

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**“ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA BIOTECNOLOGIA AGRICOLA EN
EL SALVADOR”**

**POR:
CLAUDIA PETRONA HERNANDEZ TURCIOS
OMAR ANTONIO MEDRANO MEJIA**

**PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO**

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2007.

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA:

Doctora MARIA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL:

Licenciada MARGARITA RIVAS DE RECINOS

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO:

Ingeniero Agrónomo y master JORGE ALBERTO ULLOA ERROA

SECRETARIO:

Ingeniero Agrónomo ALÍRIO SANDOVAL MONTERROSA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Ingeniero Agrónomo JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA
Jefe del Departamento

Ingeniero Agrónomo y Master MARIO ANTONIO ORELLANA NUÑEZ
Docente Director

RESUMEN

El Salvador carecía de un estudio que describiera la percepción de diferentes sectores sobre la biotecnología agrícola, no obstante casi todos los estudios sobre la percepción pública de nuevas tecnologías se han realizado en países industrializados (Aerni, 2001), mientras que en los países en vías de desarrollo la opinión pública se ha descuidado, sin considerar que la opinión pública tiene gran importancia en la toma de decisiones.

Por tal motivo, se llevó a cabo la investigación “Análisis de la Situación Actual de la Biotecnología Agrícola en El Salvador”, que consistió en encuestar a docentes de educación básica y media de instituciones educativas del Municipio de San Salvador, a estudiantes de último año de carreras relacionadas con la biotecnología agrícola del Campus Central de la Universidad de El Salvador y a docentes procedentes de las mismas carreras que los estudiantes; se encuestó también a representantes de instituciones gubernamentales y no gubernamentales relacionados con la biotecnología y se censaron los laboratorios dedicados también a la Biotecnología Agrícola en El Salvador. Se elaboraron cuatro tipos de cuestionarios, uno para cada sector en los cuales se preguntaron aspectos básicos para determinar el nivel de conocimiento y la percepción de dichos sectores.

Se empleó el diseño muestral de tipo probabilístico para calcular el número de elementos que constituyeron las muestras para cada uno de los estratos en estudio y el muestreo estratificado por afijación proporcional con un 5% de confianza, para determinar el número de personas a ser encuestadas en cada sector.

Los resultados fueron analizados con el Software Estadístico SPSS Versión 12.0, que permitirán al lector, conocer la situación tecnológica y el aporte que brindan los laboratorios de biotecnología agrícola y sus perspectivas para la agricultura nacional y conocer también la percepción que tienen respectivamente los sectores mencionados a la biotecnología agrícola. Servirá a quien lo considere necesario como base para la realización de otros estudios relacionados con la Biotecnología Agrícola y en la toma de decisiones sobre su aplicación en el país.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES: por creer y confiar en mí, brindándome su apoyo incondicional, por orientarme y corregirme cuando era necesario; por permitirme completar mi carrera, por animarme a dar lo mejor de mí, por la paciencia y por estimular desde siempre mi interés por la investigación ¡Familia, les dedico todos mis éxitos!

A MI AMIGA CLAUDIA MARTÍNEZ Y FAMILIA: por brindarme su amistad y confianza desde siempre, su colaboración y apoyo en la realización de mi tesis. ¡Hey gracias Clau!

A LA Sra. MARIBEL MENJÍVAR Y FAMILIA: quienes me brindaron su amistad y apoyo en innumerables ocasiones durante el desarrollo de la carrera, por sus sabios consejos, paciencia, comprensión, hospitalidad. ¡Los quiero mucho...Tía!

AL ASESOR: por tenernos paciencia durante la investigación y en las reuniones de asesoría, por compartir sus conocimientos sin egoísmos y por la confianza que nos brindó. ¡Ingeniero, lo logramos!

AL INGENIERO MIGUEL ANGEL HERNANDEZ: por permitirnos trabajar en su laboratorio de SIG. Siempre me voy a acordar de esa frase: ¡Buen Provecho!, cuando ya era hora de cerrar el laboratorio y no veía que apagaríamos las máquinas, así que gracias por su comprensión, paciencia y apoyo en la realización del presente documento.

A LAS INGENIERAS E INGENIEROS: que me apoyaron en el transcurso de la carrera y que me permitieron trabajar con ellos en algún proyecto de mi interés, brindándome su confianza y apoyo.

A MIS COMPAÑERAS, COMPAÑEROS Y AMISTADES: con las que compartimos buenos y malos momentos durante todo o en alguna parte del período de los estudios universitarios. ¡Chicas y chicos, hasta pronto!

CLAUDIA PETRONA HERNANDEZ TURCIOS.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES: Por haberme comprendido y animado en todo momento, y por todo el esfuerzo que hicieron para que este momento se materializara en la historia de la vida.

A MI COMPAÑERA DE TESIS: Por toda su colaboración e interés mostrado a lo largo de la carrera y por todo el esfuerzo, paciencia y empeño manifestado durante la presente investigación.

AL ASESOR: Que siempre mostró interés y paciencia para monitorear la presente investigación.

AL INGENIERO MIGUEL HERNANDEZ: Por habernos colaborado en la medida de lo posible con el préstamo de equipo.

A MIS COMPAÑEROS: Que de alguna manera me apoyaron y colaboraron durante el camino recorrido para alcanzar este triunfo.

OMAR ANTONIO MEDRANO MEJÍA

DEDICATORIA

La dedicatoria que se dicta en este documento, nace de lo más profundo del ser y la conciencia que como ingenieros agrónomos tenemos y mostraremos siempre en donde quiera que nos encontremos.

A LA CLASE PROLETARIA DE NUESTRO PAIS: Por ser una clase luchadora incansable, digna de respeto y admiración, una clase sufrida pero nunca vencida. Por ser la clase a la cual pertenecemos y perteneceremos siempre; con la cual nos comprometemos a dedicar nuestro esfuerzo a lo largo de nuestra vida profesional, a fin de crear cambios significativos en el seno de la misma, ya que como sujetos científicos estamos obligados a devolver todo nuestro conocimiento teórico y practico a aquellos que no corrieron con la misma suerte de poder formarse como ingenieros agrónomos integrales y orgánicos.

A aquellas generaciones que nacen desde ayer y ponen su vida al servicio de la organización y formación de los obreros y campesinos a manera de lograr que estos tomen conciencia de clase y se conviertan en sujetos transformados y transformadores, en ingenieros sociales, en arquitectos de su propia historia a fin de abolir la diferencia de clases y construir una patria libre para todos, el socialismo científico.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xiv
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1. Antecedentes de la Biotecnología.....	2
2.1.1 Historia de la Biotecnología en la Agricultura.....	2
2.2. Biotecnología Agrícola.....	3
2.3. Biotecnología y Desarrollo.....	4
2.3.1. Aspectos económicos.....	4
2.3.2. Aspecto social y Salud.....	6
2.3.2.1. Derechos de propiedad intelectual.....	7
2.3.3. Aspectos ambientales.....	9
2.4. BIOTECNOLOGIA Y AGRICULTURA.....	12
2.4.1. Biotécnicas.....	12
2.4.1.1. Cultivo de tejidos.....	12
2.4.1.2. Ingeniería Genética.....	26
2.4.1.3. Biología molecular.....	34
2.5. Laboratorios a nivel internacional	37
2.5.1. Clasificación y líneas de trabajo.....	37
2.5.2. Establecimiento de un laboratorio.....	38
2.5.3. Estándares de bioseguridad.....	40
2.6. Normativas y regulaciones.....	42
III. MATERIALES Y METODOS.....	44
3.1. Ubicación Geográfica, Duración y Unidades Experimentales.....	44
3.2. Fase de campo.....	44
3.2.1. Instrumentos de recolección de información.....	44
3.2.2. Recopilación de la información.....	47
3.3. Metodología estadística.....	51

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
4.1. Docentes de educación básica (tercer ciclo) del municipio de San Salvador.....	53
4.1.1. Aspectos Generales.....	53
4.1.2. Conocimientos generales sobre biotecnología.....	54
4.1.3. Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El Salvador.....	59
4.1.4. Legislación nacional.....	69
4.1.5. Aspectos educativos.....	70
4.2. Docentes de educación media (bachillerato) del municipio de san salvador.....	73
4.2.1. Aspectos generales.....	73
4.2.2. Conocimientos generales sobre Biotecnología.....	74
4.2.3. Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El Salvador....	80
4.2.4. Legislación nacional.....	87
4.2.5. Aspectos educativos.....	91
4.3. Estudiantes de último año del campus central de la universidad de El Salvador.....	92
4.3.1. Datos Generales.....	92
4.3.2. Conocimientos generales sobre biotecnología.....	93
4.3.3. Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El Salvador.....	97
4.3.4. Laboratorios de biotecnología agrícola en El salvador.....	105
4.3.5. Legislación nacional.....	107
4.3.6. Sobre la cátedra.....	108
4.4. Docentes del campus central de la universidad de El Salvador.....	109
4.4.1. Datos generales.....	109
4.4.2. Conocimientos generales sobre biotecnología.....	109
4.4.3. Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El Salvador.....	115
4.4.4. Laboratorios de biotecnología agrícola en el salvador.....	122
4.4.5. Legislación nacional.....	124
4.4.6. Sobre la cátedra.....	125
4.5. Laboratorios de biotecnología agrícola a nivel nacional.....	126
4.5.1. Perspectivas a futuro de los laboratorios de biotecnología en El Salvador.....	136
4.6. Entrevista a instituciones gubernamentales y no gubernamentales sobre la biotecnología.....	138
V. CONCLUSIONES.....	144
VI. RECOMENDACIONES.....	146
VII. BIBLIOGRAFIA.....	147
VIII. ANEXOS.....	162
IX. GLOSARIO.....	204

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
Cuadro 1. Clasificación de los laboratorios de biotecnología a nivel internacional.....	37
Cuadro 2. Numero de docentes de educación básica encuestados, Según institución de trabajo y carácter de la misma.....	48
Cuadro 3. Numero de docentes de educación media encuestados, Según institución de trabajo y carácter de la misma.....	49
Cuadro 4. Numero de docentes y estudiantes encuestados, del campus central de la Universidad de El Salvador.....	50
Cuadro 5. Laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador, los cuales fueron censados.....	50
Cuadro 6. Instituciones relacionadas con la biotecnología agrícola en El Salvador, que fueron entrevistadas.....	51
Cuadro 7: Cultivos que han sido mejorados genéticamente.....	112
Cuadro 8: Perspectiva de los laboratorios de biotecnología agrícola, según sus encargados.	137
Cuadro 9. Posición de instituciones estatales y privadas, relacionadas con la investigación y desarrollo de la biotecnología y la bioseguridad en El Salvador.....	138
Cuadro A 1. Límites de temperatura, humedad y ventilación, en los laboratorios de biotecnología, según lo establecido en el anexo III del Real Decreto.....	163
Cuadro A 2. Condiciones mínimas de iluminación, en los laboratorios de biotecnología, según lo establecido en el anexo IV del Real Decreto	163
Cuadro A 3. Datos generales de los laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador.....	202

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
Figura 1. Conocimiento sobre la biotecnología y aspectos generales de la misma por docentes de instituciones de educación básica del municipio de San Salvador.....	54
Figura 2. Conocimiento sobre la biotecnología agrícola y diferentes biotécnicas, por docentes de instituciones de educación básica del municipio de San Salvador.....	56
Figura 3. Consideración de haber consumido OGM, de docentes de instituciones de educación básica del municipio de San Salvador.....	59
Figura 4. Clasificación de los OGM que consideran haber consumido los docentes de instituciones de educación básica del municipio de San Salvador.....	60
Figura 5. Sectores que resultaran beneficiados o perjudicados, con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, Según los docentes de Educación Básica	64
Figura 6. Aspectos que se alcanzarían con la implementación de la biotecnología agrícola moderna en El Salvador, según los docentes de educación básica	66
Figura 7. Alternativas que proponen los docentes de educación básica del municipio de San Salvador, En lugar de la biotecnología agrícola.....	68
Figura 8. Posición y conocimiento de los docentes de educación básica del municipio de San Salvador sobre, la bioseguridad, los laboratorios y algunos aspectos educativos.....	70
Figura 9. Razones por las que los docentes de educación básica del municipio de san Salvador, consideran necesario incluir el tema dentro del plan de estudio de este nivel.....	72
Figura 10. Conocimiento general sobre biotecnología y algunos aspectos básicos por parte de los docentes de educación media del municipio de San Salvador.....	75
Figura 11. Conocimiento de los docentes de educación media del municipio de San salvador, sobre la biotecnología agrícola y las biotécnicas que aplica.....	77
Figura 12. Medios de información más usados por los docentes de educación media del municipio de San Salvador, para informarse sobre biotecnología agrícola.....	78
Figura 13. Clasificación de los productos transgénicos que consideran haber consumido los docentes de educación media del municipio de San Salvador.....	81
Figura 14. Sectores que resultarían beneficiados o perjudicados con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, según los docentes de educación media	84
Figura 15. Alcances que se lograrían con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, según docentes de educación media del municipio de San Salvador.....	85
Figura 16. Alternativas que proponen los docentes de educación media del municipio de San Salvador, en lugar de la biotecnología agrícola en El Salvador.....	86
Figura 17. Consideración de los docentes de educación media de San Salvador, sobre incorporar el tema de biotecnología en el plan de estudio de su nivel y con que fines.....	92

Figura 18. Conocimiento general sobre biotecnología por parte de los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador.....	94
Figura 19. Conocimiento de los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, sobre biotecnología agrícola y las Biotécnicas que esta aplica....	95
Figura 20. Medios mas usados por los estudiantes de ultimo año del campus central de la Universidad de El Salvador, para informarse sobre el tema de biotecnología.....	96
Figura 21. Clasificación que dan los estudiantes de ultimo año del campus central de la Universidad de El Salvador, a los productos transgénicos consumidos.....	98
Figura 22. Sectores que resultarían perjudicados o beneficiados si se implementara la biotecnología en el país, según los estudiantes de último año del campus central de la UES.	101
Figura 23. Alcances que se lograrían con la implementación de la biotecnología en El Salvador, según los estudiantes de último año del campus central de la UES.....	103
Figura 24. Alternativas que proponen en lugar de la biotecnología agrícola, los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador.....	104
Figura 25. Participación que debería tener la UES en el desarrollo de la biotecnología en El Salvador, según los estudiantes de ultimo año del campus central de la UES.....	106
Figura 26. Forma en que se incluye el tema de biotecnología durante el desarrollo académico de los estudiantes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	108
Figura 27. Conocimiento sobre aspectos generales de biotecnología por parte de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	110
Figura 28. Conocimiento de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, sobre biotecnología agrícola y las Biotécnicas que aplica.....	111
Figura 29. Medios a través de los cuales se informan sobre biotecnología, los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	114
Figura 30. Clasificación de los alimentos transgénicos consumidos, según los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	115
Figura 31. Sectores que resultarían beneficiados o perjudicados al implementar la biotecnología en el Salvador, según los docentes del campus central de la UES.....	118
Figura 32. Logros que se alcanzarían con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, según los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	120
Figura 33. Alternativas que proponen en lugar de la biotecnología, los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	121
Figura 34. Participación que debe tener la Universidad de El Salvador en el desarrollo de la biotecnología, según los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	123
Figura 35. Grado académico que poseen los responsables de los laboratorios de Biotecnología Agrícola de El Salvador.....	127

Figura 36. Actividad principal a la que se dedican los laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador.....	128
Figura 37. Principal línea de investigación de los laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador.....	128
Figura 38. Capacidad instalada de producción de plantas por año que poseen los laboratorios de biotecnología de El Salvador.....	129
Figura 39. Cantidad real de plantas por año que producen los laboratorios de biotecnología de El Salvador.....	130
Figura 40. Cultivos en los cuales se encuentran trabajando los laboratorios de biotecnología de El Salvador.....	131
Figura 41. Objetivo de producir de los laboratorios de biotecnología de El Salvador.....	132
Figura 42. Posición de los encargados de los laboratorios a cerca que si necesitan capacitarse y en que áreas.....	133
Figura 43. Área en que el personal de los laboratorios de biotecnología de El Salvador debería especializarse.....	136
Figura A 1. Señales para evitar accidentes en los laboratorios.....	163
Figura A 2. Área de especialidad de los docentes de educación básica del municipio de San Salvador.....	195
Figura A 3. Tiempo que tienen los docentes de educación básica del municipio de San Salvador de ejercer su profesión.....	195
Figura A 4. Materia que imparten los docentes de educación básica del municipio de San Salvador	195
Figura A 5. Medios a través de los cuales se informan los docentes de educación básica del municipio de San salvador.....	196
Figura A 6. Edad de los docentes de educación media del municipio de San salvador.....	196
Figura A 7. Área de especialidad de los docentes de instituciones de educación media del municipio de San Salvador.....	196
Figura A 8. Materia que imparten los docentes de las instituciones de educación media del municipio de San Salvador.....	197
Figura A 9. Conocimiento de los docentes de educación básica del municipio de San Salvador, de haber consumido algún producto transgénico o derivado de estos.....	197
Figura A 10. Alimentos que prefieren consumir los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de el Salvador.....	198
Figura A 11. Medios por los cuales los laboratorios de biotecnología de la UES deben difundir el trabajo que están realizando, según los estudiantes de último año de la UES.....	198
Figura A 12. Medios de a través de los cuales los docentes del campus central de la UES, consideran que los laboratorios de la UES deben informar del trabajo que realizan.....	201

INDICE DE TABLAS

TABLA	PAGINA
Tabla 1. Biotécnicas aplicadas por los laboratorios de biotecnología de El Salvador, a los diferentes cultivos sobre los cuales están trabajando.....	131
Tabla 2. Servicios que ofrecen los laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador.....	132
Tabla 3. Consideraciones de cómo se encuentran los laboratorios en cuanto a infraestructura.....	134
Tabla A 1. Edad de los docentes que laboran en las diferentes instituciones de educación básica del municipio de San Salvador.....	193
Tabla A 2. Grado académico que poseen los docentes de las diferentes instituciones de educación básica del municipio de San Salvador.....	193
Tabla A 3. Edad de los docentes de las diferentes instituciones de educación básica del municipio de San Salvador, relacionada con el sexo al que pertenecen.....	194
Tabla A 4. Grado académico de los docentes de educación básica del municipio de San Salvador, relacionada con el sexo a que pertenecen.....	195
Tabla A 5. Edad y Sexo de los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador.....	197
Tabla A 6. Ocupación de los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, relacionado con la edad que poseen.....	198
Tabla A 7. Edad y grado académico de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	199
Tabla A 8. Numero de materias que imparten los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	199
Tabla A 9. Relación género grado académico de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	200
Tabla A 10. Relación que existe entre el género y el número de materias que imparten los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador.....	200
Tabla A 11. Actividad principal a la que se dedican los otros profesionales técnicos que trabajan en los laboratorios de biotecnología agrícola en El Salvador.....	203
Tabla A 12. Consideración sobre si el personal de los laboratorios de biotecnología de El Salvador debe continuar estudios de post grado y a que nivel debe de hacerlo.....	203

I. INTRODUCCION

La Secretaria del Convenio sobre Diversidad Biológica (2000), reconoce que la Biotecnología Moderna tiene un gran potencial para promover el bienestar de la humanidad, al aplicarse adecuadamente. Los avances que han ocurrido en Biotecnología Agrícola comprenden desde herramientas utilizadas por algunos países de América Latina como Costa Rica y Colombia, para conservar germoplasma, hasta técnicas de identificación de genes, por ejemplo, en China, los científicos han descubierto los genes que influyen sobre el peso del grano de arroz (Hongxuan, 2007).

Dichos avances, han sido posibles gracias a que los problemas de percepción negativa acerca de biotecnología se han superado a través de la educación técnico científica a docentes y estudiantes de los diferentes niveles educativos. Por ejemplo, en países como Puerto Rico (REDBIO y FAO, 2006), Venezuela (Malacarne, s.f) y Costa Rica (Sittenfeld, Rodríguez y Valdez), se ha utilizado el sistema de educación para tal fin.

De acuerdo a Godia (2003), la percepción pública negativa sobre determinado desarrollo biotecnológico ha sido uno de los cuellos de botella que han bloqueado el mismo, tal situación demuestra la importancia del presente trabajo, ya que según Gili, Martínez, Irarrázabali, Martínez (s.f), investigaciones basadas en encuestas, permiten tener información sobre conocimiento y percepción respecto a la biotecnología.

Finalmente, es importante destacar que según FAO (2001), la biotecnología agrícola en general, brinda un gran potencial para la seguridad alimentaria, pero debido a los riesgos y la incertidumbre respecto a los efectos de los organismos genéticamente modificados (OGM) en la salud y el medio ambiente, los países deberían introducirlos con precaución.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA BIOTECNOLOGIA.

2.1.1 Historia de la Biotecnología en la Agricultura.

Según Monsanto (2007), en 1950 se da la primera generación de plantas procedentes de un cultivo *in Vitro*. Sin embargo la genética ha avanzado considerablemente hasta en las últimas décadas, debido a una serie de descubrimientos que se inician con la aplicación de las leyes de la genética, descubiertas por Gregor Mendel (Storer y Usinger, 1987), la identificación del ADN como el material hereditario, la elucidación de la estructura en doble hélice de la molécula de ADN por Watson y Crick en 1953 y más recientemente el desarrollo de la genómica y la bioinformática. No hay duda que la biotecnología ha pasado de técnicas tradicionales de mejoramiento a métodos modernos, desarrollados principalmente, en países como Inglaterra, Estados Unidos, Alemania, España y otros, los que a su vez, han mostrado interés en investigar la percepción pública, de ahí el éxito en la aplicación de esta tecnología en tales países (Valdez Rodríguez, s.f.)

La introducción de los organismos modificados genéticamente (OMG) en la agricultura y alimentación se remonta solo a algunos años atrás y sin embargo, están ya muy presentes en los campos y en los productos de consumo diario. Esta rápida aparición de los transgénicos contrasta con la poca información e investigación disponible sobre sus posibles impactos ambientales, sanitarios y sociales (Amigos de la Tierra, 2002)

Las investigaciones sobre los cultivos modificados genéticamente para su aplicación en la agricultura se iniciaron en los años 80, pero la primera cosecha transgénica comercial se recogió en 1992 en china (tabaco). Los agricultores empezaron a

sembrar semillas transgénicas en Estados Unidos en 1994 y en 1996 en otros países como: Canadá, Argentina, Australia, etc. (Amigos de la Tierra, 2002)

2.2. BIOTECNOLOGIA AGRICOLA

Según el Convenio sobre Diversidad Biológica, por “biotecnología” se entiende toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

Según Wikipedia (s.f), la biotecnología es la tecnología basada en la biología, especialmente usada en agricultura, farmacia, ciencia de los alimentos, ciencias forestales y medicina, que de acuerdo con Byrne; Ward; Harrington; Fuller (2006), permite modificar las características genéticas de los cultivo para ofrecer beneficios agronómicos y de calidad.

La biotecnología consiste en un gradiente de tecnologías que van desde las técnicas de la biotecnología "tradicional", largamente establecidas y ampliamente conocidas y utilizadas (fermentación de alimentos, control biológico), hasta la biotecnología moderna, basada en la utilización de las nuevas técnicas del DNA recombinante (llamadas de ingeniería genética), los anticuerpos monoclonales y los nuevos métodos de cultivo de células y tejidos (AGROINFO, s.f.).

Según Deocar (s.f.), la Biotecnología permite, gracias a la aplicación integrada de los conocimientos y técnicas de la bioquímica, la microbiología y la ingeniería química aprovechar en el plano tecnológico las propiedades de los microorganismos y los cultivos celulares y producir a partir de recursos renovables y disponibles en abundancia gran número de sustancias y compuestos.

De acuerdo con Balbás (2002), el uso de cultivo de células y tejidos vegetales permite la propagación a gran escala de plantas, las cuales según los objetivos con que se cultivan, pueden sintetizar productos químicos que emplean industrias

importantes como la alimentaria, la farmacéutica, de cosméticos y de agricultura, así mismo, permite obtener plantas libres de agentes patógenos y proteger y almacenar germoplasma de especies silvestres y así evitar su extinción.

En base a todo esto, lañez Pareja y Moreno (1997), consideran que Biotecnología puede contribuir con la agricultura sostenible, que utiliza los recursos con respeto al medio ambiente y sin hipotecar a las generaciones futuras. Pero además la manipulación genética de plantas tendrá un impacto en otros sectores productivos: floricultura y jardinería, industria química e industria farmacéutica.

Al contrario de la manera tradicional de modificar las plantas que incluía el cruce incontrolado de cientos o miles de genes, la biotecnología vegetal permite la transferencia selectiva de un gen o unos pocos genes deseables, sin incorporar aquellos que no lo son (Monsanto, 2007).

Muchos de estos caracteres desarrollados en las nuevas variedades defienden a las plantas de insectos, enfermedades y malas hierbas que pueden devastar el cultivo. Otros incorporan mejoras de calidad, como el sabor y aumento del valor nutritivo (Monsanto, 2007).

2.3. BIOTECNOLOGIA Y DESARROLLO

2.3.1 Aspectos económicos

La progresión de la superficie de cultivos transgénicos en el mundo ha sido espectacular, ha pasado de menos de 200,000 hectáreas en 1995 a unos 52.6 millones en 2001. Estados Unidos es el mayor productor de productos agrícolas modificados genéticamente, con el 68% de la cosecha transgénica mundial. Argentina, Canadá y China siguen con un 22%, 6% y 3% respectivamente, es decir que solamente cuatro países totalizan el 99% del cultivo de variedades transgénicas. En Estados Unidos, el 32% del maíz cultivado y las tres cuartas partes de la soja son transgénicos. En la Unión Europea, España es el único país que cultiva semillas modificadas genéticamente para fines comerciales, con unas 25,000 hectáreas en el

año 2000 de la variedad modificada genéticamente de maíz Bt 176 de Novartis (ahora Syngenta) (Amigos de la Tierra, 2002)

La agricultura biotecnológica esta basada en investigaciones muy costosas. Por esto prácticamente la totalidad de los desarrollos de variedades transgénicas ocurren en los países del norte. Es mas, la inmensa mayoría de estas variedades son propiedades de una escasa decena de multinacionales y las cinco mayores (Dupont, Monsanto, Syngenta, Aventis, Dow Chemical Co, todas estadounidenses o europeas) venden casi el 100% de las semillas transgénicas en el mundo. Esto crea una situación de oligopolio muy fuerte, que da lugar a todo tipo de posiciones políticas.

