  
 .....  
 .....

**Continuación: Anexo 1. Formato de encuesta.**

**Infraestructura física del Laboratorio (ver el ejemplo que se menciona)**

Laboratorio	Áreas de trabajo (Descripción de las áreas de trabajo)	Dimensión (en m <sup>2</sup> )	Estado actual	Comentarios
Biología Molecular	Sala de extracción	15 m <sup>2</sup>	Activo	

**Infraestructura física del invernadero**

Invernadero	Dimensión (en m <sup>2</sup> )	Uso	Comentarios

**Equipamiento con que cuenta el Laboratorio (mencionar los equipos de mayor relevancia que dispone el laboratorio)**

Laboratorio	Equipo	Cantidad	Uso	Comentarios

**2. Actividades de Investigación en biotecnología agropecuaria en el periodo 2006-2008**

Enumerar las biotecnologías en ejecución durante el periodo 2006-2008 de acuerdo al formato siguiente, precisando a qué grupo de técnica corresponde, los organismos en las que se utiliza, el problema a resolver y el número de investigadores involucrados.

* Grupos de técnicas biotecnológicas de investigación
<p><b>GRUPO UNO: Técnicas de Cultivo Celular y Tejidos</b>                      Mésa-propagación, cultivo de antena, rescate de esdríjoles, fusión de protoplastos, conservación e intercambio de genoplasmu In Vivo, Inoculación In Vivo, manipulación y transferencia de endosomas clonación de células animales y otras.</p>
<p><b>GRUPO DOS: Técnicas de Marcadores Moleculares</b>                      RFLP, RAPD, Marcadores micro satelitales, AFLP, secuenciación y otras.</p>
<p><b>GRUPO TRES: Técnicas de Diagnóstico</b>                      ELISA, Anticuerpos monoclonales, Sondas de ácidos nucleicos, PCR, Extracción de ADN y otras.</p>
<p><b>GRUPO CUATRO: Técnicas de ADN Recombinante</b>                      Amplificación, clonación, hibridación, construcciones de genes</p>
<p><b>GRUPO CINCO: Técnicas de Transformación Genética</b>                      métodos por Agrobacterium, bombardeo por micro-proyectiles, Electroporación, y micro inyección.</p>
<p><b>GRUPO SEIS: Técnicas Genómicas Funcional y Estructural, Proteómica y Metabolómica</b>                      Desarrollo de bancos de ADN, secuenciación de proteínas, expresión de genes, microarrays</p>



**Continuación: Anexo 1. Formato de encuesta.**

Columna 1: Enumerar las técnicas de acuerdo a su importancia en su laboratorio.  
 Columna 2: Cultivos, animales o microorganismos donde se están aplicando las técnicas de la Columna 1.  
 Columna 3: Problemas a resolver en los productos de la Columna 2.  
 Columna 4: Indicar el número de investigadores en el uso de las técnicas listadas.

Grupo	Biotecnología aplicada	Organismo de estudio	Problema a resolver	No. de investigadores implicados

Dispone el Laboratorio de una planificación para la eliminación de desechos químicos?

NO  SI  Precisar \_\_\_\_\_

**3. Enlaces con organizaciones avanzadas de investigación y transferencia de tecnologías**

Enumere las cinco alianzas y redes más importantes con las siguientes organizaciones:

- Centros Internacionales de Investigación
- Compañías privadas nacionales
- Compañías privadas multinacionales
- Universidades nacionales
- Universidades extranjeras
- Cooperativas, Fundaciones, Asociación de Productores
- Otros \_\_\_\_\_

Y responda a las siguientes preguntas:

3.1 ¿Considera usted que las alianzas estratégicas enumeradas fueron destinadas a?

- Resolver problemas de acceso a insumos para la investigación
- Resolver limitaciones en la capacidad de implementar investigación en su organización
- Resolver problemas de acceso y uso de la propiedad intelectual
- Relacionar con temas de agrobioseguridad
- Otros \_\_\_\_\_

**Continuación Anexo 1.**

3.2 Mencione los puntos a favor y en contra de las alianzas estratégicas antes enumeradas

Argumentos a favor:

.....

.....

.....

Argumentos en contra:

.....

.....

.....

3.3 ¿Piensa perseguir su laboratorio este tipo y otros de alianzas estratégicas en el futuro?

SI  NO

¿Con quién?

- Centros Internacionales de Investigación
- Compañías privadas nacionales
- Compañías privadas multinacionales
- Universidades nacionales
- Universidades extranjeras
- Cooperativas, Fundaciones, Asociación de Productores
- Otros (Equipos de investigación específicos)

**4. Recursos involucrados en Biotecnología**

**4.1 Recursos financieros**

Por favor proporcione un estimado de los recursos financieros invertidos en biotecnología durante el periodo 2006- 2008 en su laboratorio.

Año	Proyecto	Actividad	Objetivo	Presupuesto	Organismo financiador

**Continuación Anexo 1.**

Por favor enumere los proyectos a ejecutarse en el 2009

Proyecto	Actividad	Objetivo	Presupuesto	Organismo financiador

**4.1.1 Recursos financieros invertidos en su laboratorio de Biotecnología:**

Año	Presupuesto anual	¿Qué porcentaje del presupuesto anual de la institución, representa lo invertido en Biotecnología?
2006		
2007		
2008		

**4.1.2 Fuentes de financiamiento del laboratorio:**

	2006	2007	2008	2009
Contribuciones gubernamentales				
Contribuciones de la cooperación internacional				
Ventas de productos o servicios				
Donaciones				
Otros (precisar)				

**4.2 Recursos humanos**

Año		Ph. D.	M. Sc. o equivalente	Profesional	Tesista o becario	Personal de apoyo
2006	N°. de Investigadores * (ETC)					
	Costo promedio (por Individuo)					
2007	N°. de Investigadores * (ETC)					
	Costo promedio (por Individuo)					
2008	N°. de Investigadores * (ETC)					
	Costo promedio (por Individuo)					
2009	N°. de Investigadores * (ETC)					
	Costo promedio (por Individuo)					

ETC= Equivalentes Tiempo Completo

**Continuación Anexo 1.**

**5. Proyecciones para los próximos cinco años**

5.1 Si dispusiera de recursos adicionales, ¿Cuáles serían las técnicas de investigación más importantes a implementar? (Use las técnicas listadas en la ayuda del inciso 2.)

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....

5.2 Si dispusiera de recursos adicionales, ¿Cuáles serían las áreas más importantes al progreso de la investigación en biotecnología en su laboratorio?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Infraestructura                     | <input type="checkbox"/> Prestación de servicios |
| <input type="checkbox"/> Personal                            | <input type="checkbox"/> Investigación           |
| <input type="checkbox"/> Equipamiento                        | <input type="checkbox"/> Capacitación            |
| <input type="checkbox"/> Otros (por favor especifique aquí): |  |
- 

5.3 Si dispusiera de recursos adicionales, ¿Cuál serían los productos u organismos (plantas, animales o microorganismos) más importantes a desarrollar biotecnología en su laboratorio?

.....  
.....  
.....  
.....

*¿Permitiría realizar una foto-documentación de su laboratorio para mantener una base de datos bibliográfica e incluirla en una publicación?*

- SI  NO

**Por favor envíe su cuestionario después de llenarlo a: [biotec@rdyec.com](mailto:biotec@rdyec.com)**

***Gracias por su colaboración!***

**Anexo 2.** Lista de instituciones y laboratorios categorizados a nivel nacional que intervinieron inicialmente en el diagnóstico

	CATEGORÍA INSTITUCIÓN	INSTITUCIÓN	BIOINFORMÁTICA	BIOLOGÍA MOLECULAR	CULTIVO DE TEJIDOS	DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES	BROMATOLÓGICO	FITOPATOLOGÍA	MICROBIOLOGÍA APLICADA	PRODUCCIÓN BIOPRODUCTOS	REPRODUCCIÓN	TOTAL DE LABORATORIOS
1	PRIVADO	ANCUA							1*			1
2	PRIVADO	BONANZA POR LA VIDA			1*							1
3	ACADÉMICO	CIBE-ESPOL	1*	1*	1*			1*		1*		5
4	PRIVADO	CINCAE		1*	1*	1*						3
5	INTERNACIONAL	CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA		1*	1*				1*			3
6	PÚBLICO	CENTRO INTERNACIONAL DE ZONOSIS - UCE		1*								1
7	PÚBLICO	EMMOP QUITO			1*							1
8	ACADÉMICO	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		1*	1				1*	1*		4
9	ACADÉMICO	ESPAM		1*	1*							2
10	ACADÉMICO	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO		1*	1*							2
11	PRIVADO	FUNDACIÓN FORESTAL JUAN MANUEL DURINI			1*							1
12	PRIVADO	FUNDACIÓN VITROPLANT (NF)		1	1					1		3
13	PRIVADO	HILSEA INVESTMENTS LTDA. GRUPO ESMERALDA			1*							1
14	PÚBLICO	INIAP		3	3							6
15	PRIVADO	MERISISTEMAS S.A.			1							1
16	PRIVADO	NUEVO SOL PLANTAS C.L.			1							1
17	PRIVADO	ONELABT S.A.		1								1
18	ACADÉMICO	ORQUIDEARIO DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA			1*							1
19	ACADÉMICO	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR		3*					1			4
20	PRIVADO	PRONACA				1	1				1	3
21	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR		1*	2*				1*			4
22	PÚBLICO	PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS		1*		1*						2
23	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD DEL AZUAY			1*							1
24	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		1*	1*							2
25	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO		1*	1*							2
26	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO		1*	1*				1*			3
27	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA			1*							1
28	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA		1*	1*							2
29	PRIVADO	CONCEPTO AZUL		1*		1*						2
30	ACADÉMICO	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE			1*							1
		<b>Total Laboratorios</b>	1	22	26	4	1	1	6	3	1	<b>65</b>
		<b>Porcentaje</b>	1,5%	33,8%	40,0%	6,2%	1,5%	1,5%	9,2%	4,6%	1,5%	<b>100%</b>

\* Se dispone de fotodocumentación