Las ganancias que están en juego son enormes y, en un modelo de agricultura biotecnológica, están aseguradas para estas pocas multinacionales, primero por que sus invenciones están protegidas bajo las reglas internacionales de protección de la propiedad intelectual; esto justifica que las semillas sean mas caras que las convencionales y que los agricultores tengan la obligación de comprarlas todos los años, sin poder sembrar su semilla de un año para otro. Segundo, las empresas que venden semillas transgénicas proporcionan también los productos químicos asociados; no es de extrañar que casi el 70% de las plantas transgénicas comercializadas en la actualidad son resistentes a herbicidas. Constituyen una oportunidad de oro para incrementar el mercado de estos agroquímicos. Y finalmente, si se llega a imponer la biotecnología como base de la agricultura mundial, la seguridad alimentaria en términos de disponibilidad de alimentos caerá en muy pocas manos (Amigos de la Tierra, 2002)

El modo de pensamiento económico imperante asfixia en última instancia la posibilidad de valorar otras alternativas, ya que el motor sigue siendo optimizar la producción y el consumo, dejando fuera aspectos éticos y sociales de primer orden (Iáñez Pareja y Moreno, 1997).

2.3.2. Aspecto social y Salud.

La Biotecnología representa aun en el ámbito social, ventajas y desventajas, ya que como se podrá ver a continuación puede mejorar ciertos aspectos y afectar otros.

Reducción de la desnutrición y enfermedades: Según FAO (2003), las plantas transgénicas, resultado de la biotecnología han sido objeto de amplias polémicas, aunque en la actualidad cubren extensas superficies en algunas partes del mundo. Se cultivan entre otros productos, el tomate, girasol, algodón, maíz, arroz, papaya, papa, etc. Algunos de estos han sido mejorados con el fin de que elaboren productos necesarios para la nutrición de los seres humanos, como el caso del arroz dorado, al que según Byrne Ward, Harrington y Fuller (2006), se le ha incorporado dos genes precursores de narciso y un gen de una especie bacteriana en plantas de arroz, permitiéndole sintetizar betacarotenos los cuales son precursores de la vitamina A, de ahí que uno de los beneficios al sector social, es el mejoramiento de la calidad nutricional de los alimentos, con lo que se busca reducir el número de personas desnutridas y enfermedades de la vista, respiratorias y el sarampión (Byrne Ward, Harrington y Fuller, 2006) .

Oportunidad de empleo según el rubro en el que se aplique, por ejemplo, FAO (1999), se considera que el cultivo de tejidos es una tecnología importante para los países en desarrollo con vistas a la producción de material vegetal de calidad elevada y libre de enfermedades y puede tener aplicaciones comerciales como la floricultura generando empleo, sobre todo para las mujeres. Otros autores como Amigos de la Tierra (2002) consideran lo contrario ya que así como en el caso de otras tecnologías que ahorran mano de obra, al aumentar la productividad, la biotecnología tiende a reducir los precios de los bienes y a poner en marcha una maquinaria tecnológica que deja fuera del negocio a un número significativo de agricultores, especialmente de pequeña escala.

Posibilidad de causar alergias imprevisibles por la introducción de nuevas proteínas en los alimentos (Amigos de la Tierra, 2002)

Según Amigos de la Tierra (2002), el maíz Bt, y algunas otras plantas transgénicas, llevan un gen resistente a antibióticos, lo cual presenta riesgos para el consumidor, al crear resistencia de las bacterias patógenas para el hombre a los antibióticos y reducción de la eficacia de estos medicamentos para combatir las enfermedades humanas

Debido a los posibles riesgos que se corren al consumir productos transgénicos en algunos países se tenderá a implementar el etiquetado de los alimentos transgénicos en normativas amplias que favorezcan una información detallada de las cualidades y proceso de fabricación de los alimentos en general, atendiendo demandas de los consumidores, que cada vez desean más estar al tanto de todo lo que puede afectar a su salud y nutrición (Iáñez Pareja y Moreno, 1997).

Creación de alimentos con propiedades terapéuticas o con vacunas incorporadas para algunas enfermedades (Amigos de la Tierra, 2002)

2.3.2.1. Derechos de propiedad intelectual

Los derechos de propiedad intelectual (DIP), son marcos legales que incluyen el patentado y la protección de la obtención de las variedades de plantas, gracias al cual los titulares controlan la aplicación comercial de su trabajo (FAO, s.f.). Sin embargo, Lettington, citado en FAO (2003), considera que la imposición de Derechos de Propiedad Intelectual en los países en desarrollo representaría una pérdida neta para la humanidad, debido a la falta de acceso a la información y según Berruyer y Kumar citados en FAO (2003), no sería conveniente que se patenten los genes, ya que estos proceden por lo general de material ya existente procedente a menudo de países en desarrollo siendo considerados como “patrimonio común de la humanidad” lo que al ser patentado se convertiría en propiedad privada

Iáñez Pareja y Moreno (1997), opinan que las compañías occidentales tienden a proteger sus tecnologías y productos bajo la forma de DIP (patentes) o sencillamente como secretos industriales, de ahí que ahora mucho material biológico está protegido

por patentes, y hay que pagar por las licencias de uso, no obstante que buena parte de los cultivos actuales del mundo rico (maíz, arroz, patata, tomate, etc.) proceden en última instancia de centros de biodiversidad de países tropicales y de conocimientos ancestrales de sus comunidades, y que nunca se ha "pagado" a esos países que han sido la fuente de esta importantísima contribución a la humanidad, de la que se han beneficiado especialmente los países opulentos.

A partir de esto, Berruyer, Kumar y Lettington citados por FAO (2003), consideran que los Derechos de Propiedad Intelectual, representan y dan origen a algunos inconvenientes como los que se mencionan a continuación:

La existencia de unos Derechos de Propiedad Intelectual, consolidados y el hecho de que a menudo estuvieran en manos de empresas multinacionales daría lugar a una dependencia (mayor) de los agricultores de los países en desarrollo con respecto a biotecnologías que estaban en manos de empresas multinacionales y de países desarrollados, relaciones de dependencia que ya se han creado en el África oriental. Así, los cultivos transgénicos son plantas patentadas, esto significa que campesinos pueden perder los derechos sobre su propio germoplasma regional y no se les permitirá, según el GATT, reproducir, intercambiar o almacenar semillas de su cosecha (FAO, 2003)

Concesión de patentes por empresas de países desarrollados sobre material genético procedente de países en desarrollo, como por ejemplo el del frijol amarillo (México) y el del arroz basmati (India). (FAO, 2003)

La transferencia de información se vería afectada ya que al patentar los genes, habría que elaborarse nuevos productos y procesos específicos para la agricultura de los países en desarrollo (FAO, 2003)

Comercio, Integración y Desarrollo Sostenible (CID, 2007), publicó un documento en el que se incluye un anteproyecto de Ley de Fomento y Protección a la Obtención de Nuevas Variedades Vegetales para El Salvador; una investigación que examina las posibilidades y opciones para establecer sinergias entre la UPOV (Unión

Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales) y las obligaciones contenidas en el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos de la FAO. Dichos logros, son el resultado de un proyecto ejecutado por la Fundación Nacional para el Desarrollo (FUNDE) sobre el tema de los DPI vinculados a la obtención de nuevas variedades de plantas y procedimientos, producto del fitomejoramiento, en el marco del CAFTA.

2.3.3. Aspectos ambientales

Según Brown, Campbell y Priest (1989), las biotécnicas que se empleen, la aplicación y las medidas de bioseguridad que se tomen en cuenta para la liberación de los productos biotecnológicos al medio ambiente pueden variar, sin embargo, la biotecnología puede beneficiar al medio ambiente a través de la biotecnología ambiental que consiste por ejemplo en la utilización de microorganismos para purificar el agua o el suelo de agentes contaminantes. Con respecto al medio ambiente, la Biotecnología Agrícola ofrece las siguientes ventajas

Aumenta la posibilidad de conservar y utilizar de manera sostenible la diversidad (FAO, 1999)

Reducción del uso de plaguicidas: al utilizar cultivos Bt resistentes a los insectos como el maíz para el control del barrenador europeo del maíz, gusanos eloteros y el barrenador grande del maíz o Algodón: para el control del gusano de las yemas del tabaco y el gusano del copo de algodón. (Brown, Campbell y Priest, 1989).

Control microbiano de los insectos: la biotecnología permite el uso de virus, bacterias y hongos para controlar insectos plagas y tienen la ventaja de ser seguros, comparados con los productos químicos utilizados para tal fin, además de evitar ocasionar en los insectos plaga una rápida resistencia (Brown, Campbell y Priest, 1989).

La agricultura también se ve beneficiada con el uso de biodigestores, los cuales son una técnica derivada de la biotecnología para el tratamiento anaeróbico de residuos en el que se utilizan organismos inmovilizados y cuyo proceso sobre el material orgánico da como resultado la producción de biogás. (Brown, Campbell y Priest, 1989).

Los cultivos *in Vitro* permiten obtener plantas libres de enfermedades (hongos, bacterias, micoplasmas, virus y tiroides), a la vez que permite optimizar el uso de factores ambientales y nutricionales (Gutiérrez *et al*, 2003)

Según Gutiérrez *et al* (2003), los cultivos *in Vitro* facilitan el cultivo de un gran número de plantas en una superficie pequeña y se puede conservar material biológico por periodos de tiempo prolongados, además que a través de este método se pueden incluir aspectos de fitomejoramiento.

Según AGROINFO (s.f.), a largo plazo se consigue mejorar la estructura del suelo y aumentar la fertilidad del mismo. Las variedades resistentes a herbicidas, suponen un incentivo para que los agricultores adopten técnicas de agricultura de conservación, donde se sustituyen parcial o totalmente las labores de preparación del suelo. Esta sustitución permite dejar sobre el suelo los rastrojos del cultivo anterior, evitando la erosión, conservando mejor la humedad del suelo y disminuyendo las emisiones de CO₂ a la atmósfera. El ejemplo más destacado se ha observado en EEUU y Argentina, donde las autorizaciones de variedades de soja, tolerantes a un herbicida no selectivo y de baja peligrosidad, han tenido una rápida aceptación (14 millones de has en 1999) que ha ido acompañada de un rápido crecimiento de la siembra directa y no laboreo en este cultivo.

Finalmente, puede decirse que el potencial agronómico de la Biotecnología tardará todavía algunos decenios en manifestarse, si bien algunos analistas apuestan a que, a largo plazo será aún más importante que la Revolución Verde de los años 60 y 70; pero al igual que ésta, puede que terminen apareciendo costes ecológicos y económicos sustanciales. Sea como fuere, lo más relevante es que si la

Biotecnología sigue dominada por la clásica dinámica lucrativa de las grandes empresas occidentales, la Agricultura continuará su tendencia a desplazar métodos que minimizan el daño ecológico y la pérdida de suelos. A corto plazo, y si no se toman medidas correctoras, es bastante probable que perjudique a algunas economías de países en desarrollo, y nada asegura que, de hecho, resuelva el problema del hambre en el mundo (Iáñez Pareja y Moreno, 1997).

Cabe mencionar, que la biotecnología ofrece también desventajas y algunas de estas son las siguientes:

Pérdida de diversidad genética ("erosión genética") de las especies domesticadas: La biotecnología puede reducir la diversidad genética de manera indirecta, desplazando variedades locales y su diversidad inherente al adoptar los agricultores variedades uniformes desde el punto de vista genético de plantas y otros organismos, (FAO, 1999).

Contaminación genética: se puede transmitir la modificación genética a especies silvestres emparentadas con la planta transgénica (ej. En Centroamérica el transgen del maíz modificado puede pasar a las plantas naturales de maíz; las plantas silvestres contaminadas pueden hacer desaparecer a las plantas originales ya que la contaminación genética tiene la capacidad de reproducirse y expandirse y una vez en el medio ambiente la contaminación no se puede limpiar (Amigos de la Tierra, 2002)

Según ALSD (2004), existe la probabilidad de que haya contaminación cruzada, es decir, que el polen de plantas genéticamente modificadas llegue a plantas nativas, sin embargo, esto dependerá en gran medida de la distancia que exista entre las plantaciones y del tiempo de viabilidad de cada especie así como de otros factores como la época, dirección y velocidad del viento, por ejemplo, Monsanto, citado por Sermeño (2003) dice que "la propagación del polen del algodón alcanza tan solo 1.5 metros en un estudio realizado en Estados Unidos, pero en India el polen puede trasladarse hasta 5 kilómetros y contaminar otras plantas." Por tanto en El Salvador

no podemos afirmar que el algodón transgénico será seguro mientras no se realicen las investigaciones con datos propios de El Salvador.

Recombinaciones genéticas productoras de nuevas versiones de virus patógenos para las plantas: esto podría manifestarse por el hecho de que en algunas especies de plantas se han introducido genes de virus para incorporarles nuevas características (Amigos de la Tierra, 2002)

Tras 20 años, no se ha producido ningún accidente ni se ha materializado ninguna amenaza a la seguridad de los trabajadores o del entorno. A partir de los años 80, conforme los organismos genéticamente modificados (OGM) comenzaban a salir de los laboratorios, primero en pequeños ensayos de campo y, desde los años 90, con grandes liberaciones a escala comercial, el debate sobre la seguridad de estos organismos se ha desplazado al ámbito de sus posibles repercusiones ambientales y además, en el caso de organismos destinados a alimentación, a posibles efectos negativos para la salud, como alergenicidad, toxicidad, etc. (Rissler y Mellon, 1996, citado por Láñez Pareja y Moreno, 1997).

2.4. BIOTECNOLOGIA Y AGRICULTURA

2.4.1. Biotécnicas

La Biotecnología Agrícola, agrupa las biotécnicas de la siguiente forma:

Según FAO (1999), el cultivo de tejidos comprende la micropropagación, el aislamiento y cultivo de embriones, la regeneración a partir de callo y de suspensiones celulares y el cultivo de protoplastos, anteras y microsporas y se están utilizando en particular para la multiplicación de plantas en gran escala.

2.4.1.1. Cultivo de tejidos.

Según Roca y Mroginski (1993), citados por Berríos Vallecios, *et al* (1996), el cultivo de tejidos consiste esencialmente en aislar una porción de la planta (explante) y

proporcionarle artificialmente las condiciones físicas y químicas apropiadas para que las células expresen su potencial intrínseco o inducido.

De acuerdo a Rivera Domínguez (2004), el cultivo de tejidos se utiliza casi siempre para llevar a cabo un trabajo eficiente en la transferencia del gen, en la selección y en la regeneración de las plantas transformadas. El cultivo de tejidos juega un papel muy importante dado que actúa como un intermediario entre los avances realizados mediante la ingeniería genética y la obtención de plantas transformadas. Según el Instituto de Biotecnología de Perú, el cultivo de tejidos incluye entre otras, las siguientes Biotécnicas:

Micropropagación.

Según FAO (2003), la técnica de Micropropagación se trata de la multiplicación y/o regeneración *in vitro* de material vegetal en condiciones ambientales asépticas y controladas y en medios especialmente preparados que contienen reguladores de la nutrición y el crecimiento de las plantas, permite a partir de un fragmento de tejido de un órgano de la planta ya seleccionada, generar un sinnúmero de plantas, conservando las características de la planta original, por lo que los materiales que se utilizan con más frecuencia son embriones extraídos, yemas terminales o trozos de tallos, raíces, hojas, etc.

Esta técnica puede utilizarse para multiplicar, en grandes cantidades, clones de una determinada variedad, puede utilizarse también para obtener material de plantación libre de enfermedades, especialmente si se combina con el empleo de equipos de diagnóstico para detectar enfermedades. Se han elaborado técnicas de micropropagación que se aplican a una gran variedad de cultivos, incluidas plantas leñosas y frutas (FAO, 2003).

Según FAO (2003), la micropropagación, economiza tiempo y recursos, ya que según este autor un metro cuadrado de plantas en el laboratorio, representa una hectárea en el campo, sin el respectivo manejo cultural: riegos, aporques, etc.; la tasa de crecimiento es exponencial y finalmente el material obtenido es uniforme.

Las especies estudiadas mas representativas son: bromelias, (varias especies), orquídeas, (varias especies), algarrobo, *Prosopis juliflora*, Cucharillo, *Oreocalis grandiflora*, Cascarilla, *Cinchona spp.*, Caricas, (varias especies), Tomate de árbol, *Solanum betaceum* Ilusiones, *Gypsophylla sp*

Cultivo de Raíces.

Según IICA (s.f.), el cultivo de raíces *in Vitro*, se basa en la capacidad de *Agrobacterium rhizogenes* de incorporar en el genoma de la planta un fragmento de plásmido Ri (Root inducing), el cual regula el balance hormonal endógeno de raíces adventicias de rápido crecimiento en el sitio de penetración de la bacteria las cuales son cultivadas asépticamente.

El uso de raíces como una fuente de explante para propagación *in vitro* es limitado a un pequeño número de especies (Bhat et. al., 1992; Vinocur et. al., 2000; Kerbauy, 1991, 1993; citados por Vila *et al* s.f.).

Según Kerbauy (1998), citado por Vila *et al* (s.f.), la regeneración de yemas en cultivo de raíces ha sido observada, principalmente en especies que, normalmente, presentan esa capacidad en condiciones naturales. En paraíso se informó acerca de la capacidad de brotación de raíces de árboles de 12 años de edad que crecían bajo condiciones de disturbio (Tourn et. al., 1999; citado por Vila *et al* s.f.). Sin embargo, aun no se han publicado trabajos acerca de la obtención de plantas a través del cultivo *in vitro* de raíces (Vila *et al* s.f.)

Multiplicación de Yemas Axilares.

Según IICA (s.f.) este proceso consiste en el aislamiento y esterilización del explante que en este caso es el meristemo apical o segmentos internodales del tallo.

El explante se coloca en un medio con bajos niveles de hormonas, lo que permite el desarrollo de las yemas axilares y evita la formación del callo. Este proceso resulta

en la formación de tallos, de donde se aíslan los meristemos apicales y se cultivan en un medio sin hormonas (IICA, s.f.).

Los meristemos se desarrollan en tallos que son transplantados horizontalmente en un medio con altos niveles de auxinas permitiendo la formación de tallos axilares (IICA, s.f.).

Algunos de los tallos son utilizados como donadores de meristemos. Por lo común, los tallos así formados desarrollan raíces, sin necesidad de modificar el medio de cultivo, por lo que se procede a separar cada plántula, las cuales son adaptadas y transplantadas a macetas para su maduración (IICA, s.f.).

Populus deltoides x maximowiczii "Eridano" fue introducido en Chile por la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo, y ha superado las primeras fases de prueba frente a otros clones. Dadas sus características sobresalientes de crecimiento y calidad de su madera, la Empresa ha iniciado su propagación masiva, la que se efectúa mediante el enraizamiento de estacas obtenidas de las pocas ramas producidas por los escasos ejemplares actualmente en cultivo (Urtubia y Cabello s.f.),

Aislamiento y cultivo de meristemos

Según Pelacho et al (s.f.), Es el cultivo *in vitro* del domo apical (meristemo apical que como media mide 100x100 µm) más los primeros primordios foliares.

El cultivo de meristemos es un método efectivo para la eliminación de infecciones virales y es el material preferido para la conservación de germoplasma (Pelacho Aja, et al, s.f.)

La razón principal por la cual las células meristemáticas son indemnes a los virus es que el meristemo carece de tejidos vasculares, que es por donde se propagan los virus que van contaminando a la planta. (Pelacho Aja, et al, s.f.)

Existen otros factores:

- El meristemo apical tiene una mayor velocidad de crecimiento y en consecuencia el virus "no alcanza" al meristemo.
- En una célula meristemática el virus tiene mayor dificultad de acoplamiento con los ribosomas, debido a que estas células tienen un código de trabajo muy definido.
- Existe una competencia por uso de algunos metabolitos entre células y virus.

De manera general se puede decir que los meristemos apicales tienen más probabilidad de estar libres de virus que los meristemos axilares, y que si los meristemos provienen de una planta en plena actividad hay mayor probabilidad de obtener plantas libres de virus (Pelacho Aja, *et al*, s.f.)

Actualmente la alternativa de más éxito es el cultivo de meristemas apicales, frecuentemente combinado con quimioterapia o con tratamientos de calor. Cuando estos métodos son usados, las plantas no solo son liberadas del virus, sino también de hongos y otros patógenos (Lucas Carrillo, 1997.).

El primer cultivo con resultados satisfactorios fue el de Morel y Martín (1952), citados por Lucas Carrillo (1997), cultivaron ápices de dalias infectadas con virus y lograron obtener plantas sana. Morel (1955) realizó un cultivo meristemático con *Cymbidium*, *Cattleya* y *Phajus*, obteniendo orquídeas libres de virus, y en 1960 reporta que es necesario hacer ciertas modificaciones en el medio, ya que géneros como *Vanda* y *Phalaenopsis* no responden favorablemente (Lucas Carrillo, 1997.).

Organogénesis directa e indirecta

Organogénesis Directa

La técnica de Organogénesis Directa, es un método de regeneración apropiado para especies herbáceas. Comprende el aislamiento y esterilización del explante. En general, se emplean tejidos jóvenes que pueden ser fragmentos de hoja, tallo, raíz, bulbos y tubérculos. El explante se establece en un medio con concentraciones

adecuadas para lograr el desarrollo directo del tallo, la multiplicación se logra subdividiendo los tallos formados y plantándolos por separado ya que de cada explante se desarrolla más de un tallo (IICA, s.f.).

Según Dolce et al (2004), fue posible la regeneración directa de múltiples vástagos a partir de cotiledones provenientes de embriones nucelares de naranja dulce *Citrus sinensis* var. Valencia late. Los múltiples vástagos obtenidos fueron exitosamente enraizados permitiendo la obtención de plantas completas, abriendo de esta forma la posibilidad de clonar masivamente material genético valioso para su posterior conservación.

Organogénesis Vía Callo.

Según IICA (s.f.), por medio de esta técnica el explante después de ser esterilizado se transfiere a un medio con una alta relación de auxinas/citokininas, lo que favorece la dediferenciación del tejido y la formación del callo, el cual se siembra en el mismo tipo de medio para lograr su proliferación. El inicio de la formación del tallo se logra invirtiendo la relación auxinas7citokininas. Para especies herbáceas, los explantes mas usados son tallos, pecíolos, hojas y pétalos de flor. Par especies perennes se requieren órganos mitoticamente activos como la punta de los tallos o sus regiones meristemáticas.

Según Dolce *et al* (2004), la organogénesis Indirecta conlleva los siguientes pasos: Inducción, Multiplicación, Callos embriogénicos, maduración, germinación y Climatización.

Franklyn *et al* (s. f.), citado por Montero et al (2006), reportan la regeneración de plantas de *Cajanus cajan* por vía organogénica, a partir de explantes provenientes de ejes embrionarios maduros. Esto autores regeneraron vástagos a partir de las regiones apicales de explantes de ejes embrionarios, después de incubación en la oscuridad por veinte días, en medio Murashige Skoog (MS) modificado, conteniendo 8.86 uM Benzylaminopurina (BAP) y 1.07 uM Ácido Naftalénacético (NAA).

Embriogénesis somática

Embriogénesis somática es la formación de un embrión a partir de una célula diferente a un gameto o al producto de la unión de gametos, siendo conocida en la naturaleza como una forma de apomixis, la cual recibe el nombre de embrionia adventicia (Merkle et al, 1995, citado por Muños Tuesta, 2003).

Esta técnica consiste en la formación de embriones somáticos y puede llevarse de forma directa e indirecta como se describe a continuación:

Embriogénesis Somática Directa:

Esta implica la formación asexual de un embrión a partir de una sola célula o grupo de células del explante sin la formación de callo. Los explantes que se usan pertenecen a la nucela, que tiene gran capacidad para desarrollar embriones sin necesidad de añadir hormonas vegetales al medio (IICA, s.f).

Según López Encina y Perán Quesada (s.f), la Embriogénesis Somática Directa implica la existencia de células somáticas predeterminadas a seguir la vía embriogénica y las células del explanto primario se desarrollan para formar embriones (ej. nucela de cítricos).

El cultivar de mango “Ataulfo” es uno de los cultivares más importantes en México debido a su potencial de exportación. Con la finalidad de contribuir en la rápida multiplicación clonal así como para la aplicación de técnicas biotecnológicas que le confieran características de importancia agronómica, se obtuvo la germinación y regeneración a través de embriogénesis somática directa y embriones transgénicos (Rivera Domínguez, 2004).

Embriogénesis Somática Indirecta:

Consiste en establecer un explante en un medio de cultivo con una alta concentración de auxina, para promover la formación del callo e iniciar la formación de proembriones. Los callos formados son transferidos a un medio carente o con bajos niveles de hormonas, lo que facilita el desarrollo de los proembriones a

embriones bipolares, los cuales en condiciones favorables pueden germinar y formar una planta (IICA, s.f).

Según López Encina y Perán Quesada (s.f), la forma indirecta implica la necesidad de una inducción para que las células sigan la vía embriogénica, tras pasar por una fase proliferativa (callo) y cambiar su competencia a la expresión de embriogénesis.

De acuerdo con Vilchez *et. al.* (2002) en el guayabo es posible inducir la embriogénesis somática de forma indirecta y de baja frecuencia a partir de embriones cigóticos en estado de desarrollo torpedo y cotiledonal, dado que este es un producto de importancia para la industria y la medicina verde

Cultivo de embriones y óvulos:

El cultivo de óvulos es una técnica que se ha empleado tradicionalmente para evitar barreras de incompatibilidad que dificultan algunos cruces inter e intraespecíficos, para eludir problemas de abscisión prematura del fruto, para la obtención de híbridos que presentan aborto del embrión en estadios tempranos del desarrollo, como vía alternativa a la androgénesis en la obtención de plantas haploides o como sistema experimental para el estudio de la respuesta *in vitro* de cigotos y proembriones. (Domínguez Carmona y López Encina, s. f.)

El cultivo *in vitro* de embriones ha sido efectivo en el rescate de embriones abortivos derivados a partir de hibridación interespecífica o intergenérica y en el rescate de material de propagación de frutales con semillas de baja viabilidad. Así como también, para acortar la latencia de semillas que en algunos casos es debida a inhibidores del desarrollo del embrión, presentes en el endosperma o en la cubierta de la semilla. El cultivo de embriones ha ayudado al mejoramiento genético de especies arbóreas porque permite acortar el período de siembra a floración (Ramírez Villalobos y Salazar Yamarte, 1998)

Guerra *et al* (1997), citado por Ramírez Villalobos y Salazar Yamarte (1998), indicaron que los sistemas de micropropagación son una herramienta importante para el mejoramiento y la propagación clonal masiva de genotipos seleccionados y

que el uso de embriones puede justificarse cuando los métodos de propagación convencionales presentan una baja eficiencia en la especie

Según CIAT (1991), Hanning (1940), fue el primero en demostrar que es posible remover de los óvulos de la planta los embriones de cigotos maduros, y cultivarlos en un medio estéril que contenga los nutrimentos esenciales para que los embriones se puedan desarrollar normalmente y germinar.

La utilización de las técnicas de rescate de embriones ha sido muy importante para la obtención de híbridos interespecíficos e intergenéricos. Utilizando este método, se han obtenidos interesantes productos (intermedios) en papas, vegetales y varios cultivos ornamentales. Varios de los nuevos híbridos de lirios fueron obtenidos a partir de esta técnica. Una gran cantidad de nuevas variedades de *Alstroemeria* no hubieran visto la luz del día sin la ayuda de las técnicas de cultivo de embriones (SBW Internacional s.f.)

Cultivo de anteras y granos de polen.

El cultivo de anteras es una técnica por medio de la cual es posible producir líneas homocigotas a partir de poblaciones segregantes, mediante el doblamiento cromosómico del polen haploide y la regeneración de plantas, en un ciclo de cultivo *in Vitro*. En contraste, por los métodos estándares de fitomejoramiento normalmente se requieren seis generaciones de autofecundación para alcanzar la completa homocigosis en plantas autogamas (Lentini *et. al.* 2001)

La técnica del cultivo *in Vitro* de las anteras para obtener haploides duplicados cumple con el requisito de obtener líneas puras para lograr mayor eficiencia en los programas de mejoramiento genético, dado que se logra producir una planta homocigótica en una generación con el consiguiente ahorro de tiempo en el ciclo del desarrollo de cultivares. La misma consiste en cultivar las anteras en un medio que induce la formación de callos a partir de los granos de polen en desarrollo y luego, a

partir de éstos, regenerar plantas haploides. Esta técnica está influenciada con el genotipo. Powell (1988), citado por INTA (2005)

Los embriones derivados del grano de polen son sometidos a diferentes medios con bajo contenido de hormonas para el desarrollo de plantas. Finalmente, el resultado de este proceso es una planta haploide, lo que les confiere ventajas de gran importancia porque constituye un material que permite identificar directamente los caracteres recesivos y no producen poliploidía en experimentos de hibridación somática (IICA, s.f.).

El cultivo de anteras se aplica en el mejoramiento genético de los cítricos ya que permite obtener plantas haploides, las que se utilizan para estudios genéticos. Así mismo se obtienen plantas totalmente homocigotas, donde se pueden eliminar todos los genes letales o indeseables (Diamante, Zubrzycki y Vera Bravo, 2003).

Según Diamante, Zubrzycki y Vera Bravo (2003), el Cultivo de óvulos se emplea en el mejoramiento genético de cítricos ya que permite inducir embriones nucleares libres de virus, obtener callos friables para suspensiones celulares, rescatar embriones en cruzamientos interespecíficos y también se emplea para la inducción de poliembrionía en algunas especies.

El mejoramiento genético del cultivo de cebada cervecera se basa en el cruzamiento, generalmente, entre líneas puras. Luego se realizan varias generaciones de autofecundación, para estabilizar los genotipos, y obtener así nuevas líneas puras. La disponibilidad de una técnica que reduzca el número de generaciones para obtener líneas puras permitiría lograr una mayor eficiencia en un programa de mejoramiento genético (INTA, 2005)

Microestacas:

Según el CATIE (s.f.), la propagación por microestacas es la técnica *in Vitro* de propagación clonal en la que se emplean trozos de tallo con un nudo en los cuales se

induce el desarrollo de yemas que producen brotes, los cuales se subdividen. Una ventaja es que con las microestacas se puede tener una tasa de multiplicación muy alta que permita solucionar la carencia de material para producción en gran escala.

Según Diamante et al (s.f.), la micropropagación *in vitro* de individuos selectos y el ajuste de técnicas de producción de microestacas *ex vitro*, representa una nueva alternativa para la obtención de forestaciones clónales de máxima homogeneidad y calidad.

Según Watt et al (1995), citado por Diamante (s.f.) evaluando ensayos a campo con híbridos de Eucaliptos micropropagados *in vitro* y de estacas enraizadas, constataron que a los 36 meses de edad, las plantas *in vitro* presentaron tamaño uniforme y alcanzaron valores significativamente superiores en altura y volumen de plantas, que aquellas provenientes de estacas.

Quimioterapia

Según Lucas Carrillo (s.f), la Quimioterapia Vegetal es la aplicación de productos químicos al medio de cultivo, lo que ocasiona una mayor probabilidad de obtener plantas libres de patógenos, por lo que al aplicarse diferentes productos quimioterapéuticos de manera exógena al medio de cultivo, se asegura la obtención de material sano. Entre los productos que se han empleado en diferentes investigaciones se encuentran: verde de malaquita (Norris, 1954; Oshima y Livingstone, 1961 citados por Lucas Carrillo, s.f), altas concentraciones de citoquininas y auxinas éstas actúan favoreciendo o estimulando el crecimiento activo del hospedero, pero no el de la partícula viral (Johnstone y Wade, 1974, citados por Lucas Carrillo, s.f) o metabolitos químicos como el Kibavirin (virazole), que es un producto antiviral (Mough, 1976 citado por Lucas Carrillo, s.f).

En el cultivo de ápices de papa (*Solanum tuberosum L.*) se aplicó verde de malaquita como agente quimioterapéutico, observándose en los resultados un mayor número de plantas libres de virus "X" obtuvo resultados semejantes al incluir en el medio 2, 4

– D, obteniendo una mayor frecuencia de plantas sanas (Norris, 1954; Oshima y Livingstone, 1961, citado por Lucas Carrillo s.f.)

Termoterapia

Consiste en la aplicación de altas temperaturas a las plantas completas o partes aisladas. Esta técnica es empleada para la erradicación de virus y se debe considerar que algunos virus son más estables que otros, y esto causa diversos problemas en su erradicación, por lo que necesitan periodos más largos para unos y más cortos para otros, con diferentes tratamientos, por ejemplo, algunos virus se erradican a 40 °C en 7 días, mientras que otros se erradican a 32°C entre 46 y 48 días (Walkey 1976, citado por Lucas Carrillo, s.f.)

La termoterapia, tratamiento de las plantas y temperaturas altas se utiliza con éxito desde hace muchos años en la erradicación de virus de claveles, geranios, fresas y cítricos; para ello, las plantas son tratadas con temperaturas altas bajo condiciones de invernadero o cámara de crecimiento. Actualmente el método estándar para erradicar virus en muchos cultivos propagados vegetativamente es la termoterapia combinada con el cultivo de meristemas (Panta y Golmirzaie, 1997)

La termoterapia ha sido aplicada a tubérculos de papa en reposo. Se ha observado una reducción en la concentración de virus, especialmente del virus del enrollamiento de la hoja (PLRV), habiéndose logrado la eliminación total de este virus, tan solo utilizando termoterapia (Lucas Carrillo s.f.)

Regeneración a partir de Protoplastos.

Este procedimiento implica la esterilización del explante y el tratamiento con enzimas celulolíticas que degradan la pared celular y dejan la célula con la membrana plasmática íntegra. Posteriormente, los protoplastos formados son lavados y cultivados artificialmente para iniciar la división celular y formación de callo, los cuales son transplantados para inducir la formación de tallos o embriones (CIAT, 1997).

Estos protoplastos provienen de células a las cuales se les ha eliminado la pared celular, ya sea por medios mecánicos o mediante digestión enzimática. La única barrera entonces entre el protoplasma celular y el medio externo es la membrana plasmática (Bengocheay Dodds, 1986, citado por CIAT, 1997). Estas técnicas permiten la incorporación de características genéticas que son de gran utilidad para conferir resistencia o tolerancia contra enfermedades, plagas y condiciones adversas (edáficas, climáticas, etc.), que afectan el rendimiento, así como para mejorar la calidad del fruto (Jiménez, 1996)

De acuerdo con Fuentes *et al.* (1998), en el cultivo de tomate se obtuvieron explantes de cotiledones y de hojas a partir de germinados y plantas, respectivamente, cultivados *in vitro*. Para ello, las semillas de tomate de la variedad Campbell 28 fueron esterilizadas con hipoclorito de sodio al 3% durante 20min, se enjuagaron cuatro veces con agua destilada estéril y se sembraron en medio de Murashige y Skoog (MS), que contenía 30g/L de sacarosa y 0,8% de agar.

Criopreservación

Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1997), la Criopreservación es una de las alternativas que incluye el almacenamiento de germoplasma en nitrógeno líquido a -196°C ya que a esta temperatura el crecimiento se detiene por completo, lo que da la oportunidad de mantener una colección básica para siempre. El CIAT, utiliza este método sobre yuca y no han observado efectos negativos sobre los clones cultivados posteriormente.

La Criopreservación se basa en la reducción y subsecuente detención de las funciones metabólicas y la división celular de los tejidos vegetales debido a la disminución de su temperatura al nivel del nitrógeno líquido (-196°C), manteniendo así la viabilidad de los materiales conservados por periodos indefinidos de tiempo. Una exitosa criopreservación depende de numerosos factores como tipo y condición fisiológica del explante, crioprotectores empleados, temperatura de mantención y estrategia de recuperación de los tejidos entre otras (Bajaj, 1995). Indica que los tejidos más apropiados para criopreservar son: granos de polen, semillas, yemas

invernales, meristemas, embriones y callos (Niino, 1995, citado por Campos y Seguel, 2000)

En NEIKER-Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Centro Arkaute, se mantiene una colección de 412 variedades de patata, de las cuales 323 corresponden a variedades comerciales, antiguos cultivares y nuevas variedades obtenidas en NEIKER. Además 89 son especies silvestres del Género *Solanum* (al que pertenece la patata) procedentes de Sudamérica y Centroamérica. Actualmente, ya disponen de entorno a 50 variedades criópreservadas, esperando alcanzar paulatinamente alrededor de 200 cultivares de este cultivo que constituirán el Banco de Germoplasma Base de este instituto (Barandalla *et. al.*, s.f.)

Variación Somaclonal.

La técnica de Variación Somaclonal consiste en formar una planta adulta, a partir de una célula o un pedazo de tejido vegetal, un callo y/o embriones somáticos. La alta tasa de división celular de estos callos genera a las plantas regeneradas características diferentes de la planta original, permitiendo seleccionar nuevas variedades con mejores características (Cardone, Olmos y Echenique, 2004)

De acuerdo con Echenique *et al* (1999) a través de la variación somaclonal los cultivares de pasto llorón con reproducción apomíctica obligada son muy uniformes y producen mejores rendimientos en cuanto a largo y ancho foliar, pesos fresco y seco, número de panojas y peso total de semillas por planta

Microinjertos:

Según FAO (s.f.), el microinjerto o injerto de ápice caulinar es el meristemo apical o ápice caulinar injertado en un patrón de semilla o de micropropagación en cultivo.

Los microinjertos de ápices caulinares *in vitro* se utilizan para obtener plantas cítricas libres de virus y otros patógenos, para obtener plantas a partir de vástagos no enraizados *in Vitro* (Diamante, Zubrzycki y Vera Bravo, 2003)

El cultivo de los cítricos es atacado por un número importante de enfermedades de origen viral y similares, que pueden afectar los rendimientos y calidad del fruto en magnitudes importantes desde el punto de vista económico. Se estima que dependiendo del virus puede afectar la producción entre 10 y 70 por ciento. Las plantas que resulten infestadas con algún virus se "limpian" utilizando la microinjertación de ápices caulinares *in Vitro*. Los microinjertos exitosos se injertan luego sobre un patrón vigoroso como limón '*Volkameriano*'; después de alcanzar un desarrollo satisfactorio se le realizan los diagnósticos de los virus *exocortis*, *xyloporosis* y *psorosis* para confirmar que fue "limpiada" de virus (Reyes *et. al.* 1992)

El otro grupo de técnicas se basan en el ADN y comprende el aislamiento, amplificación, modificación y recombinación del ADN; la ingeniería genética para obtener organismos modificados genéticamente (OMG); el uso de marcadores y de sondas en la cartografía genética y la genómica funcional y estructural; y la identificación inequívoca de genotipos por medio de la caracterización del ADN (FAO, 1999).

2.4.1.2. Ingeniería Genética

La Ingeniería Genética se define como un conjunto de técnicas utilizadas para introducir un gen extraño (heterólogo) en un organismo con el fin de modificar su material genético y los productos de expresión (Monsanto, s.f.).

Según Deocar (s.f.), la Ingeniería Genética es una rama de la genética que se concentra en el estudio del ADN, pero con el fin de lograr su manipulación. En otras palabras, es la manipulación genética de organismos con un propósito predeterminado.

La ingeniería genética de plantas ofrece la posibilidad de modular la expresión de genes específicos, que son importantes para un cierto proceso metabólico. Es posible incrementar la expresión de un determinado gene al transformar plantas con un gene quimérico con un promotor fuerte; o disminuir la expresión usando la

tecnología del RNA en sentido inverso (anti-RNA) y así, alterar cuantitativamente el control de flujo de un proceso específico (Deocar, s.f).

Mediante la ingeniería genética han podido modificarse las características de gran cantidad de plantas para hacerlas más útiles al hombre, son las llamadas plantas transgénicas. Las primeras plantas obtenidas mediante estas técnicas fueron un tipo de tomates, en los que sus frutos tardan en madurar algunas semanas después de haber sido cosechados (Deocar, s.f.).

De acuerdo a AGROINFO (s.f.), la Ingeniería Genética permite transferir a plantas, genes codificadores de las proteínas Bt de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, presente en casi todos los suelos del mundo, que confieren resistencia a insectos, en particular contra lepidópteros, coleópteros y dípteros, por lo que dicho gen se ha transferido a multitud de cultivos, incluyendo variedades de algodón resistentes al gusano de la cápsula, variedades de patata resistentes al escarabajo y de maíz resistentes al taladro. AGROINFO (s. f.), destaca como los casos más avanzados de plantas resistentes a enfermedades, aquellos de resistencias a virus en tabaco, patata, tomate, pimiento, calabacín, soja, papaya, alfalfa y albaricoquero y menciona que existen ensayos avanzados en campo para el control del virus del enrollado de la hoja de la patata, mosaicos de la soja, etc.

De acuerdo a las empresas promotoras, la Biotecnología agrícola se ha desarrollado con el fin de resolver serios problemas de producción existentes en el sector agrícola de muchos países, entre los problemas mas frecuentes se pueden mencionar suelos pobres, invasión de plantas resistentes a los herbicidas en terrenos de cultivo y otros. Dichos problemas pretenden solucionarse a través de la biotecnología, específicamente mediante la ingeniería genética, por medio de la cual según Brown, Campbell y Priest (1989), se ha logrado producir plantas con las siguientes características:

Según Rivera Domínguez (2004), recientes avances en la genética molecular han hecho posible bloquear o expresar actividades específicas de enzimas involucradas en los procesos de la maduración. Se ha visto que al utilizar las técnicas de

ingeniería genética en antisentido, así como la cosupresión es posible bloquear la expresión de genes involucrados en procesos de la maduración de frutos y de esta manera extender su vida comercial.

Resistencia a enfermedades: actualmente se están realizando investigaciones en esta área, pero no hay en el mercado ninguna variedad comercial con esas características (Byrne; Ward; Harrington; Fuller 2006).

Resistencia a herbicidas: consiste en proporcionar a las plantas la capacidad para tolerar el efecto de algunos herbicidas principalmente de amplio espectro, por ejemplo, se han transferido al tabaco genes que confieren tolerancia al glifosato (Brown, Campbell y Priest, 1989).

Según AGROINFO (s.f.), la resistencia a herbicidas se basa en la transferencia de genes de resistencia a partir de bacterias y algunas especies vegetales, como la petunia. Así se ha conseguido que plantas como la soja sean resistentes al glifosato, a glufosinato en la colza y bromoxinil en algodón.

Así con las variedades de soja, maíz, algodón o canola que las incorporan, el control de malas hierbas se simplifica para el agricultor y mejoran la compatibilidad medioambiental de su actividad, sustituyendo materias activas residuales (Brown, Campbell y Priest, 1989).

Mejora de rendimientos de los cultivos: se basa en la fijación de nitrógeno, ya que la mayoría de las plantas cultivables no fijan nitrógeno atmosférico y los incrementos en la producción dependen del aporte de fertilizantes nitrogenados, por lo que la estrategia alternativa es colocar los genes de la fijación de nitrógeno en las plantas elegidas. (Brown, Campbell y Priest, 1989).

Modificación del valor nutritivo de plantas cultivables: la investigación transgénica se ha concentrado en mejorar la calidad nutritiva de algunos alimentos, por ejemplo, se ha aumentando el contenido de vitamina E del aceite de canola. Así mismo se están

investigando técnicas transgénicas para producir variedades de tomate con un mayor contenido de licopeno. (Byrne; Ward; Harrington; Fuller 2006).

Reducción de costos en granjas integradas: se pretende que en el futuro, el maíz produzca mayor cantidad de lisina, lo que reducirá los costos de alimentación en las granjas que se dediquen también a la producción de cerdos y aves, ya que la lisina se compra y agrega al alimento de dichos animales (Brown, Campbell y Priest, 1989).

AGROINFO (s.f.), explica que en maíz se trabaja en aumentar el contenido en ácido oleico y en incrementar la producción de almidones específicos. En tabaco y soja, se ha conseguido aumentar el contenido en metionina, aminoácido esencial, mejorando así la calidad nutritiva de las especies. El gen transferido procede de una planta silvestre que es abundante en el Amazonas (*Bertollatia excelsia*) y que posee un alto contenido en éste y otros aminoácidos.

Otras características importantes: en algunos cultivos se incorporan características directas que favorecen indirectamente para la manifestación de otras, tal es el caso del tomate Flavr-Savro, el cual se modificó con el fin de que madure tardíamente en la mata lo que a su vez permite que tenga un mejor sabor que las variedades comerciales que se cosechan verdes. Se han desarrollado también plantas resistentes a suelos salinos (Brown, Campbell y Priest, 1989).

Según AGROINFO (s.f.), otra aplicación importante de la Ingeniería Genética es proporcionar resistencia a estrés abióticos, esto se logra a través de las bacterias *Pseudomonas syringae* y *Erwinia herbicola*, mediante la separación del gen responsable de los daños de las heladas y el frío en muchos vegetales lo que permite obtener colonias de estas bacterias que, una vez inoculadas en grandes cantidades en la planta, le confieren una mayor resistencia a las bajas temperaturas.

Secuenciación del ADN:

Según FAO (s.f.) la secuenciación de ADN es el procedimiento utilizado para determinar la secuencia de nucleótidos de un fragmento de ADN. Se suelen emplear

dos métodos: 1. La técnica Maxam Gilbert, que emplea productos químicos para romper el ADN en fragmentos, actuando sobre bases específicas; 2. La técnica Sanger (la de uso más común, llamada también método de finalización de la cadena, o didesoxi) que utiliza el ADN polimerasa para crear nuevas cadenas de ADN en presencia de di-desoxinucleótidos (finalizadores de cadenas) responsables de detener, de manera aleatoria, el crecimiento de la cadena. En ambos casos, los fragmentos de ADN se separan según su longitud por electroforesis en gel de poliacrilamida, lo que permite leer la secuencia directamente desde el gel.

Un equipo de investigadores valencianos ha conseguido obtener la primera secuencia completa del genoma *Arabidopsis thaliana*, que es un tipo de mostaza. Esta secuencia de ADN representa toda la información genética de dicha planta (Universidad de Valencia, 1999)

Construcciones genéticas.

Según FAO (s.f.), la construcción ADN consiste en fabricar moléculas de ADN quimérico, que contiene toda la información genética necesaria para su expresión transgénica en la célula hospedadora al ser transferido a una célula o tejido. La construcción de ADN quimérico contiene, en un solo paquete, el gen o genes de interés, un gen marcador y las secuencias de control apropiadas y cabe mencionar, que una construcción que se utiliza repetidas veces recibe el nombre de casete.

En un experimento reciente 2 genes de proteínas de la cubierta de los virus del mosaico de la patata X e Y fueron introducidos simultáneamente en un cultivar de plantas con gran importancia comercial produciendo bastante resistencia a los virus bajo condiciones de campo (Jaleo, 2007)

Hibridación molecular:

Según FAO (s.f.) la hibridación del ADN es el apareamiento de dos moléculas de ADN monocatenario, potencialmente de origen diferente, para formar una doble hélice parcial o completa. El alcance de la hibridación varía con el grado de complementariedad entre las dos moléculas, lo que se utiliza para detectar la presencia de secuencias específicas de nucleótidos en muestras de ADN (FAO, s.f.)

Según Martínez Armesto (2001), Un Instituto de Investigación público en España ha desarrollado un procedimiento específico, sensible y rápido para la detección del Virus del amarilleo de las venas del pepino (CVYV) en cucurbitáceas (pepino, melón y calabacín), mediante técnicas de hibridación molecular. Las ventajas que aporta con respecto a otros procedimientos de detección de CVYV son su coste reducido y su facilidad de manejo para niveles equivalentes de especificidad y sensibilidad en la detección del virus.

Hibridación somaclonal:

Fusión natural o inducida de células o protoplastos somáticos de dos progenitores diferentes genéticamente. La diferencia puede llegar a ser interespecífica. Muchos de los híbridos sintéticos así formados (i.e., no por fusión gamética) se denominan cíbridos. No todos los cíbridos tienen la información genética (nuclear y no nuclear) completa de ambos progenitores (FAO, s.f.).

Según Paliwal de la FAO (s.f.), por su fácil manejo y gran importancia en la alimentación mundial tanto humana como animal, uno de los cultivos en los que más se ha utilizado esta técnica es el maíz, partiendo de la división exitosa de protoplastos y la formación sostenida de callos regenerados, obteniendo así híbridos tolerantes a la sequía y resistentes a insectos.

Transformación de plantas.

Según Deocar (s.f.), en la transformación de plantas se utilizan técnicas directas e indirectas entre las que se pueden destacar las siguientes:

a) Técnicas indirectas:

Según Balbás (2002), para la ingeniería genética de cualquier organismo se requieren vectores de clonación, para las plantas se han desarrollado sistemas que se basan en dos vectores: virus específicos de plantas y el plásmido Ti de la bacteria gramnegativa *Agrobacterium*.

Según Deocar (s.f.), Esta bacteria puede considerarse como el primer ingeniero genético, por su particular mecanismo de acción: es capaz de modificar genéticamente la planta hospedadora, de forma que permite su reproducción.

Según Ondarsa (s.f.), esta técnica se utiliza en la transformación de dicotiledóneas, o sea plantas de hojas anchas, como el frijol de soya, el jitomate, pastos y especies cercanas.

Agrobacterium tumefaciens produce en plantas crecimientos cancerosos formados a menudo cerca del suelo en la unión del tallo y la raíz. *Agrobacterium* transforma genéticamente células de nutrientes especiales que soportan el crecimiento de las bacterias (Grierson y Covey, 1991).

De acuerdo con IICA (s.f.), las células de los tumores inducidos por *Agrobacterium* adquieren la propiedad de crecer de una manera independiente y desregulada, debido a la presencia de un agente tumorigénico en el sistema. Este agente, reside en un plásmido de gran tamaño que tiene la bacteria y que se conoce como plasmido Ti que induce la transformación y se le conoce como T DNA, y es transferido al núcleo de la célula vegetal. En el T DNA se encuentran los genes que participan en la síntesis de hormonas vegetales con lo cual se explica el carácter hormona-independiente del cultivo transformado.

Según Balbás (2002), la ingeniería genética también se basa en el uso de virus *caulimovirus* y *geminivirus* para la transformación genética de plantas, ya que los virus tienen la capacidad de infectar las células eficientemente. En general, los virus deben ser capaces de mantener y acarrear el DNA clonado, no producir deterioro en las células que infectan y ser fácilmente purificables

a) Técnicas directas:

Las técnicas directas comprenden la electroporación, microinyección, lipósomas y otros métodos químicos (Deocar, s.f.)

Electroporación:

Según IICA (1993), este ya es un método clásico para la introducción de DNA, RNA y proteínas en protoplastos y organelos, mediante un pulso eléctrico.

Según Reina (2003), La electroporación es una técnica que se basa en la aplicación de un elevado voltaje a las células durante un periodo de tiempo muy corto. Durante ese tiempo las células despolarizan sus membranas y se forman pequeños orificios por los que penetran las moléculas (proteínas, DNA, etc.) que se encuentran alrededor. Pasada la despolarización muchas células sufren daños irreparables y mueren (en muchos casos más del 90%) pero algunas (5 al 10% habitualmente) se recuperan y han incorporado las moléculas deseadas

Microinyección:

Según Reina (2003), la microinyección es una tecnología que permite la introducción mecánica de soluciones en el interior de la célula mediante una micropipeta que se controla con la ayuda de un micromanipulador bajo un microscopio. Es una técnica muy sensible, que requiere una gran especialización del personal que la realiza y un equipo delicado, sofisticado y costoso.

En la naturaleza existen sistemas de microinyección naturales, realizados por virus que inoculan a las células su ácido nucleico. Sistemas virales empleados habitualmente en la manipulación celular son los baculovirus y las células Sf9 (insecto) para la producción de proteínas, los adenovirus y retrovirus sobre sistemas de células de mamífero, etc., (Reina, 2003).

La microinyección implica la inyección directa de moléculas de DNA en una célula hospedadora mediante el empleo de microjeringas y se a utilizado en cultivos como el maíz y orquídeas (Codina Escobar, 2001)

Lipósomas:

Los Lipósomas son estructura sintéticas, microscópicas y de forma esférica que consta de una doble membrana de fosfolípidos que contiene una solución acuosa. Los Lipósomas pueden utilizarse para transportar fármacos relativamente tóxicos a

las células enfermas, en donde pueden ejercer su máximo efecto. En su interior pueden encerrarse moléculas de ADN que también pueden adherirse a su superficie. La posterior fusión del lipósoma con la membrana celular permite introducir el ADN en la célula. Los lipósomas han servido para desarrollar un eficiente procedimiento de transfección en la bacteria *Streptomyces* (FAO, s.f.)

2.4.1.3. Biología molecular

La biología molecular es el estudio de la vida a un nivel molecular. Esta área se solapa con otros campos de la Biología y la Química, particularmente Genética y Bioquímica. La biología molecular concierne principalmente al entendimiento de las interacciones de los diferentes sistemas de la célula, lo que incluye muchísimas relaciones, entre ellas las del ADN con el ARN, la síntesis de proteínas, el metabolismo, y el cómo todas esas interacciones son reguladas para conseguir un afinado funcionamiento de la célula (Wikipedia, s.f.).

Elisa:

Es una prueba inmunoenzimática para la que se usan membranas de nitrocelulosa como soporte para las muestras y reactivos empleados. Luego del enriquecimiento, ELISA-NCM es tan sensible como DAS-ELISA (Double-Antibody Sandwich), así como más fácil y rápido de usar. Tiene otra ventaja importante: la membrana de nitrocelulosa procesada con las muestras puede almacenarse durante varias semanas antes de realizar la prueba. Por consiguiente, se pueden enviar membranas a otro laboratorio para efectuar este ensayo (Ortega Cartaya, 1986)

Para el caso de papa la prueba consiste en:

1. Colocar una pequeña cantidad de extracto del tubérculo de papa (20 μ l) sobre la membrana de nitrocelulosa (dot-blotting);
2. Bloquear el área de la membrana donde no están colocadas las muestras (1 hora de incubación);
3. Añadir los anticuerpos de conejo específicos de *Ralstonia solanacearum* (Rs) (2 horas de incubación);

4. Añadir los anticuerpos de cabra anti-conejo conjugados (=GAR-IgG conjugado) (1 hora de incubación); y
5. Añadir el sustrato que reacciona con las enzimas y produce una reacción de coloración (de 5 a 20 minutos).

Este kit puede utilizarse para el monitoreo de Rs en tubérculos de papa, proceso esencial para los esquemas de certificación de semilla y evaluación varietal para la resistencia a la marchites bacteriana. También se puede aplicar para el monitoreo en tallos de papa y en otras plantas para investigaciones sobre epidemiología de la enfermedad (supervivencia y diseminación de Rs). Para detectar Rs en raíces de planta es preferible usar ELISA-DAS porque la coloración marrón oscura de los extractos de raíces impide la lectura de la reacción ELISA en la membrana. (Ortega Cartaya, 1986)

PCR:

Corresponde a las siglas inglesas de la Reacción en Cadena de la Polimerasa. La reacción de la PCR permite copiar muchas veces un fragmento específico de ADN (amplificación). El ADN posee dos cadenas complementarias que llevan la misma información y para copiarlo es necesario separar físicamente las dos cadenas y utilizar cada una de ellas como molde (plantilla que sirve de modelo a modo de espejo) para sintetizar la otra. Dicha operación la realiza una enzima llamada ADN polimerasa, que en este caso es termorresistente para soportar las elevadas temperaturas que se emplean en la etapa de separación de las dos cadenas de ADN en cada ciclo de copiado. Para que la ADN polimerasa inicie la copia de las cadenas de ADN se requieren dos "cebadores", que son pequeños fragmentos de ADN complementarios a los extremos de ambas cadenas y que al pegarse al ADN actúan como un primer eslabón de la cadena para que se inicie su copia. Estos cebadores confieren especificidad al proceso de amplificación y por eso el diseño de los cebadores requiere conocer la secuencia del ADN específico que se va a amplificar. La reacción se realiza mediante la repetición (20-40 ciclos) del proceso de copia de forma que la amplificación se produce de manera exponencial, obteniéndose al final del proceso 2^n copias del fragmento de ADN (donde "n" es el número de ciclos que

se realizan). El objetivo de la PCR es la obtención de gran cantidad de dicho fragmento de ADN con finalidades que pueden ser muy diversas como la detección del ADN, su secuenciación, o su clonación (Sociedad española de biotecnología, 2003)

RAPD-PCR (Random Amplified Polymorphic DNA-PCR):

Esta técnica consiste en una PCR con una variante. Los cebadores que se utilizan son más cortos de lo normal (10 nucleótidos) y son de secuencia arbitraria. Además, la fase de hibridación de los cebadores se verifica a una temperatura de 34 a 36 1C, en lugar de los 55-60 1C habituales (Cenis, s.f.)

AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism):

La técnica AFLP es la más reciente y la más resolutive de las que se aplican a identificación varietal. Se basa también en la PCR, pero con una variante. El ADN de la planta que se estudia es previamente digerido por la acción de dos enzimas de restricción. Esto produce miles de cortos fragmentos de ADN. Posteriormente, los extremos de estos fragmentos son ligados a unas secuencias de nucleótidos denominadas Adaptadores. A continuación, se realiza una PCR en la que se utilizan cebadores que hibridan con los adaptadores y uno o dos nucleótidos extras, que imponen una selección y reducen el número de fragmentos que se van a amplificar a unos cientos. El resultado de se somete a electroforesis y detección radioactiva, visualizándose cientos de bandas polimórficas. Los AFLPs no se han utilizado mucho en identificación varietal, debido a su elevada complejidad experimental y al hecho de que se han desarrollado en fechas recientes. Sin embargo, presentan una importante característica y es que su poder resolutive en la separación de genotipos es el más alto en comparación con el resto de las técnicas. En experimentos realizados en vid ha sido posible separar clones dentro de variedades, lo que lo convierte en una herramienta muy útil para la selección clonal (Cenis, s.f.)

Microsatélites:

Los microsatélites son unas regiones del genoma de animales y plantas que se caracterizan por consistir en una serie de repeticiones de secuencias cortas

(motivos) de nucleótidos, p.e. CAC, GACA, TA, GT, GATA, etc. Estas regiones no son codificantes y su origen y función no están claras. Presentan la particularidad de que el número de repeticiones de los motivos básicos que las constituyen es muy variable, y puede diferir de un individuo a otro. Por tanto, analizando estas regiones es posible identificar individuos en poblaciones animales o vegetales. La forma más sencilla de analizar la variación de las regiones microsatélites es recurrir a la PCR. Sintetizando cebadores complementarios a las regiones flanqueantes del microsatélite, las diferencias en el número de repeticiones del motivo básico del microsatélite se amplificarán y visualizarán como fragmentos de ADN de diferente longitud. Cada una de las regiones microsatélites constituye un locus genético y los diferentes tamaños de bandas que se pueden amplificar constituyen los diversos alelos de ese locus (Cenis, s.f.)

2.5. LABORATORIOS A NIVEL INTERNACIONAL

2.5.1. Clasificación y líneas de trabajo

Cuadro 1. Clasificación de los laboratorios de biotecnología a nivel internacional

CATEGORÍA DEL LABORATORIO	CAMPO DE ACCION
Vegetal	Análisis
	Control de calidad
	Docencia
	Investigación
	Otros(consultor)
	Conservación In vitro/semillas
	Otros (servicios)
	Producción
Humano	Análisis
	Control de calidad
	Docencia
	Investigación
	Otros (procesamiento de datos)
	Producción
Animal	Análisis
	Control de calidad
	Docencia
	Investigación
	Producción
Industrial	Análisis
	Control de calidad
	Docencia
	Investigación
	Producción

Fuente: Silva, (s.f.) obtenido del Diagnóstico de la Situación de la seguridad de la Biotecnología y la Biotecnología en Bolivia, (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Octubre 1999).

2.5.2. Establecimiento de un laboratorio

Según Kyte y Kleyn (1996), antes de planear un laboratorio se debe determinar la magnitud de la operación, los propósitos o metas y las plantas a cultivar. Si es posible se deben visitar gobiernos, escuelas o cultivos comerciales de tejidos de plantas a fin de formular planes propios. También ayuda el visitar invernaderos y floristerías para descubrir las plantas que son más demandadas. Otros aspectos a tomar en cuenta al establecer un laboratorio de Biotecnología son los siguientes:

Localización:

Para determinar la localización del laboratorio la calidad del aire y la dirección del flujo son los aspectos mas importantes que se deben considerar ya que un aire no esterelizado transporta contaminantes microbianos. (CIAT, 1991; Kyte y Kleyn, 1996)

Diseño:

Según Kyte y Kleyn (1996), un laboratorio de cultivo de tejidos consiste en tres áreas distintas, sin embargo, esto va a depender de los recursos disponibles y de espacio, ya que según CIAT (1991), un laboratorio de cultivo de tejidos se puede dividir esquemáticamente en cuatro o siete áreas separadas para las diferentes funciones que se desarrollan en él, sin embargo, en la práctica, algunas de las funciones pueden desarrollarse en un mismo ambiente. En forma general y considerando la opinión de los autores ya mencionados se describe a continuación las principales áreas o secciones de un laboratorio de cultivo de tejidos:

2. Área de preparación de medios: Es el área en la que se preparan los medios de cultivo, por lo que dentro de esta deben instalarse balanzas, medidores de pH, platos calientes con agitación, mesas de trabajo, vitrinas, estanterías, equipo para refrigeración y otros para almacenar los materiales de vidrio y de plástico y los reactivos químicos (CIAT, 1991 y Kyte y Kleyn, 1996)
3. Área de lavado y esterilización: esta área debe incluir por lo menos un lavadero grande con agua caliente y fría y una fuente de alto grado de pureza, preferiblemente agua doblemente destilada, usando para ello, un destilador de

material no tóxico y un desionizador de agua colocado entre el destilador y el lavadero y basureros adecuados para depositar los distintos materiales de desecho.

El área de esterilización, debe tener espacio suficiente para colocar el autoclave vertical u horizontal, estufas, secadores y un lavadero con agua caliente y fría (CIAT, 1991).

4. Área de transferencia: en esta se realizan los trabajos de escisión, inoculación y transferencia de los explantes a los medios de cultivo, por lo que se requieren altos niveles de limpieza ambiental y se debe tomar en cuenta que los gabinetes de flujo laminar o cámaras de transferencia deben estar ubicadas en un lugar alejado de las puertas y con un mínimo de corriente de aire, con el fin de prolongar la vida útil de los filtros (CIAT, 1991 y Kyte y Kleyn, 1996)
5. Área de incubación: los cultivos se incuban en gabinetes o cámaras de crecimiento procurando siempre un adecuado control ambiental de manera que los cultivos cuenten con las condiciones adecuadas de temperatura (20-28°C), humedad relativa (70%-80%) e iluminación (1000 a 5000 lux), según las necesidades del cultivo. Debido a la función de ésta en el laboratorio, debe contener, estanterías de metal o madera con dimensiones que se ajusten a las dimensiones del cuarto y se deben colocar a espacios que permitan la entrada de luz, humedad y temperatura a todas las plantas que en esta se desarrollen. Además de los gabinetes, dentro de este se pueden instalar microscopios ya sean estéreos, compuestos, invertidos u otros, o bien, se puede crear un área separada únicamente para la observación y examen en la que se realicen observaciones periódicas de los cultivos, tanto en medios líquidos como semisólidos (CIAT, 1991)

De acuerdo con CIAT (1991), las áreas descritas representan el núcleo de un laboratorio de cultivo de tejidos, sin embargo, los laboratorios de investigación y

desarrollo y los de producción comercial deben contar, además, con un área de crecimiento, la que sirve para la aclimatación de las plantas obtenidas en el área de incubación; otra de cuarentena, en la que se reciben las muestras o plantas destinadas a la limpieza clonal, por lo que debe estar protegida contra los insectos y separada del laboratorio, pero cercana al área fitosanitaria; así mismo, debe contar con un área destinada para la oficina.

2.5.3. Estándares de bioseguridad

Según FAO (s.f.), La bioseguridad se refiere a las medidas destinadas a evitar los riesgos para la salud y la seguridad humana y para la conservación del medio ambiente derivados del uso de organismos infecciosos o genéticamente modificados, en investigación y en las practicas comerciales.

Según Recalde Ruiz, Laborda Grima, Tolsa Martínez y Marqués Jiménez, (2004), los laboratorios de biotecnología y de tipo biológico han de reunir unas condiciones, que pueden variar notablemente en función de su finalidad (Tareas docentes y de administración, trabajos de investigación propiamente dichos, incluyendo las operaciones preparatorias previas, mantenimiento de equipos, etc.), sin embargo, todos deben cumplir con los siguientes matices:

Orden y limpieza: se refiere a que se debe hacer uso adecuado del equipo del laboratorio en base a la capacidad de este y a realizar un manejo adecuado de los materiales de desecho en el momento adecuado, por lo que también se debe utilizar adecuadamente el espacio en el laboratorio (Altura desde el suelo hasta el techo: 3 metros, superficie libre por trabajador: 2 metros cuadrados, volumen (cubicaje) no ocupado por el trabajador: 10 metros cúbicos, etc.) (Recalde Ruiz; Laborda Grima; Tolsa Martínez; Marqués Jiménez, 2004)

Según Recalde Ruiz; Laborda Grima; Tolsa Martínez; Marqués Jiménez, 2004, Se deben controlar las condiciones ambientales dentro del laboratorio, lo que trata sobre la temperatura, humedad y ventilación que debe mantenerse dentro del laboratorio a

fin de evitar problemas en la salud de los trabajadores, haciendo énfasis en lo importante de prevenir casos de humedad y temperaturas extremas, cambios bruscos de temperatura, corrientes de aire molestas y olores desagradables (ver Cuadro A1).

Con respecto a las condiciones de iluminación, estas deben adaptarse a las características de las actividades que se realicen dentro de los laboratorios teniendo en cuenta, los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, dependientes de las condiciones de visibilidad y las exigencias visuales de las tareas desarrolladas, permitiéndose la utilización de iluminación natural, luz artificial complementaria a la primera y luz focalizada empleada en aquellos lugares que requieren mayor iluminación (Recalde Ruiz; Laborda Grima; Tolsa Martínez; Marqués Jiménez, 2004)(ver cuadro A2)

Señalización: se refiere a las señales que deben colocarse para indicar aquellos riesgos que no han podido ser eliminados, por lo que deben tomarse en cuenta señales de advertencia de un peligro, señales de prohibición, de obligación, señales relativas a equipos de lucha contra incendios y otras (Recalde Ruiz; Laborda Grima; Tolsa Martínez; Marqués Jiménez, 2004)

Manipulación de productos químicos es imprescindible que el usuario sepa identificar los distintos productos peligrosos, lo cual se facilita colocando en el etiquetado unos símbolos dibujados en negro sobre fondo amarillo-naranja (ver figura A 1), que representan la peligrosidad de cada tipo de producto, acompañados con las indicaciones de peligro pertinentes, en forma de frases "R" y de consejos de prudencia "S". Así mismo, se debe prestar gran atención a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, para ello se recomienda principalmente, identificar y evaluar los riesgos, prevención y reducción de la exposición y la formación e información de los trabajadores sobre los agentes cancerígenos y los valores mínimos de exposición a estas sustancias (Recalde Ruiz; Laborda Grima; Tolsa Martínez; Marqués Jiménez, 2004)

Almacenamiento de productos químicos: para conseguir un almacenamiento adecuado y seguro de los reactivos en los laboratorios se deben reducir las existencias al mínimo, establecer separaciones, aislar o confinar ciertos productos y disponer de instalaciones adecuadas. (Recalde Ruiz; Laborda Grima; Tolsa Martínez; Marqués Jiménez, 2004)

La manipulación de productos químicos debe considerar zona de trabajo y actividad desarrollada, identificación de la sustancia peligrosa, riesgos para el ser humano y el medio ambiente, medidas de protección y pautas de comportamiento, incompatibilidades de almacenamiento, actuación en caso de peligro, primeros auxilios a aplicar en caso de accidente y condiciones de disposición y eliminación de residuos (Recalde Ruiz; Laborda Grima; Tolsa Martínez; Marqués Jiménez, 2004)

Gestión de residuos: el tratamiento de los residuos químicos, consiste básicamente en minimizar la generación de residuos en su origen, reciclado y la eliminación segura de los residuos no recuperables, evitando su eliminación sin inertizar a través del desagüe, principalmente aquellas que son tóxicas, cancerígenas, mutagénicas, no biodegradables o peligrosas para el medio ambiente. (Recalde Ruiz; Laborda Grima; Tolsa Martínez; Marqués Jiménez, 2004)

2.6. NORMATIVAS Y REGULACIONES

Según ALDS y UNES (2004), en el país constituyen herramientas legales y administrativas, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), muy relacionados con las leyes, normas, convenios y tratados que rigen la Biotecnología, el uso y comercialización de sus productos. Tales reglamentos se mencionan a continuación:

Constitución de la República

Ley de Medio Ambiente

Ley de Semillas

Ley de Protección al Consumidor
Código de Salud
Protocolo de Cartagena
Convenio de Diversidad Biológica

Según Brown, Cambell y Priest (1989), a nivel internacional, se establece que antes de liberar un organismo que contenga DNA procedente de otros organismos distintos se debe realizar un análisis crítico el cual debe ser específico para cada caso si no se cuenta con normas aprobadas. Cabe mencionar, que tras la liberación de cualquier organismo que contenga ADN recombinante es necesario rastrearlos durante su diseminación en el ambiente mediante sistemas de detección sensibles y específicos como las sondas genéticas y sondas ligadas a anticuerpos monoclonales.

De acuerdo a AGROINFO (s.f.), la novedad de estos avances y las posibilidades que abren, han hecho que las administraciones de todo el mundo articulen sus legislaciones bajo el criterio de precaución, que significa que cada una de estas mejoras debe ser evaluada “caso por caso”, y como si se tratara de un nuevo medicamento se autorice o rechace ante la más mínima duda sobre su seguridad. Así, las variedades actualmente autorizadas lo han hecho de acuerdo con las pautas recomendadas por comités de expertos como los de la FAO, Organización Mundial de la Salud y otras instituciones de reconocido prestigio.

En el periodo de aprobación, se evalúan tanto las características que corresponden a la mejora introducida (gen, proteína a la que da lugar, etc.) como el cultivo mejorado en sí (comportamiento agronómico, impacto sobre especies no objetivo, etc.) y tanto desde el punto de vista medioambiental, como en lo que respecta a su seguridad de uso para alimentación humana o para fabricación de piensos. Ninguna de estas evaluaciones es requerida para variedades que se hayan mejorado por otras técnicas, incluyendo aquellas en las que las técnicas son mucho más agresivas con el genoma de la planta e impredecibles en los resultados (AGROINFO s.f.)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA, DURACIÓN Y UNIDADES EXPERIMENTALES

La investigación fue realizada en El Salvador en un periodo de un año, siendo el universo de estudio, los docentes de tercer ciclo de educación básica y de educación media, del municipio de San Salvador, los laboratorios dedicados a la biotecnología a nivel nacional registrados en el Catálogo de Laboratorios de Biotecnología Agrícola (CATBIO); los estudiantes de último año y docentes de carreras del campus central de la Universidad de El Salvador relacionadas con la biotecnología agrícola.

3.2. FASE DE CAMPO.

3.2.1. Instrumentos de recolección de información

Para la realización de esta fase, se diseñaron cuatro tipos de instrumentos con preguntas abiertas, cerradas y de selección múltiple, cabe mencionar que con dichos instrumentos se pretende también, analizar el nivel tecnológico y científico de los laboratorios de biotecnología de El Salvador. Los instrumentos se describen a continuación.

Instrumento para la recolección de información de los docentes de educación básica y media del municipio de San Salvador (ver anexo 4)

Datos generales.

Con el objetivo de obtener información general de las instituciones y los docentes de educación básica y media del municipio de San Salvador.

Conocimientos generales sobre biotecnología.

Esta parte se enfoca de manera específica para recopilar información que permita conocer el nivel de conocimiento sobre biotecnología en general y específicamente sobre biotecnología agrícola.

Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El salvador.

Dentro de esta parte se recopiló información sobre el nivel de conocimiento de los docentes, sobre la producción, comercialización y consumo de transgénicos, así como los riesgos y efectos benéficos y perjudiciales de estos

Legislación nacional.

En este apartado se recopiló información sobre el conocimiento de la legislación, así como las medidas de bioseguridad vigentes en el país y las instituciones encargadas de ejercerla.

Aspectos educativos.

Este apartado tiene el objetivo de recopilar información sobre la presencia del tema dentro del plan de estudio de los estudiantes de educación básica y media, así como la posición de los docentes de incluir el tema.

Instrumento para la recolección de información de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador (ver anexo 5)

Datos generales

Con el objetivo de obtener información general de docentes de carreras relacionadas con la biotecnología, del campus central de la Universidad de El Salvador

Conocimientos generales sobre biotecnología.

Esta parte se enfocó de manera específica para recopilar información que permita conocer el nivel de conocimiento sobre biotecnología en general y específicamente sobre biotecnología agrícola.

Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El salvador.

Dentro de esta parte se recopiló información sobre el nivel de conocimiento de los docentes, sobre la producción, comercialización y consumo de transgénicos, así como los riesgos y efectos benéficos y perjudiciales de estos

Laboratorios de biotecnología agrícola en El Salvador

En este apartado se recopiló información específica sobre el conocimiento de la existencia de laboratorios en el país, así como en la Universidad de El Salvador y los aportes de estos al agro nacional.

Legislación nacional.

En este apartado se recopiló información sobre el conocimiento de la legislación, así como las medidas de bioseguridad vigentes en el país y las instituciones encargadas de ejercerla.

Sobre la cátedra.

Aquí se identificó la percepción de los docentes, sobre la necesidad de conocer sobre el tema y la inclusión dentro del plan de estudios.

Instrumento para la recolección de información de los estudiantes del campus central de la Universidad de El Salvador (ver anexo 6)

Datos generales

Con el objetivo de obtener información general de estudiantes de último año de carreras relacionadas con la biotecnología, del campus central de la Universidad de El Salvador

Conocimientos generales sobre biotecnología.

Esta parte se enfocó de manera específica para recopilar información que permita conocer el nivel de conocimiento sobre biotecnología en general y específicamente sobre biotecnología agrícola.

Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El Salvador.

Dentro de esta parte se recopiló información sobre el nivel de conocimiento de los estudiantes, sobre la producción, comercialización y consumo de transgénicos, así como los riesgos y efectos benéficos y perjudiciales de estos

Laboratorios de biotecnología agrícola en El Salvador

En este apartado se recopiló información específica sobre el conocimiento de la existencia de laboratorios en el país, así como en la Universidad de El Salvador y los aportes que estos dan al agro nacional.

Legislación nacional.

En este apartado se recopiló información sobre el conocimiento de la legislación, así como las medidas de bioseguridad vigentes en el país y las instituciones encargadas de ejercerla.

Sobre la cátedra.

Aquí se identificó la percepción de los estudiantes, sobre la necesidad de conocer sobre el tema y la inclusión dentro del plan de estudios.

Instrumento para la recolección de información de los laboratorios de biotecnología en el país (ver anexo 7)

Este instrumento está diseñado en una sola estructura, con el fin de obtener toda la información posible sobre el laboratorio, que permita analizar el nivel científico y tecnológico de estos, así como la capacidad instalada y el personal. Además permite conocer los trabajos que realizan y las perspectivas a futuro.

3.2.2. Recopilación de la información

Esta fue recopilada a través de los instrumentos descritos en el apartado anterior, los cuales fueron administrados de forma directa a 89 docentes de educación básica, siendo estos de 30 escuelas diferentes; 94 docentes de educación media, de un total de 39 institutos, los antes mencionados se tomaron del municipio de San Salvador, basados en que es en este municipio, donde se encuentra centralizada la mayor parte de la población del país, por lo que ha su vez se encuentran la mayor cantidad de centros educativos; también se encuestaron 80 docentes y 86 estudiantes de último año de carreras relacionadas con la biotecnología, dentro del campus central de la UES; además se censaron los laboratorios de biotecnología a nivel nacional a

fin de recopilar información verídica sobre el nivel de conocimientos que tienen a cerca del tema en estudio, así como el nivel científico y tecnológico de estos, la capacidad instalada y el personal.

Cuadro 2. Numero de docentes de educación básica encuestados, según institución de trabajo y carácter de la misma. Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

Nº	NOMBRE DE LA INSTITUCION	CARÁCTER DE LA INSTITUCION	Nº DE DOCENTES ENCUESTADOS
1	Centro Escolar Acción Cívica Militar	Publica	2
2	Centro Escolar José Simeón Cañas	Publica	5
3	Complejo Educativo Republica del Brasil.	Publica	6
4	Centro Escolar Constitución 1950	Publica	2
5	Centro Escolar Liga Panamericana.	Publica	3
6	Complejo Educativo "Joaquín Rodezno"	Publica	3
7	Escuela Bilingüe "Tazumal"	Privada laica	1
8	Centro Escolar "Francisco Campos"	Publica	4
9	Centro Escolar "Barrio Belén"	Publica	2
10	Centro Escolar "Salvador Mugdan"	Publica	2
11	Centro Escolar "Republica de Chile"	Publica	4
12	Centro Escolar "Republica de Colombia"	Publica	1
13	Centro Escolar Católico "Hogar del Niño"	Publica	3
14	Centro Escolar "Jorge Lardé"	Publica	1
15	Centro Escolar "Republica de Panamá"	Publica	1
16	Complejo Educativo Católico San Francisco	Privada religiosa	1
17	Centro Escolar Católico "Santa Catalina"	Publica	3
18	Centro Escolar "Lyndon B. Johnson"	Publica	1
19	Centro Escolar Juana López	Publica	1
20	Centro Escolar Miguel Pinto	Publica	6
21	Centro Escolar Juan Rafael Mora	Publica	3
22	Centro Escolar Caserío la Pedrera	Publica	2
23	Centro Escolar España	Publica	3
24	Centro Escolar Católico Pablo Sexto	Publica	2
25	Centro Escolar Católico San Patricio	Privada laica	2
26	Centro Escolar Romilia	Publica	3
27	Centro Escolar Republica del Ecuador	Publica	4
28	Centro Escolar Católico Emiliani	Privada religiosa	5
29	Colegio Augusto Walte	Privada laica	4
30	Liceo Salvadoreño	Privada religiosa	9
	Total		89

Cuadro 3. Numero de docentes de educación media encuestados, Según institución de trabajo y carácter de la misma. Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

Nº	NOMBRE DE LA INSTITUCION	CARÁCTER DE LA INSTITUCION	Nº DE DOCENTES ENCUESTADOS
1	Colegio Divina Providencia	Privada religiosa	3
2	Colegio Bautista	Privada religiosa	5
3	Colegio Bautista Emmanuel	Privada religiosa	2
4	Liceo Konrad Adenauer	Privada laica	2
5	Instituto Cristiano El Sembrador	Privada religiosa	1
6	Instituto Nacional Francisco Menéndez	Publica	8
7	Colegio Eucarístico	Privada religiosa	2
8	Instituto Técnico Ricaldone.	Privada religiosa	4
9	Colegio Spencer.	Privada laica	1
10	Colegio Cultural Italiano	Privada laica	1
11	INSSI	Privada laica	2
12	Colegio "El Dios de Israel"	Privada religiosa	3
13	Centro Cultural Salvadoreño	Privada laica	1
14	Colegio Anglo Americano	Privada laica	1
15	Colegio Evangélico Centroamericano	Privada religiosa	2
16	Colegio Diego de Olgín	Privada laica	1
17	Colegio Americano de Computación	Privada laica	1
18	Instituto El Salvador	Privada laica	1
19	Colegio Theodor Herlz	Privada laica	1
20	Colegio Nazareth	Privada laica	1
21	Colegio Corazón de María	Privada laica	2
22	Instituto Nacional de Comercio	Publica	4
23	Colegio "Profesor Carlos Álvarez Pineda"	Privada laica	2
24	Instituto Técnico Metropolitano	Privada laica	1
25	Liceo Evangélico de San Salvador	Privada religiosa	1
26	Colegio Cerén	Privada laica	1
27	Instituto Nacional "Gral. Francisco Morazán"	Publica	3
28	Colegio Guadalupano	Privada religiosa	3
29	Colegio Venecia Bilingüe	Privada laica	1
30	Instituto Nac. Prof. Jaime Francisco López	Publica	2
31	Instituto Nac. Prof. José Jerónimo López	Privada religiosa	2
32	Instituto Carmelitano	Privada religiosa	3
33	Colegio Centroamérica	Privada laica	5
34	Centro Internacional de Programación en Computadoras	Privada laica	1
35	Instituto Nacional Técnico Industrial	Publica	5
36	Colegio El Espíritu Santo	Privada religiosa	4
37	Liceo Cristiano Reverendo Juan Bueno (Sta. Anita)	Privada religiosa	3
38	Liceo Cristiano Reverendo Juan Bueno (Col. Costa Rica)	Privada religiosa	2
39	Instituto Manuel José Arce	Publica	6
	Total		94

Cuadro 4. Numero de docentes y estudiantes encuestados, del campus central de la Universidad de El Salvador, según procedencia. Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

Facultad	Escuela/Departamento	Carrera	Nº de docentes	Nº de estudiantes
Ciencias Agronómicas	Fitotecnia y Protección Vegetal	Ing. Agronómica	14	4
	Medicina Veterinaria	Lic. en medicina veterinaria y zootecnia	2	3
Ciencias Naturales y Matemáticas	Biología	Lic. en biología	7	6
Química y Farmacia	Bioquímica y contaminación ambiental, Análisis químico e instrumental y física química y matemática	Lic. en química y farmacia	18	17
Jurisprudencia y Ciencias Sociales	Derecho privado, Derecho publico	Lic. en jurisprudencia	21	44
Ingeniería y Arquitectura	Ingeniería Química	Ing. En alimentos	3	1
Ciencias y Humanidades	Educación	Lic. en educación	8	8
Ciencias Económicas	Economía	Lic. en economía	5	2
Medicina	Tecnología Medica	Lic. en nutrición	2	3
		Total	80	88

Cuadro 5. Laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador, los cuales fueron censados. Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

Laboratorio/ Institución	Dirección	Entrevistado	Cargo del entrevistado	Telefax	E-mail
UES-Agronomía Laboratorio de cultivo de tejidos	Final 25 Av. norte, Ciudad Universitaria, Agronomía	Ing. Agr. Doris de Villena	Investigadora y colaboradora del laboratorio	2225-1500 /no tiene	dorybil@hotmail.com
UES-Biología Laboratorio de cultivos in Vitro de tejidos y células	Escuela de Biología Facultad de Naturales y Matemática, UES	Lic. Yanira López	Encargada del laboratorio y docente	2226-2072	yanira.lopez@ues.edu.sv
ENA Laboratorio de biotecnología agrícola	Km. 33 1/2 carretera a Santa Ana	Especialista en biotecnología Cuellar Zometa	Responsable del laboratorio	2366-4847 /2338-4284	jcuellar@ena.edu.sv
CENTA Laboratorio de biotecnología agrícola	Km. 33 1/2 carretera a Santa Ana	Lic. Sonia Solórzano	Encargada del laboratorio	2302-0200 /2302-0294	sesolorzano@centa.sv
PROCAFE Laboratorio de cultivo de tejidos	Final Av. Manuel Gallardo Fte. a Residencial Monte Sion, La Libertad	Lic. Marisela Mejía	Encargada del laboratorio	2228-0669	ammejia@procafe.com.sv
UNICO Laboratorio de cultivo de tejidos	UNICO. 25 calle oriente y 25 Av. sur	Lic. Maria Elena Montes	Responsable del laboratorio y docente	2484-0639 /2441-2655	maria.montes@unico.edu.sv
GENSA Laboratorio de cultivo de tejidos	Km. 59 1/2 antigua carretera a Santa Ana, Cantón Primavera	Ing. Agr. Nelson Cuellar Zometa	Gerente de la empresa	2487-2819 / no tiene	gensa@yor.net
CASSA Laboratorio de cultivo de tejidos	Km. 62 1/2 Cantón Huiscoyolate, Izalco, Sonsonate	Ing. Agr. Felipe Cerón Martí	Jefe de Investigación	2484-1218 /2451-3608	faceron@cassa.com.sv

La investigación está sustentada además con información, procedente de instituciones como: Centro para la Defensa del consumidor (CDC), Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal (CORDES), y el Concejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT), la cual se obtuvo en su mayoría a través de una entrevista estructurada (ver anexo 8) realizada a los encargados de las unidades relacionadas con la biotecnología.

Cuadro 6. Instituciones relacionadas con la biotecnología agrícola en El Salvador, que fueron entrevistadas. Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

Institución	Entrevistado	Cargo del entrevistado	Telefax	E-mail
UNES	Ing. Mauricio Sermeño	Coordinador ejecutivo	2260-1447 /2260-1675	Mauricio.sermeño@unes.org.sv
MAG	Ing. Rafael Martínez	Técnico	2241-1732 /2288-9981	rmartinez@mag.gob.sv
CDC	Dra. Diana Burgos			
MARN	Dr. Jorge Quezada	Jefe del departamento de patrimonio nacional	2267-9301 /2267-9317	quezada@marn.gob.sv
CORDES	Carlos Thomas	Gerente	2226-4814	biotech@navegante.com.se
CONACYT	Ing. Roberto Alegría			

3.3. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

Durante el desarrollo de este trabajo, se utilizaron algunos métodos estadísticos para la selección de muestras, dentro de estos específicamente se empleo el diseño muestral de tipo probabilístico para calcular el número de elementos que constituyeron la muestra para cada uno de los estratos en estudio. Cabe mencionar que debido a que la población universo está dividida en estratos, se empleo el muestreo estratificado por afijación proporcional con un 5% de confianza, empleando la siguiente formula:

$$N = \frac{p \cdot q}{E^2} = \frac{(0.5) (0.5)}{(0.05)^2} = 100 \text{ (P. I)}$$

Donde:

N = Población infinita

p. q = Probabilidad de éxito o fracaso

E² = Probabilidad de error

$$N' = \frac{N}{1 + N/NP}$$

Donde:

N' = Población muestral

N = Población infinita

1 = Constante

NP = Población total

Las variables a evaluar en cada uno de los sectores en estudio son diferentes; en los laboratorios se midió la capacidad instalada en cuanto a mano de obra, equipo, capacidad de producción, biotécnicas que están aplicando, servicios que ofrecen, etc. en los estudiantes de último año y docentes de carreras afines de la UES al igual que docentes de educación básica y media, se midió el nivel de conocimiento sobre biotecnología, aquí se incluyen ventajas, desventajas, aplicación, biotécnicas conocidas, aporte al agro nacional, etc.

Finalmente, para la organización, procesamiento y análisis de la información recopilada, se utilizó el paquete estadístico computarizado **Statistical Product for Service Solutions (SPSS)** versión 12.0 en el cual primeramente se construyó una hoja de códigos en la que posteriormente se introdujo la información obtenida en cada una de las encuestas para el análisis de cada una de las variables.

Además se elaboró una base de datos en Excel, la cual contiene datos de latitud, longitud, altitud, nombre del laboratorio y la institución a la que pertenece, generando un mapa de toda esta información a través del Software Arc view (SIG) el cual presenta la caracterización de los laboratorios de biotecnología en el país. (Ver anexo 9)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DOCENTES DE EDUCACION BASICA (TERCER CICLO) DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR

4.1.1. Aspectos Generales

Considerando la muestra en estudio, las instituciones privadas laicas tienen una población docente más joven que las instituciones públicas y las privadas religiosas, ya que en su planta docentes, no hay mayores de 50 años, sin embargo las instituciones públicas tienen un 8% de docentes entre 50-60 años y un 1% mayores de 60 años; mientras que las religiosas tienen un 6% de docentes con edad entre 50-60 años y un 12% con edades mayores a los 60 años. (Ver tabla A 1)

En las escuelas públicas, los docentes en su mayoría son profesores (48%) y licenciados (47%), sin embargo es en estas donde se concentra el 100% de técnicos, masteres y doctores, los cuales representan el 1%, 2% y 2% respectivamente. Mientras que las privadas laicas solo presenta profesores (43%) y licenciados (57%); al igual que las religiosas que presentan 56% profesores y 44% licenciados. (Ver tabla A 2)

La población masculina de docentes es relativamente de mayor edad, ya que presenta un 10% con edad mayor a 60 años, sin embargo el mayor porcentaje de estos tiene edad entre 31-40 años, al igual que las docentes mujeres. (Ver tabla A 3)

Los docentes hombres en su mayoría tienen grado de profesor con un 54%, sin embargo presentan un 43% de licenciados y un 3% de técnicos; mientras que las docentes mujeres en su mayoría son licenciadas con un 49%, sin embargo presentan 47% de profesoras, 2% de master y 2% de doctoras. (Ver tabla A 4)

Los docentes encuestados, en su mayoría tienen especialidad en el área de Ciencias Naturales (53%), seguido por la especialidad de Ciencias Sociales que tiene un 16%,

mientras que el porcentaje menor es de la especialidad de inglés, con únicamente un 3% (ver figura A 2). Los docentes encuestados en su mayoría tienen más de 12 años de ejercer la profesión (67%), mientras que el 29% tiene entre 4-12 años y únicamente el 4% tiene entre 1-3 años (ver figura A 3)

El 48% de los docentes encuestados imparten la materia de ciencias naturales, el 40% la de ciencias sociales, siendo estos los mayores porcentajes, los demás se distribuyen en el resto de materias. (Figura A 4)

4.1.2. Conocimientos generales sobre biotecnología

El 79% de los docentes de educación básica manifiestan haber escuchado sobre biotecnología, mientras que el 21% manifiesta que no; el 52% conoce la definición, la clasificación la conoce únicamente el 9%, las transnacionales que impulsan la biotecnología el 10%, las aplicaciones de las biotecnías el 14%, el 42% conoce los beneficios y el 51% los riesgos, los marcos regulatorios únicamente los conoce el 1% y hay un 27% de los encuestados que manifiesta que no conoce ningún aspecto de los mencionados.(ver figura 1)

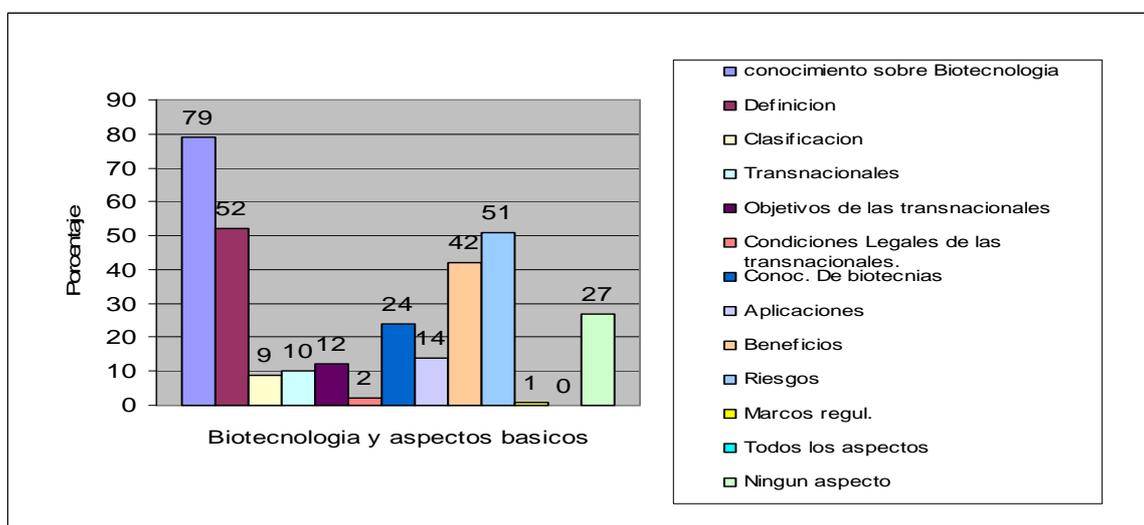


Figura 1. Conocimiento sobre la biotecnología y aspectos generales de la misma por docentes de instituciones de educación básica del municipio de San Salvador. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

El término Biotecnología ha sido escuchado por la mayoría de la población, debido a que esta se aplica desde tiempos remotos en la elaboración de cerveza y otros productos y a que últimamente se ha vuelto más importante por estar relacionada con los transgénicos, muchos se han enterado de su existencia recientemente con la aparición de los Organismos Genéticamente Modificados de ahí que la palabra biotecnología es casi sinónimo de transgénicos en el sector en estudio. Sin embargo esta tecnología no consiste únicamente en ingeniería genética y transgénicos, si no que tiene otras aplicaciones de igual importancia como la eliminación de virus sin emplear productos químicos, utilizando para ello el cultivo de meristemas (Pelacho, et al, s.f.).

Según la Dra. Maria Elena Aguilar, profesora investigadora del laboratorio de Biotecnología del CATIE, Costa Rica, la microinjección permite obtener plantas resistentes a insectos. Otro porcentaje de la población en estudio desconoce la definición de esta y pocos conocen sus aplicaciones, sin embargo los beneficios y los riesgos son muy conocidos ya que como se mencionó anteriormente, los docentes se basan principalmente en los productos transgénicos para generalizar a toda la biotecnología. Otros aspectos sobre el tema son poco conocidos, siendo algunos de gran importancia como los marcos regulatorios, mientras que otro sector bajo, pero de mucha importancia por su influencia en el proceso de enseñanza no conoce ningún aspecto de la Biotecnología, debido posiblemente a que su área de especialización no se relaciona directamente con el tema y por tal motivo no fue incorporado ni en el plan educativo del nivel que atienden, ni en el plan que cursaron durante su preparación según el grado académico para el que se prepararon.

Comparando estos resultados con los de otros países, es de hacer notar que REDBIO y FAO (2006), la Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública sobre Biotecnología, llevado a cabo en Republica Dominicana, revela que la mayoría de los dominicanos no han escuchado hablar ni han leído sobre biotecnología ni de alimentos genéticamente modificados, entretanto, sólo un 18 por ciento de los productores agrícolas tiene conocimientos de lo que es la agrobiotecnología.

El 55% de los docentes de educación básica expresa conocer sobre biotecnología agrícola; el 25% conoce sobre quimioterapia, el 11% sobre termoterapia, el 16% sobre aislamiento y cultivo de meristemos, el 7% sobre Organogénesis directa e indirecta, el 9% sobre Embriogénesis somática, el 5% sobre cultivo de anteras, el 11% sobre criopreservación, el 28% sobre cultivo de tejidos, el 29% sobre transformación genética y biología molecular; El 7% expresa que también conoce otras biotécnicas, el 6% no conoce las mencionadas, pero si otras y el 36% no conoce las mencionadas, ni otras (ver figura 2)

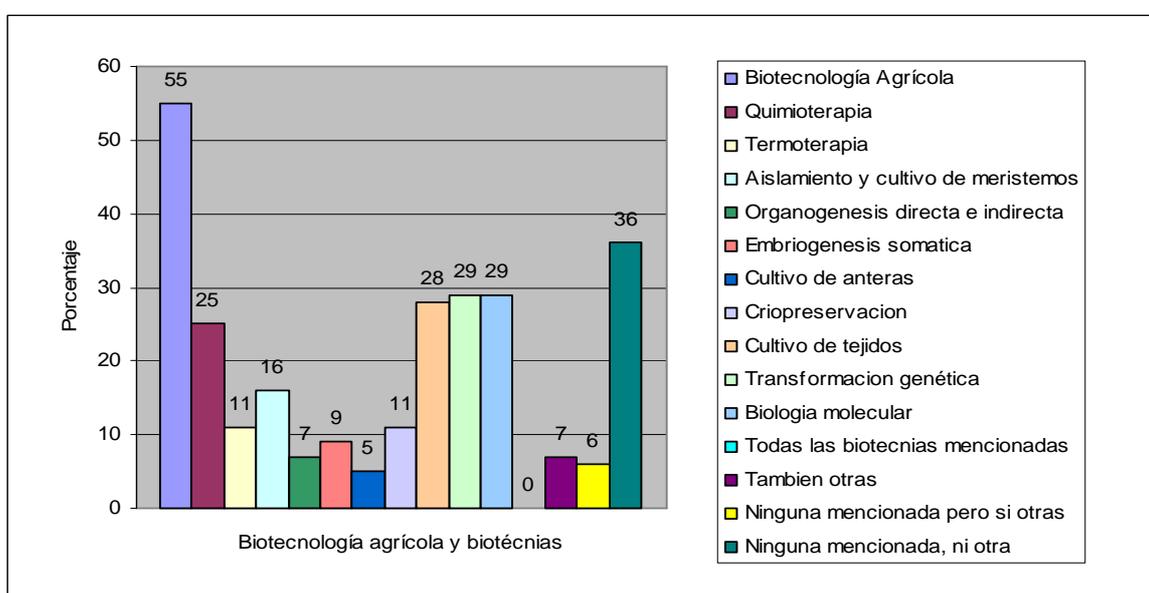


Figura 2. Conocimiento sobre la biotecnología agrícola y diferentes biotécnicas, por docentes de instituciones de educación básica del municipio de San Salvador. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

Más de la mitad de los docentes de educación básica, conoce sobre la Biotecnología Agrícola y dentro de estas, las biotécnicas más conocidas son el cultivo de tejidos, posiblemente por que es uno de los métodos más aplicados en el país; la Transformación Genética, técnica a través de la cual se desarrollan los productos transgénicos, y la Quimioterapia que en este caso no tiene nada que ver con el tratamiento contra el cáncer en humano. Cabe mencionar, que un porcentaje relevante desconoce de todas las biotécnicas, posiblemente por la falta de interés personal en el tema o porque no se relaciona este con la materia que imparten.

El 79% de los docentes de educación básica, expresa tener conocimientos acerca del mejoramiento de especies vegetales a través de la biotecnología agrícola moderna.

La Biotecnología Agrícola Moderna, a diferencia de la Biotecnología Agrícola Tradicional, incluye las técnicas de transformación genética, es decir, los productos transgénicos acerca de los cuales se informa la población, por lo que la mayoría conoce que diferentes especies, muchas de ellas alimenticias se han mejorado genéticamente.

De los docentes de educación básica, el 30% expresa no estar informado sobre las técnicas utilizadas en la transformación genética, el 66% expresa estar poco informado y únicamente el 4% expresa estar informado lo suficiente.

La gran mayoría de los docentes, no conoce o conoce muy poco acerca de las técnicas que se utilizan para transformar genéticamente a un organismo, debido quizás a que durante estos procesos se utilizan términos científicos poco conocidos por la población, lo que les dificulta encontrarlos en los diferentes medios como internet. Se le da mayor importancia a los beneficios y riesgos que generan los productos resultantes que a los procesos empleados para desarrollarlos, existen docentes que debido a su área de especialidad y a la información que deben conocer para impartir la materia a la que se dedican, desconocen procesos fisiológicos de las plantas, botánicos y microbiológicos, lo que dificulta la comprensión de tales procesos, por lo que se dedican a estudiar otros temas más relacionados con sus áreas respectivas.

Del total de docentes encuestados, el 17% manifiesta no informarse, mientras que el resto se informa en un 48% a través de periódicos, el 36% a través de revistas y exposiciones, el 30% a través de internet, el 21% a través de libros y únicamente el 6% a través de boletines (ver figura A 5)

En forma general, gran parte de la población ha dejado de confiar en la información que se brinda a través de los diferentes medios de comunicación y parte del sector de docentes de educación básica no es la excepción, por tal motivo, muchos docentes utilizan algunos medios únicamente para divertirse o recrearse y no para informarse. Sin embargo, los periódicos y las revistas son los medios de mayor preferencia por la población debido a la diversidad de información, ámbito geográfico de estas, costo, disponibilidad a toda hora en el mercado y a la facilidad que ofrecen para llevarlos a sus lugares de trabajo. Otros medios utilizados, son el internet, por la gran cantidad de información disponible en este y por la disponibilidad en los centros de cómputo y su relativamente bajo costo por hora o fracción. Los libros son poco utilizados, posiblemente por ser de alto costo en librerías o por los costosos trámites que deben hacerse para sus préstamos en las bibliotecas o la ausencia de estos en dichos lugares. Así mismo, los boletines son poco utilizados para informarse, porque se emplean poco para sobre diferentes temas.

El 44% de los encuestados está de acuerdo con el uso de la biotecnología agrícola moderna para mejorar especies que no se pueden mejorar por métodos convencionales y un 56% no está de acuerdo.

Como lo muestra la Figura 1, el 51% de la población docente conoce los riesgos potenciales de la Biotecnología Agrícola, principalmente al cultivar y consumir productos transgénicos o derivados de estos, aspecto que posiblemente influye de forma negativa sobre la opinión de la población encuestada con respecto a mejorar especies que no se pueden mejorar por métodos convencionales. Sin embargo, es importante recalcar que con el fin de mejorar especies por técnicas biotecnológicas se pueden utilizar técnicas como la microinjertación y el cultivo de meristemas según sea el nivel de mejoramiento requerido. En Europa se produce un caso similar donde el Eurobarómetro (2006), revela que un 52 por ciento de los europeos cree que las biotecnologías mejoran su calidad de vida. No obstante, el apoyo a las biotecnologías varía ampliamente según el sector que se trate. Mientras que la biotecnología en usos médicos está apoyada por una mayoría, continua habiendo

escepticismo en cuanto a las aplicaciones en agricultura para uso alimentario, donde aún no se perciben como algo que favorezca al consumidor. Por otro lado, sí que hay un apoyo generalizado al uso agrícola para productos farmacéuticos, industriales y biocarburantes.

En el caso de la presente encuesta, sobre esta opinión, influyen los conocimientos que tiene la población acerca de los riesgos de los Organismos Genéticamente Modificados, los cuales son el principal resultado de la Biotecnología Agrícola Moderna. Según el MARN (s.f.), algunas de las preocupaciones incluyen sus efectos nocivos potenciales sobre la diversidad biológica y riesgos potenciales a la salud humana, dicha información generan temor sobre esta tecnología, de ahí que más de la mitad de los docentes no está de acuerdo con la biotecnología aunque se utilice únicamente sobre especies que no se pueden mejorar a través de métodos convencionales

4.1.3. Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El Salvador.

El 58% de los docentes encuestados de educación básica, expresan tener conocimiento sobre la comercialización de productos derivados de OGM en el mercado salvadoreño, mientras que el 42% expresan no conocer sobre ello.

El 58% de los docentes de educación básica, consideran haber consumido OGM, el 12% consideran que no y el 40% consideran que posiblemente. (Ver figura 3)

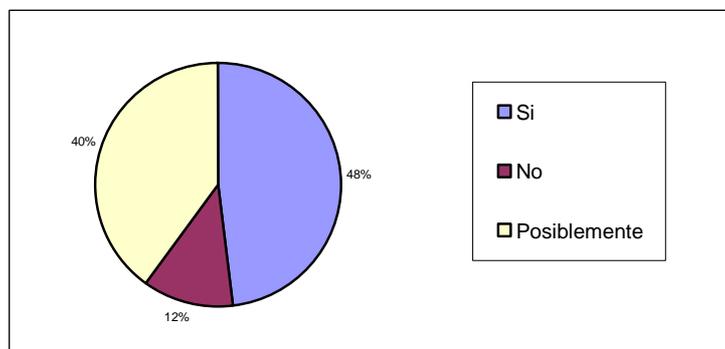


Figura 3. Consideración de haber consumido OGM, de docentes de instituciones de educación básica del municipio de San Salvador. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

De acuerdo a ALDS (2004), en el país ya se comercializan productos transgénicos y la mayor parte de la población encuestada considera haberlos consumido, ellos se basan en que consumen por ejemplo tomates cuya vida de anaquel es mayor comparada con la de otros tomates. Se han informado sobre productos elaborados industrialmente como algunos cereales en los que se utiliza ingredientes probablemente transgénicos, etc. Por otra parte, un porcentaje considera que posiblemente los ha consumido, porque en realidad desconoce la existencia de estos productos en el mercado salvadoreño como lo afirma ALDS o bien desconocen características de los transgénicos, marcas de alimentos en las que se utilizan las especies que han sido mejoradas genéticamente. Etc. Un pequeño porcentaje afirma no haber consumido transgénicos, basándose en que han eliminado de su dieta alimenticia frutas y hortalizas de gran tamaño y evitan consumir productos procesados elaborados a base de soya. Todo lo anterior indica que la población al ver que los alimentos carecen de una etiqueta que exprese claramente la naturaleza transgénica de los productos, se basa en ciertas características para catalogarlos como transgénico o tradicional, considerando siempre a los de gran tamaño como transgénicos. Esta forma de clasificarlos, puede crear confusión ya que algunos de los docentes dijeron haber dejado de consumir guayabas taiwanesas haciendo énfasis en que por su tamaño superior al de las guayabas nativas de El Salvador, podrían ser transgénicas. (Ver figura 4)

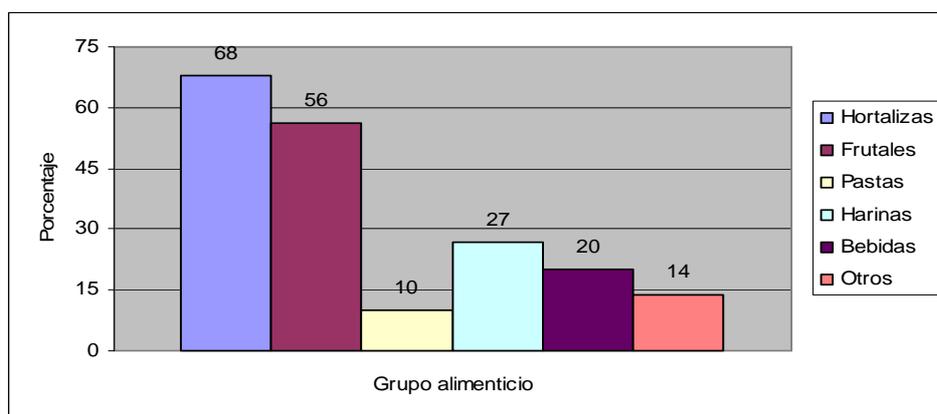


Figura 4. Clasificación de los OGM que consideran haber consumido los docentes de instituciones de educación básica del municipio de San Salvador. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

De los docentes de educación básica, el 68% considera que el OGM consumido se clasifica dentro de las hortalizas, el 56% considera haber consumido frutales, el 27% harinas, el 20% bebidas, y únicamente el 10% pastas; sin embargo, hay un 14% que considera que es otro producto. (Ver figura 4)

Los grupos en los que se clasifican los alimentos consumidos son con mayor frecuencia, las hortalizas y frutas ya que en los últimos años han observado la comercialización de hortalizas y frutas de mayor tamaño, de mejor sabor y mayor vida anaquel, mientras que dentro del grupo de harinas, bebidas y pastas la clasificación fue menor debido a que muchos desconocen los ingredientes de los alimentos que consumen, por ejemplo, algunos contienen soya, especie que ha sido modificada genéticamente y producida a nivel comercial, con lo que es altísima la probabilidad de estar consumiendo soja transgénica sin saberlo (Formarse, 2000)

El 94% de los docentes de educación básica, consideran que el consumo de OGM no les ha causado ningún síntoma de enfermedad, sin embargo el 6% consideran que si.

La mayoría de los docentes consideran que padecimientos que han presentado en los últimos meses se deben al fenómeno del estrés, la contaminación o simplemente desconocen las causas, sin embargo, un bajo porcentajes considera que la causa de sus padecimientos es el consumo de productos transgénicos ya que los síntomas concuerdan con los descritos en literatura consultada por ellos.

De acuerdo con Madero (s.f.), los primeros ensayos de manipulación genética se hicieron a comienzos de los años '80 y a mediados de los '90 ya había alimentos transgénicos en el mercado disponibles para los consumidores. Sin embargo, Marín Palma, entrevistado por Salomone (2005), manifiesta que hasta ahora no ha habido algún caso documentado de influencia perjudicial de los transgénicos aprobados sobre la salud. Según Fernando González, genetista de la Universidad de Valencia, citado por Moreno Barrio (2001), se puede asegurar que los alimentos

comercializados se han comprobado de forma fehaciente para la salud del consumidor y no se ha hallado ningún factor que evidencie la posibilidad de daño, pero esto no significa que en algún determinado segmento de la población, aparezca”.

El 58% de los docentes encuestados de educación básica, manifiestan conocer los posibles riesgos del consumo de productos transgénicos, sin embargo los beneficios solo los conoce un 29%

Debido a la magnitud de los daños que pueden causar los transgénicos a la salud primordialmente, los riesgos que se corren al consumirlos, se transmiten en forma de comentarios, por ejemplo, algunos de los encuestados dijeron haberse informado sobre los riesgos de los transgénicos por que alguien les comentó o porque mientras se compraba algún producto se hizo referencia al tamaño de este.

De los docentes de educación básica, el 70% prefiere los alimentos convencionales y al 30% le es indiferente que sean convencionales o transgénicos.

Debido siempre al temor que la población tiene a los riesgos que se corren al consumir OGM, la mayoría prefiere los productos convencionales, mientras que un menor porcentaje se arriesgaría y preferiría estos o ambos, ya sea por el desconocimiento a los posibles riesgos o porque han estudiado el tema con mayor profundidad. Se considera que quienes consumen transgénicos son privados ilegítimamente de su derecho a elegir si quieren o no correr el riesgo de contraer alergias o resistencia a antibióticos, riesgos que son los más discutidos por la comunidad de científicos sin que hasta el momento exista un fuerte consenso en una u otra dirección (Formarse, 2000). Debido a dichos riesgos, en el Parlamento Europeo, se ha determinado con fecha 2 de julio de 2003, que será obligatorio el etiquetado de todos los alimentos transgénicos, para que los consumidores elijan si desean comerlos o no. Dicha prohibición abarca todos los productos genéticamente modificados, ya sean materias primas, sus derivados o los alimentos elaborados a

partir de tales ingredientes (Madero, s.f.). Según Moreno Barrio (2001), la normativa contempla un minucioso seguimiento del etiquetado de los productos que contengan OMG.

El 40% de los docentes de educación básica, consideran tener la capacidad de diferenciar un producto convencional de un transgénico, sin embargo es solo un 31% el que esta de acuerdo con la implementación de estos cultivos en el país.

De acuerdo a la opinión de los docentes encuestados, menos de la mitad considera tener la capacidad de diferenciar un producto transgénico de uno convencional, basándose para ello en características organolépticas como el tamaño (más grandes), color (más intenso), textura (más suaves) o sabor (más dulces), así como en la capacidad de los frutos cosechados para madurar más lento que los convencionales tal como lo sustenta la Universidad de Colorado (2004), que afirma la existencia del tomate FlavSavr, el cual madura tardíamente después de cosechado. Otros consideran que el mejoramiento no se basa únicamente en modificar las características físicas o fáciles de percibir por los seres humanos, por lo que no sabrían como diferenciarlos, lo que es justificado por Izquierdo Rojo (1993), quien plantea que se pueden crear plantas resistentes a pestes, patógenos y herbicidas, o incorporar a especies características de las que carecen como la tolerancia a la salinidad o a la aridez del terreno, entre otras, las cuales no le aportan al producto final un aspecto propio de un transgénico u otro producto biotecnológico.

Ante tal situación de conocer poco sobre las características de los transgénicos, a la falta de etiquetas o una incorrecta identificación y al conocimiento de los posibles riesgos de los transgénicos, son muchos los docentes que prefieren no se implementen estos cultivos en el país.

El 64% de los docentes de educación básica considera que el sector que resultaría beneficiado es el económico, El 35% considera que la agricultura, el 12% el medio ambiente, el 10% considera que la salud humana y animal, mientras que únicamente

el 9% considera que el sector social, sin embargo hay un 10% que considera que todos resultaran beneficiados y un 14% que considera que ninguno. (Ver figura 5)

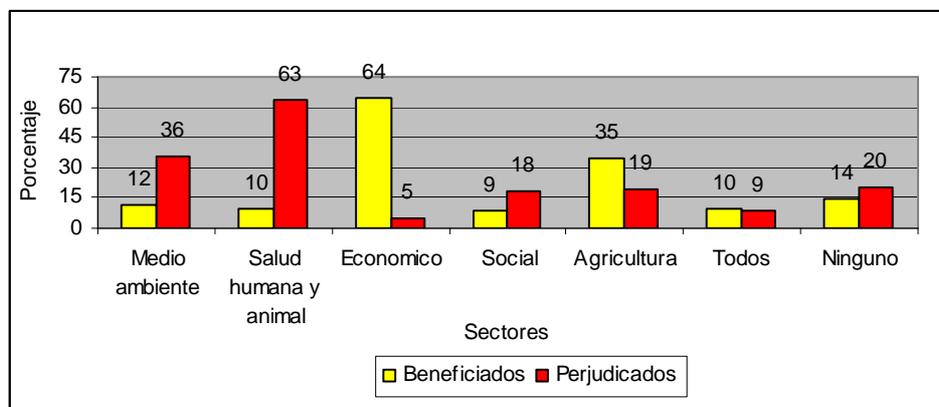


Figura 5. Sectores que resultaran beneficiados o perjudicados, con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, Según los docentes de Educación Básica del municipio de San Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

La mayor parte de los docentes encuestados considera que el sector económico se beneficiará con la implementación de esta tecnología ya que muchos comparten la idea de que las empresas que promueven esta tecnología lo único que buscan es aumentar sus ganancias y destruir la economía campesina, a través de la creación de dependencia económica de los agricultores frente a las empresas productoras de semillas transgénicas como lo menciona la Fundación Heinrich Boll y el CDC (s.f.). De acuerdo a FAO (2003), la biotecnología, especialmente los cultivos transgénicos como toda innovación tecnológica en la agricultura, tendrán efectos económicos, tanto para los agricultores, los consumidores y el conjunto de la sociedad, por ejemplo, los cultivos transgénicos han aportado grandes beneficios económicos a los agricultores en algunas zonas del mundo durante los últimos siete años, tal es el caso del algodón Bt en Argentina, China, India, México y Sudáfrica, así como en los Estados Unidos.

Los efectos ambientales del algodón Bt han sido positivos. Prácticamente en todos los casos, el uso de insecticidas en el algodón Bt ha sido notablemente menor que en las variedades convencionales. Además, en lo relativo a la soja TH, el glifosato ha sustituido a herbicidas más tóxicos y persistentes y, en muchos casos, se ha

reducido el laboreo en el cultivo de la soja TH y del algodón. Hasta la fecha no se han documentado consecuencias ambientales negativas en ningún entorno en el que se han generalizado cultivos transgénicos, si bien hace falta un seguimiento continuo.

Los docentes educación básica, consideran que el sector que resultará más afectado será la salud humana y animal, puesto que un 63% lo consideran así, el segundo es el medio ambiente con un 36%, posteriormente la agricultura con un 19%, el social con 18%, y el menos afectado será el económico con únicamente el 5%; sin embargo hay un 9% que considera que todos los sectores resultarán afectados y un 20% que considera que ningún sector resultará afectado (ver figura 5)

Los docentes consideran que la salud humana y animal podría resultar perjudicada basándose en los posibles riesgos que corren al consumir alimentos mejorados por ingeniería genética y productos de origen animal cuando los animales que los producen fueron alimentados con productos transgénicos. El medio ambiente es otro de sectores que podría resultar afectado debido a que en algún momento los insectos pueden aumentar su resistencia o superar su capacidad para atacar los cultivos y con ello se incrementaría las concentraciones y cantidades de agroquímicos. Otro porcentaje considera que todos los sectores resultarían perjudicados al generarse un efecto en cadena, mientras que otros consideran que ningún sector resultaría afectado. Sin embargo, lañez Pareja y Librero (1997), considera que es importante evitar los criterios del todo o nada, que no llevan sino a posturas irreconciliables.

El 61% de los docentes de educación básica, considera que con la implementación de la biotecnología agrícola se alcanzaría mejorar las producciones, el 35% considera que se reduciría el ataque de plagas y enfermedades, un 24% cree que se garantizaría la seguridad alimentaría, sin embargo hay un 17% que considera que no habrían logros con la implementación de la biotecnología agrícola moderna en el país. (Ver figura 6)

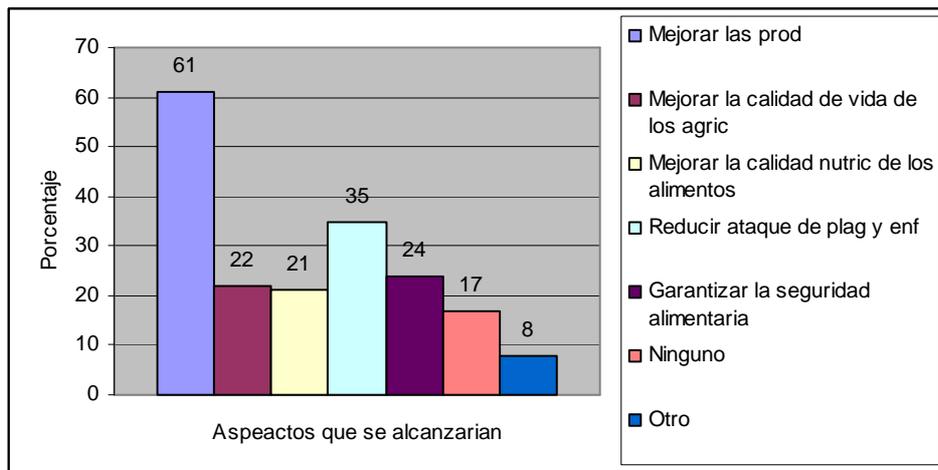


Figura 6. Aspectos que se alcanzarían con la implementación de la biotecnología agrícola moderna en El Salvador, según los docentes de educación básica del municipio de San Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

La Biotecnología Agrícola Moderna a través de sus diferentes técnicas de mejoramiento genético, conservación y regeneración de plantas; permite mejorar las producciones al utilizarse especies que produzcan más en menor área o utilizar especies en lugares que por la salinidad o temperatura no se podían cultivar antes de ser mejoradas; permite reducir el uso de productos químicos mediante el uso de insectos o microorganismos biocontroladores, reduciendo el ataque de plagas a los cultivos de interés agrícola y tiene otros beneficios, pero no necesariamente el de garantizar la seguridad alimentaría del país, ya que según ALDS (2004), el problema del hambre se debe al mal reparto de los recursos y no a bajas producciones, aspectos a los que se les debe buscar solución ya que según IPE e IICA (2001), las Naciones Unidas, proyectan para el año 2050 una población mundial total de 8372 millones de habitantes, correspondiendo 7159 millones a países en desarrollo y 1212 millones a países desarrollados. A partir de tales datos, Diouf (2000), estima que se mantendrá la necesidad de aumentar considerablemente cada año la producción mundial de alimentos por lo que la utilización apropiada de la biotecnología adquirirá cada vez más importancia con el fin de aumentar la estabilidad de los rendimientos, la calidad de los productos y la inocuidad de los alimentos sin una utilización excesiva de productos agroquímicos. De acuerdo a FAO

(s.f.), aunque la tasa de incremento demográfico disminuye continuamente, el aumento en cifras absolutas del número de personas que hay que alimentar podría ser tan grande como para que en breve se colmara la capacidad de carga de las tierras agrícolas, de seguirse aplicando la tecnología actual, por lo que Diouf (2000), considera que la puesta en cultivo de nuevas tierras, la utilización de sistemas de explotación "limpios" y la incorporación de nuevos elementos a la dieta permitirán no sólo dar de comer a toda la humanidad, sino hacerlo de manera adecuada.

Según Ramón, citado por Checa (2000) los alimentos transgénicos son al menos tan seguros como lo pueden ser los alimentos convencionales ya que la cadena de comprobaciones científicas que tiene que pasar un alimento de estas características es larga y muy cuidadosa para comprobar que no son nocivos, por ejemplo, Moreno Barrio (2001), explica que la variedad transgénica de soja 'Roundup Ready' (alterada para que resistiera a determinados herbicidas) ha sido objeto de 1.800 estudios en los que no se ha hallado nada que sugiera un peligro para el ser humano.

De acuerdo al gráfico 6, el 61% de los docentes encuestados consideran que con la aplicación de la Biotecnología Agrícola, se pueden mejorar las producciones, lo que afirma Iván Marín Argüello, del Centro de Biología Molecular de la Universidad Centroamericana (UCA) de Nicaragua, citado por Alvarez (1999), quien afirma que la biotecnología puede destinarse al mejoramiento de la calidad de productos, aumentar la productividad de la cosecha y el control de plagas, reduciendo así el uso de productos químicos durante el desarrollo de cultivos, garantizando la fitoprotección, por ejemplo, la biotecnología se aplica en el diagnóstico de enfermedades infecciosas y hasta puede predecir el desarrollo de ciertas enfermedades en base a un estudio de los genes específicos y explica que se puede evitar la siembra de semillas enfermas mediante el mejoramiento, el cual permite obtener semillas que no se enfermarán en el transcurso del crecimiento de la planta.

Por otra parte, Consumers International y Irigoyen (2000), afirma que los niveles de control y las normas de protección difieren mucho de un país a otro, por ejemplo, en

Europa existen normas relativamente rigurosas, mientras que en la mayoría de los países del mundo no existe regulación alguna y aun en Estados Unidos, las pruebas previas a la comercialización no son obligatorias.

El 69% de los docentes de educación básica, proponen en lugar de la biotecnología agrícola moderna, el uso de variedades mejoradas por métodos convencionales, El 38% propone el Manejo integrado de plagas y únicamente el 1% propone mayor uso de químicos.(ver figura 7)

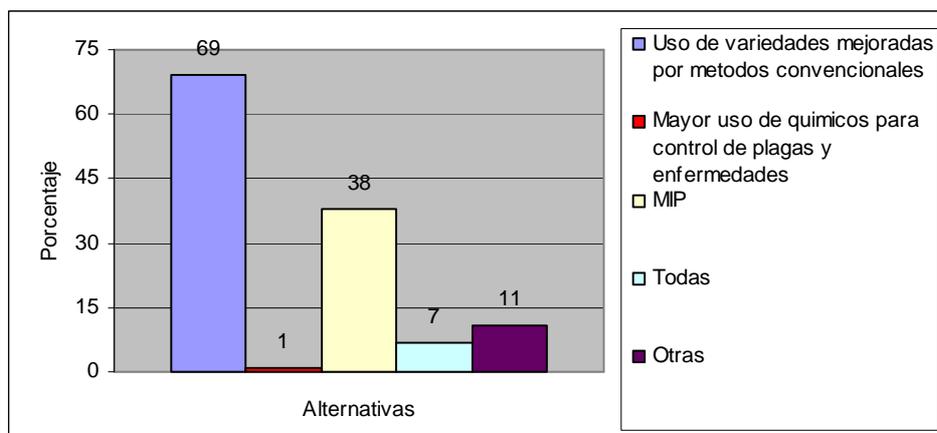


Figura 7. Alternativas que proponen los docentes de educación básica del municipio de San Salvador, En lugar de la biotecnología agrícola, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

La Biotecnología Agrícola, permite obtener plantas mejoradas en menor tiempo que aquellas técnicas tradicionales de mejoramiento, sin embargo, la población considera que estas técnicas son más seguras que las tecnologías modernas, ya que sobre estas últimas aún se tiene poca información basada en datos reales de investigación, mientras tanto, otra parte de la población propone el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, el cual emplea técnicas mecánicas, químicas controladas y orgánicas a fin de reducir la contaminación química de los alimentos por efectos residuales de pesticidas y prevenir según Miguel (2005), enfermedades como dermatitis, enfermedades de las vías respiratorias y patologías como abortos espontáneos, embarazos con complicaciones y nacimientos de niños con malformaciones causadas por fumigaciones químicas. De acuerdo a FAO (s.f.), las nuevas

tecnologías deben ser un complemento de las técnicas tradicionales de mejoramiento.

4.1.4. Legislación nacional

De los docentes de educación básica, únicamente el 4% tienen conocimiento sobre la existencia del Protocolo de Cartagena

De los docentes de educación básica, el 3% conocen que el Protocolo de Cartagena ya fue ratificado por El Salvador y que ya está vigente, y únicamente el 1% conocen sobre que trata y el principio de precaución que incluye el protocolo.

Las instituciones encargadas de la Biotecnología y la Bioseguridad han hecho muy poco por difundir información acerca de las normativas sobre estos temas. Los resultados revelaron que a penas un 4% conoce la existencia del Protocolo de Cartagena. No obstante que es una normativa mundial, pocos conocen que ya fue firmado y ratificado por El Salvador y que ya está en vigencia como lo expresa ALDS (2004),

El 63% de los docentes de educación básica, está de acuerdo con el artículo 30 de la ley de semillas, mientras que un 37% no está de acuerdo

El Artículo 30 de la Ley de Semillas, establece que “se prohíbe la importación, investigación, producción y comercialización de semillas transgénicas”. La mayor parte de la población está de acuerdo con este artículo ya que al prohibir estos aspectos se garantiza de alguna manera correr al mínimo o no correr los posibles riesgos de los transgénicos a la salud humana. Sin embargo, un pequeño porcentaje no lo está porque dicho artículo prohíbe también la investigación, actividad que puede realizarse sin poner en riesgo a la población y otros sectores aplicando correctamente las normas de bioseguridad ya establecidas y que los procesos sean ejecutados por personal capacitado para tal fin.

El 89% de los docentes de educación básica, consideran necesario que en el país existan organismos encargados de la bioseguridad. (Ver figura 8)

El 46% de los docentes conoce que el MARN es el encargado de regular y promover los mecanismos de control de OGM en el país, auxiliado por el MSPAS y el MAG. (Ver figura 8)

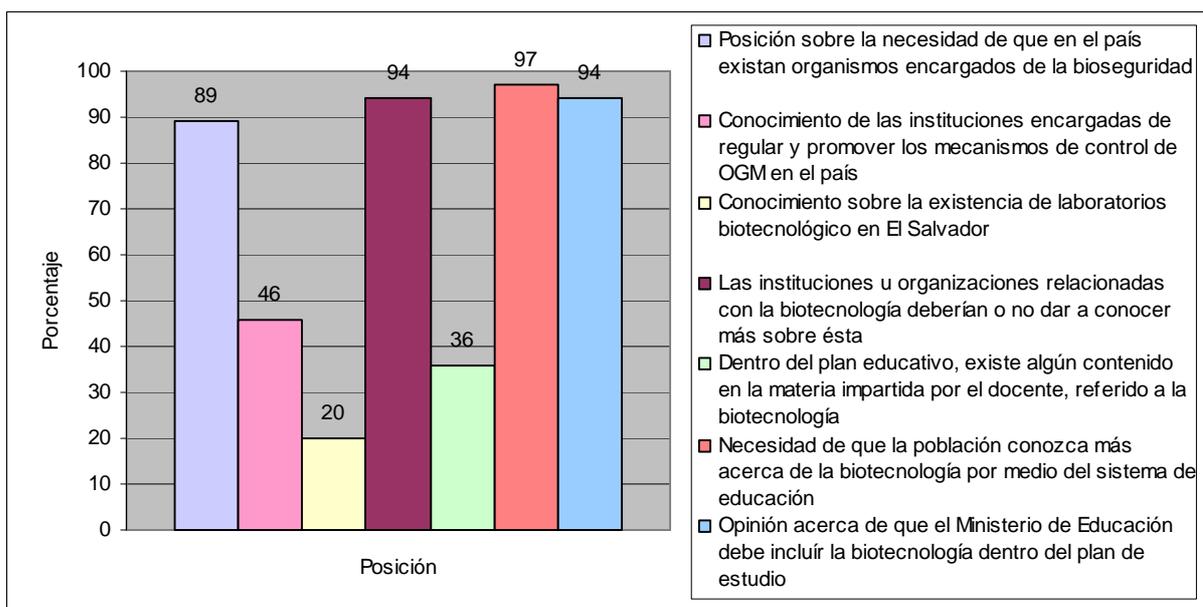


Figura 8. Posición y conocimiento de los docentes de educación básica del municipio de San Salvador sobre, la bioseguridad, los laboratorios y algunos aspectos educativos, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

De los docentes de educación básica, únicamente el 20% conoce de la existencia de laboratorios de biotecnología en el país. (Ver figura 8)

El 94% considera que las instituciones relacionadas con la biotecnología, deberían dar a conocer más sobre esta. (Ver figura 8)

4.1.5. Aspectos educativos

De los docentes de educación básica, únicamente el 36% manifiesta que existe al menos un contenido dentro de la materia que imparte, referido a la biotecnología; el 97% opinan que la población debería conocer más sobre este tema a través del

sistema educativo; El 94% consideran que el MINED debe incluir la biotecnología dentro del plan de estudio de tercer ciclo. (Ver figura 8)

Según FAO (s.f.), la bioseguridad se refiere a las medidas destinadas a evitar los riesgos para la salud y la seguridad humana y para la conservación del medio ambiente derivados del uso de organismos infecciosos o genéticamente modificados, en investigación y en las prácticas comerciales, ante tal situación, la mayoría de los docentes consideran que es necesario que existan organismos que velen por esta dentro del país, ya que por el momento, las instituciones encargadas de regular y promover los mecanismos de control de OGM en el país, son conocidas por pocas personas, así como la existencia de laboratorios biotecnológicos en el país ya que estos no divulgan abiertamente los resultados de las investigaciones que realizan, sino que se mantiene centralizada directamente entre los sectores que hacen uso de los servicios de los laboratorios, por causas posiblemente de carácter presupuestario para la difusión de información.

Cabe mencionar que en otros países como República Dominicana se han realizado jornadas de percepción pública sobre Educación, Ciencia y Biotecnología a través de talleres dirigidos a profesores, técnicos y supervisores de los sectores público y privado de la educación nacional, así como a periodistas de diferentes medios de comunicación, en este caso, referidos a Biotecnología, Comunicación y Ética y de esta manera se estaría garantizando mayor difusión acerca de la Biotecnología. A estos esfuerzos, se añade el patrocinio de maestrías sobre Biotecnología con recursos del gobierno del país mencionado (REDBIO y FAO, 2006).

La educación juega un papel importante en el desarrollo de la Biotecnología Agrícola y en la Bioseguridad ya que por medio de esta se pueden evitar casos como los ocurridos en España donde se permitió el cultivo del maíz Bt176, que había sido retirado en EEUU desde 2001 y prohibidas en la UE a partir de enero 2005 por los riesgos que suponía para la salud humana (Rel-UITA, 2006)

Ante la necesidad de informarse y la importancia de estos temas en el ámbito nacional e internacional, los docentes consideran que el tema debe incluirse en los

planes de estudio de tercer ciclo ya que muy pocos docentes afirmaron que el tema está incorporado en los planes de estudio actuales, siendo estos de las materias de Ciencias Naturales, materia íntimamente relacionada con la Biotecnología y recomiendan que el Sistema de Educación es un medio adecuado para informar a jóvenes de todas edades, de diferente género y clases sociales y porque a partir de estas edades los jóvenes se pueden preparar mejor sobre el tema, evitando así que la información se transmita en forma de comentarios.

El 61% de los docentes de educación básica consideran que es necesario incluir el tema de la biotecnología dentro del plan de estudio, para conocimientos generales; el 58% para tomar decisiones; el 31% para estudios siguientes y solo el 30% para desarrollar la biotecnología en el país. (Ver figura 9)

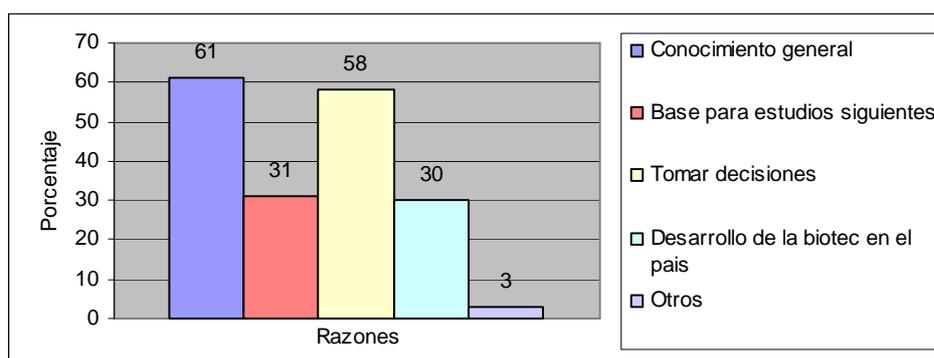


Figura 9. Razones por las que los docentes de educación básica del municipio de san Salvador, consideran necesario incluir el tema dentro del plan de estudio de este nivel, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

De acuerdo a Enrique Marín Palma, abogado especializado en OMG, entrevistado por Salomone (2005), los resultados muestran que son pocas personas las que están de acuerdo con el desarrollo de la biotecnología en el país (30%), esto debido posiblemente al tipo de información a la que han tenido acceso, ya que por lo general, se presenta información exagerada y amarillista, por ejemplo, “cuando salió que se morían las mariposas monarca por efecto de los transgénicos, todo el mundo, incluso revistas científicas especializadas, lo publicó. En cambio cuando se demostró que no era por los transgénicos, eso apenas tuvo repercusión. Según la opinión del

autor citado, la culpa, la tienen lo periodistas. Era más noticia decir que se morían por culpa de los transgénicos, que informar que no se morían”. Dicha información tiende a generar temor en la población y por ende, el rechazo de los avances biotecnológicos.

La sociedad debe participar en la toma de decisiones a este respecto, pero para ello requiere contar con suficiente información, bien documentada, que permita un análisis racional entre riesgos y beneficios, de hecho implícitos en el desarrollo de cualquier tecnología; sólo de esta manera se puede ser eficaces en la selección de opciones claras y seguras en el contexto alimentario, ambiental y socio-económico.

Según la Academia Mexicana de Información (2007), en Europa se ha desarrollado la iniciativa de proporcionar materiales didácticos a profesores de estudiantes (de entre 16 y 19 años) que incluyen protocolos experimentales sencillos, actividades prácticas, información y debates. De acuerdo con el proyecto European Initiative for Biotechnology Education (EIBE, s.f), este ha llegado a ser un trabajo multidisciplinario realizado por expertos europeos en biotecnología en 20 centros de estudio en diecisiete países de Europa, con lo que se facilita la educación acerca de la Biotecnología a nivel de estudiantes de las edades mencionadas.

4.2. DOCENTES DE EDUCACION MEDIA (BACHILLERATO) DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR

4.2.1. Aspectos generales

Del 100% de los docentes encuestados, el 41% pertenece a instituciones privadas religiosas, el 30% a instituciones públicas y el 29% a instituciones privadas laicas

El 41% de los docentes de educación media posee edad entre 31-40 años, el 22% entre 41-50, el 21% entre 21-30, mientras que el porcentaje restante posee más de 50 años. (Ver figura A 6)

De los docentes encuestados de educación media, el 53% son del género masculino y únicamente el 47% del género femenino.

El 48% de los docentes de educación media tienen el grado de profesor, el 44% son licenciados, el 3% son técnicos, otro 3% ingenieros y únicamente el 2% tienen el grado de doctor.

El 26% de los docentes de educación media, tienen especialidad en el área de Ciencias Naturales; el 17% en matemática, el 15% en sociales, el 13% en literatura y únicamente el 7% en inglés; sin embargo hay un 22% que su especialidad es otra.

De los docentes de educación media, el 44% tiene mas de 12 años de ejercer la profesión, el 19% tiene entre 10-12 años, el 15% entre 7-9 años, mientras que el 22% restante tiene menos de 6 años (ver figura A 7)

De los docentes de educación media, el 30% imparte la materia de naturales, el 24% sociales, el 18% lenguaje y literatura, el 17% matemáticas, el 7% inglés y únicamente el 3% imparte informática; sin embargo hay un 30% que imparte otra materia (ver figura A 8), para este caso la pregunta fue de selección múltiple, ya que algunos docentes imparten mas de una materia.

Del 30% de docentes que manifestaron impartir otra materia, la mayor parte de estos imparte la materia de religión, el resto imparte psicología, estadística y seminario

4.2.2. Conocimientos Generales sobre Biotecnología.

Del 100% de los docentes encuestados, el 76% ha escuchado sobre la biotecnología, mientras que el 24% no ha escuchado al respecto. A nivel de los docentes de bachillerato, los aspectos que más se conocen son la definición ya que el 57% de los docentes dijo poder definirla, los riesgos, conocidos por un 50% de docentes y los beneficios conocidos por el 43%. Mientras que los aspectos menos conocidos son los marcos regulatorios, ya que solo un 3% de los docentes dijo

conocerlos y las condiciones legales que imponen las transnacionales, conocidas únicamente por un 6% de la población. Solamente el 3% conoce todos los aspectos comparado con un 29% que no conoce ningún aspecto de los mencionados. (Ver figura 10)

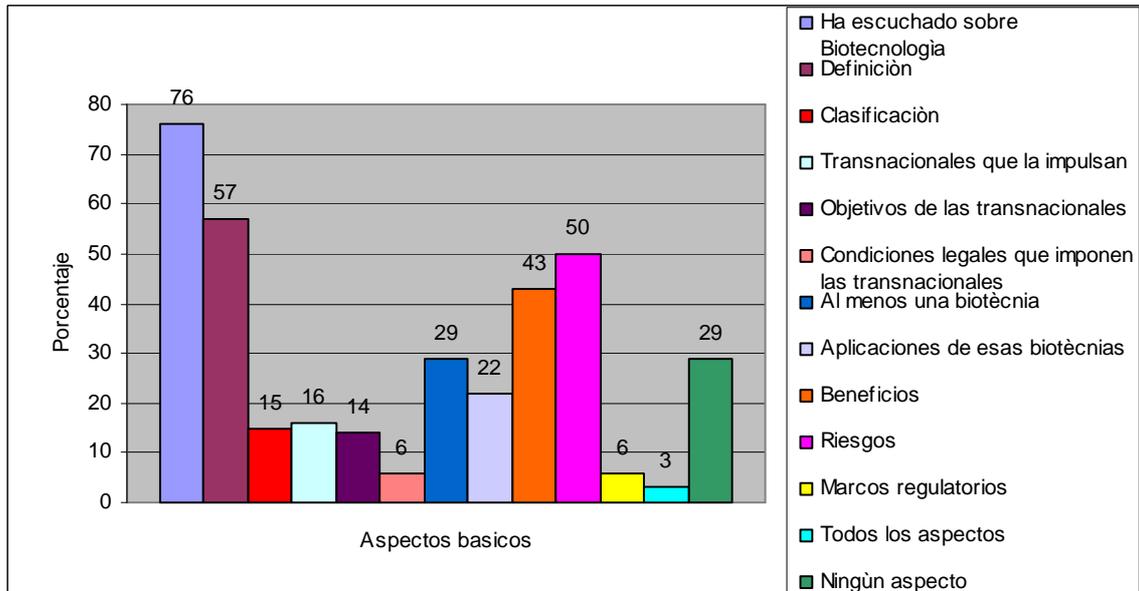


Figura 10. Conocimiento general sobre biotecnología y algunos aspectos básicos por parte de los docentes de educación media del municipio de San Salvador, Tesis de ingeniería agrónómica, UES. 2007.

La palabra Biotecnología se deriva de dos raíces griegas, “bio” que significa vida y “logía” que significa estudio, es así como muchos docentes deduciendo el significado de los vocablos confirmaron conocer la Biotecnología, sin embargo, el número de personas que conocen la definición se redujo debido a que esta va más allá del simple significado de los vocablos tal como lo expresa FAO (1995), quien la define como “toda técnica en la que se emplean organismos vivos (o partes de estos) para fabricar o modificar productos, mejorar plantas o animales, o crear microorganismos para usos específicos”

Otros aspectos que son de mayor conocimiento por los docentes son los riesgos y beneficios que representa la implementación de la Biotecnología en el país, los cuales son mencionados muchas veces dentro de la definición como en la descrita

por MARN (2004) que reza así: “por Biotecnología se entiende la utilización de organismos vivos o sus componentes (por ejemplo enzimas), para obtener productos útiles, procesos o servicios”, sin embargo, se deja fuera el nombre de empresas transnacionales como Monsanto, AstraZeneca, Novartis, Dupont y Aventis; los objetivos de estas empresas y las condiciones legales que imponen a quienes requieren sus servicios o productos y existe poca información sobre las biotécnicas o se utilizan términos demasiado técnico-científicos, de modo que pocas personas tienen acceso a este tipo de información, por lo que también muchos desconocen desde la definición hasta los marcos regulatorios referentes al tema.

En México, algunas de las condiciones que imponen las transnacionales (Monsanto) a los usuarios de sus productos, consisten en exigir que los agricultores de ese país firmen un contrato que les prohíbe reservar semillas y les exige desmotar el algodón sólo en las plantas autorizadas por Monsanto y seguir una estrategia específica de gestión de la resistencia y que permitan a los agentes de Monsanto inspeccionar sus campos para ver si cumplen las restricciones relativas a refugios y reserva de semillas (Traxler *et al.*, 2003, citado por FAO, 2005) . Posiblemente con el fin de cumplir uno de sus objetivos que es el de aportar el conocimiento y las ventajas de todos los tipos de agricultura a los agricultores con pocos recursos en los países subdesarrollados para ayudar a mejorar la seguridad alimentaria y proteger el medio ambiente. (Verfaillie, 2000).

Los resultados antes expuestos, revelan que dentro de la población encuestada, también existen docentes conocedores de la definición de Biotecnología, clasificación, transnacionales que la impulsan, sus objetivos y condiciones legales que imponen a sus usuarios, biotécnicas y sus aplicaciones, beneficios, riesgos y los marcos regulatorios.

El 59% de los docentes sabe en qué consiste la Biotecnología Agrícola, el 41% no lo sabe, y las biotécnicas más conocidas son la Transformación Genética, ya que el 47% de los docentes dijo al menos haber escuchado sobre esta, el Cultivo de Tejidos conocida por un 38% y la Biología Molecular conocida por un 36% de los docentes.

Entre las biotécnicas menos conocidas se encuentran, el Cultivo de anteras, conocido únicamente por un 7%, Aislamiento y Cultivo de Meristemos, conocido por el 11% y la Organogénesis Directa e Indirecta conocida por un 11%. Únicamente un 2% las conoce todas y un 6% conoce otras. (Ver figura 11)

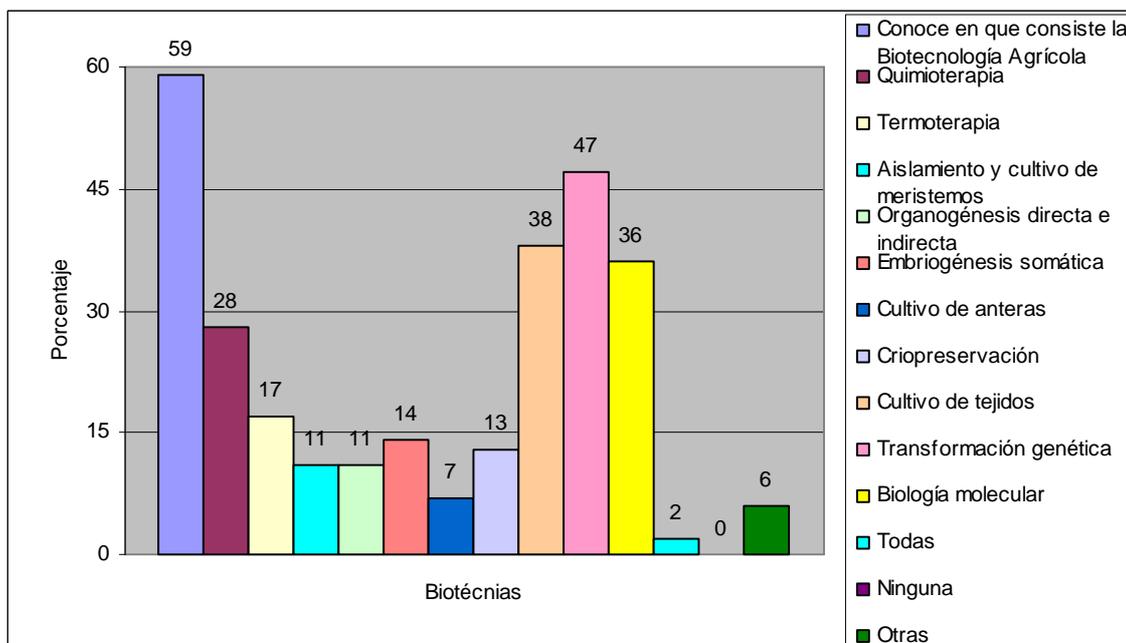


Figura 11. Conocimiento de los docentes de educación media del municipio de San salvador, sobre la biotecnología agrícola y las biotécnicas que aplica, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Como muestran los resultados descritos anteriormente, una de las biotécnicas que mas han escuchado los docentes es la Transformación Genética debido a que la población la relaciona con los transgénicos. El Cultivo de Tejidos Vegetales también es muy conocida al igual que la Biología Molecular ya que muchos docentes tienen conocimientos en biología o ciencias naturales ya sea por su especialización o bien por haber recibido estos temas durante su desarrollo académico, a tal grado que algunos de ellos conocen también otras biotécnicas no mencionadas en el cuestionario como el uso de microorganismos en la producción de vinos y pan.

Del 100% de los docentes encuestados, el 78% dijo tener conocimiento del mejoramiento que se realiza en diferentes especies a través de la Biotecnología Agrícola, el 22% lo desconoce, es decir, la mayoría de docentes han escuchado que algunas especies son de mayor tamaño por haber sido mejorados genéticamente.

Existen instituciones que informan a través de boletines o exposiciones acerca del mejoramiento genético que se realiza sobre especies vegetales, enfocándose en los transgénico, sus riesgos, mitos y realidades, una de estas instituciones es la Fundación Heinrich Boll y el Centro para la Defensa del Consumidor (CDC), quienes en el año 2004, publicaron boletines acerca de los temas antes mencionados. En Internet pueden encontrarse otras fuentes de información confiable e imparciales que proporcionan datos basados en estudios científicos o bien, análisis de la realidad y aplicación de la Biotecnología a nivel mundial, ejemplo de estos son la página Web de FAO, FIAGRO, REDBIO, MONSANTO y otros.

El 66% de los docentes considera que ha escuchado poco sobre las tecnologías o procesos que se utilizan para realizar la transformación genética en un organismo determinado, el 26% considera que no conoce nada y el 8% considera que conoce lo suficiente.

Existen muchos docentes que por el tipo de materia que imparten y su especialización, no se han informado sobre las técnicas de mejoramiento genético que se realizan, otros debido a estas mismas razones y a un interés propio en esta área consideran que se han informado poco o suficiente sobre dicho tema. Los medios de comunicación más empleados por los docentes son los periódicos, ya que el 42% dijo informarse a través de estos, el 39% se informa a través de revistas y el 34% a través de Internet. Un 13% dijo no informarse. (Ver figura 12).

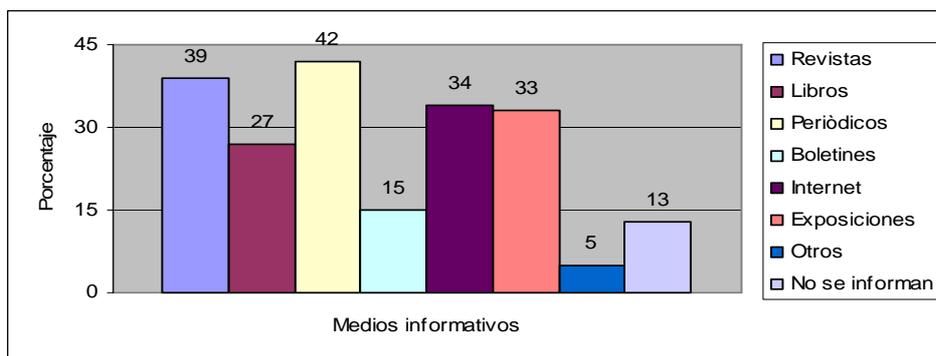


Figura 12. Medios de información más usados por los docentes de educación media del municipio de San Salvador, para informarse sobre biotecnología agrícola, Tesis de ingeniería agrónoma, UES. 2007.

La mayoría de docentes se informa a través de uno o más medios de comunicación, por lo que la suma de estos porcentajes no es el 100%. La mayoría de la población docente utiliza periódicos, revistas e Internet para informarse por la disponibilidad de estos, bajo costo y facilidad para llevarlos de un lugar a otro, lo que les permite informarse mientras se conducen a sus centros de trabajo o a cualquier otro lugar, mientras descansan o en un momento determinado. Sin embargo, aun existe un porcentaje que no se informa posiblemente por el poco tiempo disponible o desinterés de los temas que comúnmente se encuentran en estos medios.

Los hábitos de estudio son de gran importancia al hablar de educación, ya que para poder educar los docentes deben informarse constantemente acerca de temas de interés nacional e internacional, lo que les permitiría transmitir nuevos conocimientos a sus estudiantes. Un ejemplo de esfuerzos que se realizan en otros países para lograr lo expuesto, es el Portal Educativo del Estado de Argentina, destinado a orientar a docentes sobre las instituciones donde pueden encontrar información actualizada acerca del área que desempeñan, entre ellas, las ciencias naturales, matemáticas y otras.

Otro ejemplo es el de Venezuela, donde La Fundación IDEA y la RedBio Venezuela, han desarrollado una página Web educativa (www.idea.gob.ve/biotec/educacion.swf) con la intención de brindar un recurso más a los estudiantes y docentes para la información, actualización y desarrollo crítico de los temas relacionados con la biotecnología (Malacarne, s.f.).

El 50% de los docentes de educación básica están de acuerdo con que la Biotecnología se utilice sobre especies que no se pueden mejorar por métodos convencionales, sin embargo el otro 50% no lo está.

Gran parte de la población ha escuchado mencionar el nombre de diferentes técnicas empleadas en Biotecnología Agrícola, sin embargo, muchos únicamente han escuchado sobre la transformación genética relacionada con los transgénicos, pero desconocen en que consiste exactamente el proceso de transformación lo que hace

a muchos estar en contra de la implementación de la Biotecnología en el país, por el temor que existe hacia estos productos por los riesgos que conocen de estos.

4.2.3. Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El Salvador.

Del 100% de los docentes, el 66% tiene conocimiento de la comercialización de productos derivados de OGM en el mercado salvadoreño, mientras que un 34% lo desconoce.

Quienes afirman tener conocimiento acerca de la comercialización de estos, se basan en el tamaño de frutos o bien en los ingredientes utilizados para la elaboración de un producto determinado, por ejemplo, para determinar que un cereal es transgénico se basan la incorporación soja que se ha realizado para su elaboración, es así como Consumers International y Irigoyen (2000), explica que al no contar con métodos adecuados para detectar ingredientes transgénicos, habría que evitar por completo cualquier alimento elaborado con soja o maíz. Aunado a estos conocimientos, en El Salvador, ALDS (2004), publicó una lista de alimentos, comercializados en el país que son transgénicos o en los que se utiliza materia prima de origen transgénico para su producción.

Según ALDS (2004), en distintos supermercados y otros negocios de El Salvador, se encuentran disponibles al consumidor, marcas y productos identificados mediante pruebas de laboratorio de contener ingredientes transgénicos, muchos aun desconocen esta situación, debido en gran parte por la falta de conocimiento sobre el tema, las especies que se están mejorando, el lugar de origen de los productos y porque todavía existen salvadoreños que tienen poca curiosidad sobre lo que consumen, es decir, se conforman únicamente con conocer la fecha de vencimiento de los productos en caso de estar mencionada en la etiqueta de estos.

El 54% de los docentes considera que posiblemente ha consumido productos procesados derivados de OGM, el 37% considera haberlos consumido y un 9% dijo no haberlos consumido. (Ver figura A 9)

Debido a que los productos transgénicos o bien, aquellos que contienen algún ingrediente transgénico no están debidamente etiquetados, más de la mitad de la población no tiene la seguridad para afirmar o negar el haber consumido alimentos de esta naturaleza.

Cabe mencionar, que los que afirmaron o negaron haber consumido estos, es porque conocen algunas de las marcas que utilizan productos transgénicos en los alimentos que elaboran.

Del 100% de docentes encuestados, el 64% considera haber consumido hortalizas transgénicas, el 57% frutas, el 38% harinas transgénicas, el 25% considera haber consumido bebidas y el 23% pastas; sin embargo existe un 12% que considera haber consumido otros productos derivados de plantas transgénicas o de animales transgénicos. (Ver figura 13)

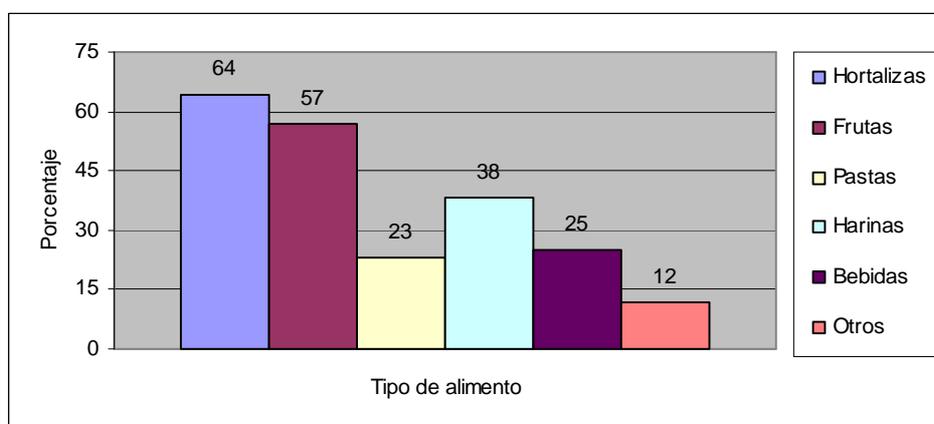


Figura 13. Clasificación de los productos transgénicos que consideran haber consumido los docentes de educación media del municipio de San Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Según ALDS (2004), entre los diferentes organismos transgénicos producidos en la actualidad y que están de venta en el mercado se encuentran papas, maíz, soya, tomates, algodón, zanahoria, lechuga, arroz y repollo, la población considera haber consumido principalmente, frutas transgénicas como papayas por el tamaño de estas.

Según las papayas 'UH SunUp' y 'UH Rainbow', fueron mejoradas genéticamente a través de técnicas de la biotecnología moderna para resistir el virus 'ringspot' y se caracterizan por ser rojas y anaranjadas cuando maduran, y proveen fibra, vitaminas A y C, y potasio (USDA, 2002), y de acuerdo con Red por una América Latina Libre de Transgénicos las papayas Rainbow tienen son de tamaño muy grande, fortaleciendo esta información a la opinión de los docentes.

Del 100% de los docentes encuestados, el 9% atribuye síntomas de enfermedad al consumo de productos transgénicos, el 98% los atribuye a otras causas.

Según la Fundación Heinrich Boll y el Centro para la Defensa del Consumidor (s.f.) los transgénicos pueden llegar a producir alergias, intoxicaciones, problemas neurológicos, cardíacos y daños inmunológicos. Algunos de los encuestados consideran que sí han tenido síntomas de enfermedad en su organismo directamente; otros consideran que han heredado a su descendencia susceptibilidad a enfermedades importantes y una gran parte considera que actualmente no pueden decir que la causa de padecimientos determinados haya sido el consumo de alimentos transgénicos, mas bien, mantienen que los efectos del consumo de estos se presentarán en un futuro cercano (10 ó 20 años).

Contrario a esto, el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) opina que los OMG que están actualmente disponibles son seguros para el consumo ya que, desde su introducción en 1995 no se han adscrito efectos adversos, así mismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que está comprobado que los alimentos genéticamente modificados que se comercializan actualmente son "seguros", pero recalca que eso no garantiza que los próximos que ingresen al mercado también lo serán.

Del 100% de los docentes, el 19% conoce los beneficios de los productos transgénicos a la salud humana y animal, mientras que el 81% los desconoce. Así mismo, el 54% de los docentes conoce los posibles riesgos y un 46% los desconoce.

Del 100% de docentes encuestados, el 69% preferiría los alimentos convencionales, mientras que un 31% consumiría ambos si los transgénicos se establecieran legalmente en el mercado salvadoreño y nadie consumiría únicamente los transgénicos.

Más de la mitad de la población entrevistada conoce los riesgos que ofrece el consumo de los transgénicos a la salud humana, mientras que muy pocos conocen los beneficios, esto debido a la forma en que se divulga la información sobre estos temas y a que los riesgos que implican tienen consecuencias irreversibles y probablemente mortales, por lo que aunado a la información transmitida por diferentes medios está la información entre amigos, familiares, etc., es decir, la información muchas veces se transmite en forma de rumores. Debido al conocimiento de posibles riesgos la mayoría de la población encuestada, por lo que preferiría sin duda el consumo de productos convencionales en lugar de transgénicos, por lo que algunos docentes entrevistados dijeron que han dejado de consumir frutas de gran tamaño como la guayaba taiwanesa, ya que por su mayor tamaño comparada con la nativa han escuchado decir que es transgénica.

Del 100% de los docentes encuestados, el 63% no tiene la habilidad para diferenciar un producto transgénico de uno convencional, mientras que el 37% dijo si poder hacerlo.

Muchos de los docentes encuestados que afirman saber diferenciar un transgénico de un producto convencional, se basarían principalmente en el tamaño, color o sabor de los productos al no estar indicado en su etiqueta que se trata de un producto transgénico, ya que en los últimos años, se comercializan en el mercado productos cuyo gran tamaño o excelente sabor parece anormal.

Para fortalecer esta aseveración, es de mencionar el caso del arroz mejorado cuyo grano es de mayor tamaño y peso (Hongxuan, 2007), características que lo podrían diferenciar del arroz mejorado por métodos convencionales o no tratados por técnicas de Ingeniería Genética.

Del 100% de docentes encuestados, el 42% está de acuerdo con la implementación de cultivos transgénicos en el país, mientras que el 58% no lo está.

Nuevamente, más de la mitad de la población manifiesta una opinión negativa sobre los transgénicos ya que no aprueban la implementación de cultivos transgénicos en el país, sin embargo, de acuerdo a ALDS (2004), ya se ha cultivado algodón transgénico Bt de la costa sur de los departamentos de San Miguel y Usulután.

Del 100% de los docentes encuestados, el 76% considera que el sector económico resultaría beneficiado al implementarse la Biotecnología en el país, el 37% considera que el sector beneficiado sería la agricultura y el 25% considera que el medio ambiente. Únicamente el 10% considera que todos los sectores resultarían beneficiados mientras que el 16% considera que ninguno de los sectores mencionados se beneficiaría. (Ver figura 14)

La mayoría de los docentes que consideran que el sector económico sería el que resultaría beneficiado, explicaron que se referían a la gran empresa y no así a la microeconomía familiar o del pequeño productor.

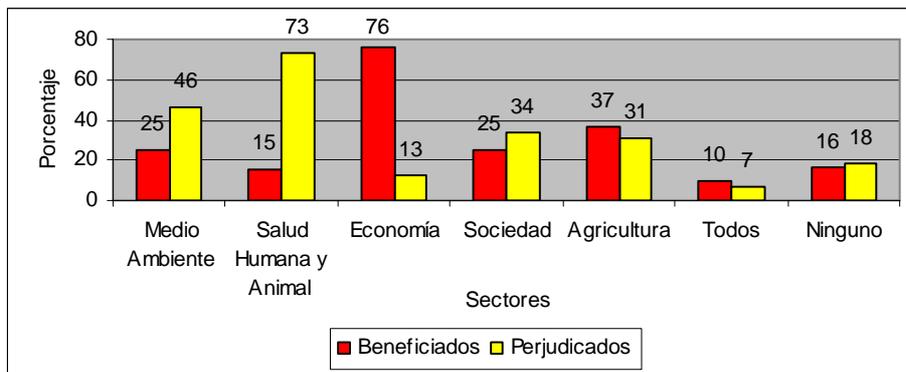


Figura 14. Sectores que resultarían beneficiados o perjudicados con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, según los docentes de educación media del municipio de San Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

El 73% de los docentes considera que el sector mayormente perjudicado sería la salud humana y animal, en segundo lugar consideran que el medio ambiente con un 46%, luego el sector social y el agrícola con un 34% y 31% respectivamente, el 13%

considera que la economía y únicamente el 7% considera que todos resultarían perjudicados; sin embargo hay un 18% que considera que ningún sector resultaría perjudicado (Ver figura 14).

Según FAO (2000), la biotecnología específicamente a través de la Ingeniería Genética, puede beneficiar a sectores como la Agricultura, incrementando la producción y productividad de la silvicultura, pesca y la agricultura misma; la salud, también se beneficiaría al reducir transmisión de enfermedades humanas y de los animales gracias a nuevas vacunas; la calidad y consistencia de los alimentos y el medio ambiente también, son según este autor otras áreas que se beneficiarían al aplicar la Biotecnología Agrícola, coincidiendo con las alternativas propuestas en el cuestionario y consideradas por la población como posibles sectores beneficiados.

El 60% de la población considera que uno de los alcances que se lograrían al implementar la Biotecnología Agrícola en el país sería Mejorar las producciones, un 47% opina que Reducir el ataque de plagas y enfermedades a los cultivos y un 10% considera que se lograrían todos los alcances propuestos. Por el contrario, un 18% opina que no se alcanzaría ninguno de estos alcances y un 3% considera que se lograrían otros alcances. (Ver figura 15)

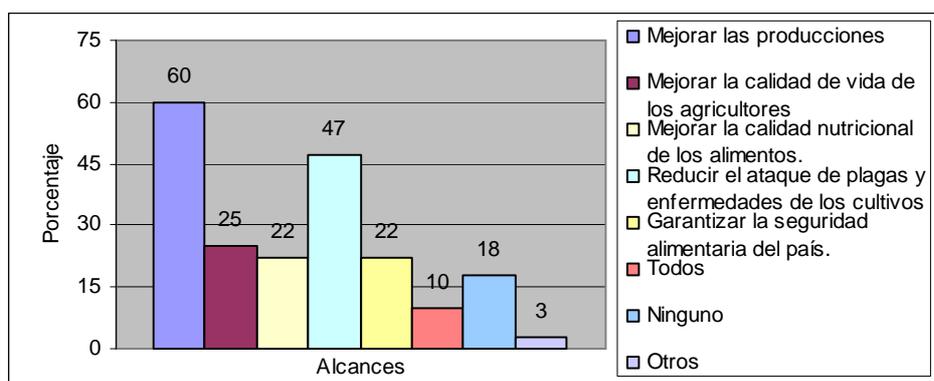


Figura 15. Alcances que se lograrían con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, según docentes de educación media del municipio de San Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

La población estima que los costos de estas tecnologías son elevados por lo que no están al alcance de pequeños agricultores, debido a esto opinan que la economía

que se beneficiaría con la implementación de la Biotecnología serán las grandes empresas que las promueven. Según ALDS (2004), con la introducción de estas tecnologías las empresas buscan intensificar la dependencia de los agricultores, aseveración compartida por Delgado, presidente de Unión de Pequeños Agricultores (UPA), entrevistado por Moreno Barrio (2001), y agricultoras del consumo de semillas e insumos agrícolas. Se estima que las empresas transnacionales que potencian los OGMs han tenido ganancias de tres mil millones de dólares en el año 2000. De acuerdo a Moreno Barrio (2001), la biotecnología ha nacido y crece en el sector privado, donde un pequeño grupo de empresas, entre las que destaca Monsanto, concentra este tipo de investigación.

Así mismo consideran que uno de los sectores que se beneficiará con la implementación de la Biotecnología en el país será la agricultura, al permitir dentro de estas el mejoramiento de las producciones y reducir el ataque de plagas y enfermedades a los cultivos.

El 85% de la población propone el uso de variedades mejoradas por métodos convencionales en lugar de la Biotecnología Agrícola y un 47% el Manejo de Plagas y Enfermedades, mientras que un 13% propone todas las alternativas descritas en el cuestionario y un 4% no propone ninguna alternativa. (Ver figura 16)

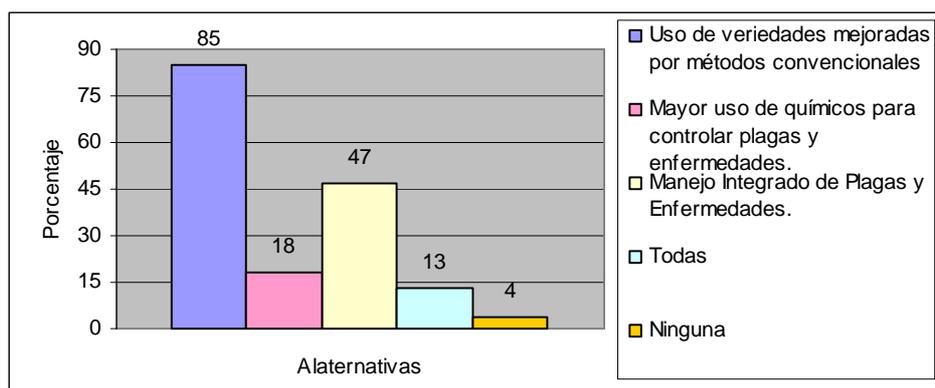


Figura 16. Alternativas que proponen los docentes de educación media del municipio de San Salvador, en lugar de la biotecnología agrícola en El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

La población encuestada considera que los sectores más perjudicados al implementarse la biotecnología sería el medio ambiente. Esto lo apoya ALDS (2004), quienes afirman que se pueden desarrollar plagas incontrolables, incrementando las dosis de productos químicos para su control; desaparición de variedades endémicas y afectación directa de la cadena trófica, mientras que Moreno Barrio (2001), explica que los estudios realizados hasta el momento no han podido demostrar ningún efecto nocivo de los cultivos de transgénicos sobre el medio ambiente y recalca que tampoco se puede asegurar que la liberación de estas plantas en el ecosistema sea totalmente inocua. En base a los resultados obtenidos y planteados en la Figura 14, los docentes encuestados consideran que la salud humana y animal sería el segundo sector más perjudicado al implementar esta tecnología en el país. Esta opinión puede estar influenciada por la difusión de información a través de los diferentes medios de comunicación acerca de los posibles riesgos de los alimentos transgénicos o derivados de estos a la salud humana y animal, por ejemplo, Greenpeace (S.f) considera que nuevas alergias, aparición de nuevos tóxicos y efectos inesperados son algunos de los riesgos que se corren al consumir dichos productos o sus derivados. Posiblemente, debido a esta información, los docentes encuestados proponen en lugar de estas tecnologías usar variedades mejoradas por métodos convencionales y el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE).

4.2.4. Legislación Nacional.

Solamente un 6% de la población conoce de la existencia del Protocolo de Cartagena, mientras que un 94% desconoce de este.

Los aspectos más conocidos sobre el Protocolo de Cartagena es el Principio de Precaución, ya que un 3% de los docentes dijo conocerlo y otro 3% tiene conocimiento de que ya fue ratificado, mientras que solo el 2% conoce sobre que trata y a penas el 1% sabe que ya está vigente en el país.

Pocos docentes conocen acerca de la existencia del Protocolo de Cartagena, no obstante que ya esta vigente en el país, esto debido a la poca divulgación sobre el

tema por parte de los organismos encargados, de ahí, que cuando llega información a la población es en forma de rumores que lejos de mejorar una situación determinada la empeoran.

El 64% de la población está de acuerdo con el Artículo 30 de la Ley de Semillas, mientras que el 36% no lo está. Como la mayoría de la población no está de acuerdo con la implementación de cultivos transgénicos en el país, a muchos les parece adecuado a la realidad nacional el artículo 30 de la Ley de Semillas que prohíbe la importación, investigación, producción y comercialización de semillas transgénicas, sin embargo, muchos no están de acuerdo porque consideran que la investigación para importancia para que el país salga adelante.

Dichas opiniones, están fortalecidas por Dowrick, 2002, citado por Rodríguez (2006) quien afirma que la investigación y desarrollo suelen lograr altas tasas de rentabilidad privada y social, y si la investigación se aplica al desarrollo productivo, las implicancias para el progreso del país son mayores. Se fortalece la economía y, por ende, los futuros recursos destinados a investigación y desarrollo (Rodríguez, 2006). En Argentina existen normativas para la producción de Semilla de Maíz Genéticamente Modificada en etapa de Evaluación y puede producir de estas semillas, cualquier persona física o jurídica que antes haya solicitado autorización para producirla y estar inscrito en el Registro Nacional de operadores con Organismos Vegetales Genéticamente Modificados creado por la Resolución N°46 fr fecha 7 de enero de 2004 de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos del Ministerio de Economía y Producción.

El 91% de la población considera que es necesario que en el país existan uno o varios organismos encargados de garantizar la Bioseguridad, mientras que el 9% considera que no es necesario.

Tanto las políticas de bioseguridad como las instituciones encargadas de elaborarlas, difundirlas, aplicarlas y hacerlas cumplir son de gran importancia para todo país en estos momentos en que la biotecnología agrícola y los productos transgénicos y

derivados de estos han tomado mayor importancia a nivel mundial. Con la aplicación de políticas de bioseguridad se puede prevenir el cultivo y comercialización de productos transgénicos ilegales. Un ejemplo claro de este tipo es Brasil, donde según ADITAL (2006), se han registrado oficialmente cuatro casos de contaminación desde 1998, incluido uno de cultivo ilegal de maíz transgénico por productores que posiblemente no fueron castigados, ni fueron quemados los cultivos, esto debido a que según Couto citada por ADITAL (2006), en Brasil no existe una política de bioseguridad. Lo contrario sucede en Argentina, donde en 1991, se creó la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), como instancia de asesoramiento del Secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos quien es la autoridad de aplicación de dicha regulación y está constituida por representantes de los sectores público y privado involucrados en la Biotecnología Agropecuaria (SAGPYA, s.f.). Dicha comisión, desarrolló la primera normativa para la introducción y liberación al ambiente de OGMs y está basada en las características y riesgos identificados del producto biotecnológico y no en el proceso mediante el cual dicho producto fue originado. Estas normas defienden las condiciones que deben reunirse para permitir la liberación al medio de dichos materiales (SAGPYA, s.f.).

La población conoce sobre los riesgos de la manipulación genética y los riesgos que se corren al consumir los productos que resultan de esta, por lo que consideran necesario que en el país exista uno o varios organismos encargados de garantizar la bioseguridad la cual es definida por MARN (2000), como un conjunto de medidas y regulaciones para prevenir cualquier riesgo potencial o efecto en el medio, producto de la liberación de un organismo transgénico.

México es otro país que cuenta con una institución encargada de garantizar la bioseguridad del país en cuestión, dicho organismo es la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) y dentro de sus funciones está la de editar distintas publicaciones con el fin de facilitar al público en general información actual y de vanguardia acerca de distintos aspectos de los organismos genéticamente modificados en México (CIBIOGEM, 2007). Según

CIBIOGEM (2007), México también cuenta con la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, cuyo primer artículo dice:

La presente Ley es de orden público y de interés social, y tiene por objeto regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola.

El 59% de los docentes de bachillerato, tienen conocimiento de las instituciones encargadas de regular y promover los mecanismos de control de Organismos Genéticamente Modificados mientras que el 41% lo desconoce.

Los Ministerios del Medio Ambiente, Agricultura y Salud, les falta llegar a un porcentaje de la población para darles a conocer sus funciones e informarles sobre la importancia del trabajo que realizan a la sociedad y en que momentos pueden hacer uso de ellos ante la implementación de Biotecnología en el país.

El 33% de los docentes conoce de la existencia de laboratorios de Biotecnología Agrícola en el país, mientras que un 67% los desconocen.

Muy pocas personas conocen sobre la existencia de laboratorios de Biotecnología debido a que estos se han dado a conocer únicamente en el área en la que prestan servicios, por ejemplo, en el sector azucarero o cafetalero con fines comerciales mas que de educación y divulgación en los diferentes sectores de la sociedad, posiblemente por los bajos presupuestos disponibles para comunicar sus investigaciones.

El 100% de la población considera necesario que las instituciones relacionadas con la Biotecnología Agrícola deberían informar a la población sobre esta.

La población reconoce la importancia de informarse sobre este tema por lo que consideran que las instituciones que están íntimamente relacionadas con la Biotecnología deben dar a conocer los pro y los contra de esta, ya que en dichas instituciones se encuentra el personal idóneo para hacerlo por estar inmersos en la investigación biotecnológica.

4.2.5. Aspectos Educativos.

El 99% de los docentes de bachillerato entrevistados, consideran necesario que la población conozca acerca del tema por medio del sistema de educación, solamente el 1% no lo considera necesario.

Estiman que el Sistema de Educación es el medio adecuado para informar ya que se les enseña a los estudiantes desde temprana edad, de diferentes áreas geográficas y de manera participativa y son ellos quienes pueden llevar esta información a sus comunidades, homogenizando los conocimientos y aumentando el número de personas que conocen sobre el tema.

En Venezuela, la Fundación IDEA (Fundación Instituto de Estudios Avanzados) y el Centro de Investigaciones en Biotecnología Agrícola (CIBA), una campaña divulgativa sobre biotecnología orientada al público en general y a los estudiantes de bachillerato. En el segundo caso, se editó un mini-libro titulado *Biotecnología*, donde se explica brevemente el desarrollo de esta tecnología a lo largo de la historia, haciendo énfasis en sus aplicaciones modernas y los posibles riesgos, y se brindan algunos conceptos básicos de bioseguridad. Este material, se distribuyó gratuitamente en las escuelas de educación media de la región central del país y en otros estados (Mérida y Lara), ha tenido una enorme acogida entre los estudiantes y docentes de la tercera etapa fundamentalmente (Malacarne, s.f.).

El 66% de los docentes dijeron que el tema de Biotecnología no está incluido dentro del plan de estudios de la materia que imparten, mientras que un 34% dijo que sí está incluido en el plan de la materia que imparten.

El 99% de los docentes de bachillerato consideran necesario incorporar el tema de Biotecnología Agrícola en el programa de estudio de tercer ciclo y bachillerato; el 69% de la población estiman necesario incluir el tema de la Biotecnología en los planes de estudio por conocimiento general y un 56% para toma de decisiones, mientras que el 9% considera que se debe incluir por otras razones. (Ver figura 17)

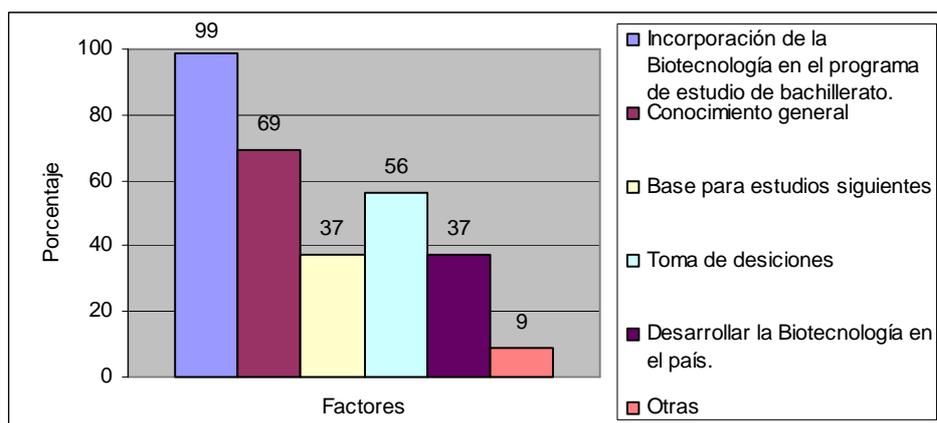


Figura 17. Consideración de los docentes de educación media del municipio de San Salvador, sobre incorporar el tema de biotecnología en el plan de estudio de educación media y con que fines, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

El tema de Biotecnología está incorporado en los planes de estudio de bachillerato, principalmente en la materia de Ciencias Naturales, sin embargo, los docentes consideran necesario que sea incorporado también en otras materias con el fin de que los jóvenes adquieran conocimientos generales que les permitan tomar decisiones. Hasta ahora se incluye mencionado dentro del tema de huertos escolares, donde se explica acerca de los cultivos, seguridad alimentaria, variedades, semillas, etc.; también se desarrollan actividades prácticas de abonos orgánicos.

4.3. ESTUDIANTES DE ÚLTIMO AÑO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

4.3.1 Datos Generales.

Se encuestaron estudiantes de último año de carreras relacionadas a la Biotecnología de la Universidad de El Salvador. El 67% de los encuestados de la población masculina tienen edades entre 20 y 25 años de edad y un 17% tienen

edades entre 26 y 30 años, el porcentaje restante, son mayores de 30 años, mientras que el 86% de la población femenina, tienen edades entre los 20-25 años de edad y un 8% edades entre 26 y 30 años (ver tabla A 5), el resto son mayores de 30 años.

De los estudiantes que únicamente se dedican a estudiar el 96% tiene edad entre 20-25 años, mientras que de los que estudian y trabajan, el mayor porcentaje es 43% que también tienen edad entre 20-25 años (ver tabla A 6)

4.3.2 Conocimientos generales sobre biotecnología:

El 87% de la población estudiantil encuestada dijo haber escuchado el término “Biotecnología”, mientras que el 13% restante negó haberlo escuchado. En cuanto al conocimiento que tienen los estudiantes sobre aspectos sobresalientes de la Biotecnología, se observa que los aspectos más conocidos por la población estudiantil son la Definición, conocida por el 67%, solamente el 33% la desconoce; las transnacionales que la impulsan, conocidas por un 26 mientras que el 74% las desconoce; el 27% dijo conocer al menos una biotécnica, el 67% negó conocerlas. Un 41% dijo conocer los beneficios de la Biotecnología, mientras que un 59% los desconoce y el 44% conoce los riesgos, comparado con el 56% que los desconoce. Cabe mencionar, que de los estudiantes encuestados que dijeron conocer aspectos de la Biotecnología, únicamente un 6% conoce todos los aspectos de la Biotecnología mencionados en la figura 18, mientras que un 21% de todos los encuestados dijeron desconocer todos los aspectos. (Ver figura 18)

A nivel de la universidad, los estudiantes han escuchado sobre Biotecnología y algunos aspectos de esta por la cercanía que existe entre los estudiantes de las diferentes carreras, es decir, que los estudiantes de carreras íntimamente relacionadas con el tema mantienen comunicación científica, acerca de la micropropagación, cultivo de tejidos o transgénicos con los estudiantes de otras carreras relacionadas, pero en menor escala, además, que en la universidad se encuentran disponibles diferentes medios que facilitan a los estudiantes mantenerse

informados sobre dichos temas, No obstante, aun existen estudiantes que desconocen sobre algunos o peor aun, todos los aspectos mencionados.

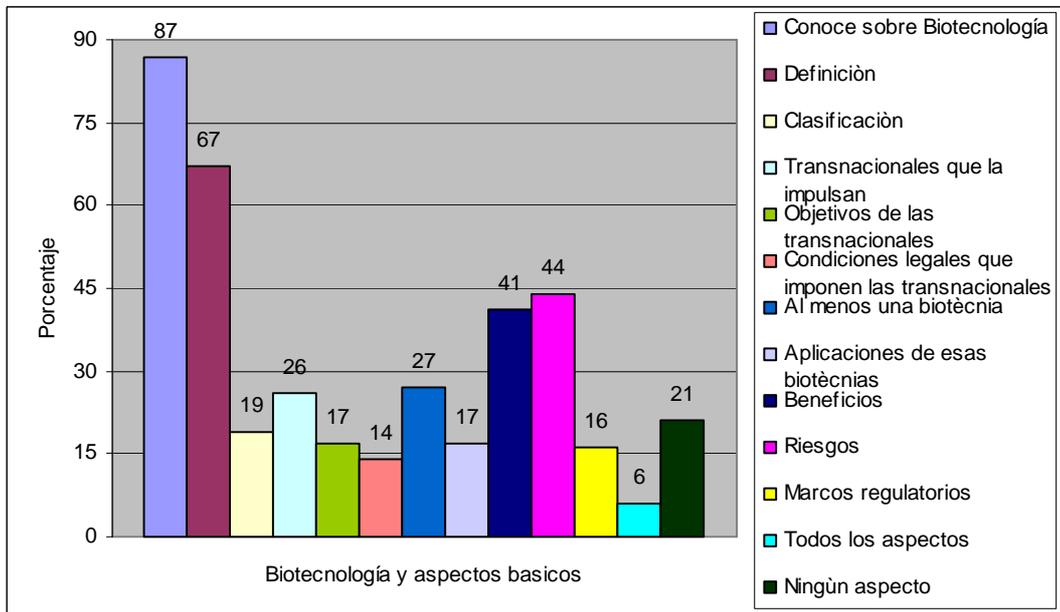


Figura 18. Conocimiento general sobre biotecnología por parte de los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

El 49% de los estudiantes encuestados han escuchado sobre la Biotecnología Agrícola, mientras que el 51% no ha escuchado sobre el tema y muestra también que la Quimioterapia es conocida por el 27% de los estudiantes, el 73% la desconoce; el Cultivo de Tejidos es conocido por el 27%, el 73% lo desconoce y la Transformación Genética es conocida por el 32% y desconocida por el 68%. Un 5% de los estudiantes encuestados dijo conocer todas las biotécnicas, mientras que un 44% dijo no conocer ninguna biotécnica empleada en la Biotecnología Agrícola y un 1% conoce otras biotécnicas. (Ver figura 19)

El tema de Biotecnología Agrícola aún es desconocido por muchos estudiantes, debido a que este se relaciona principalmente con algunas carreras como Ingeniería Agronómica, Medicina Veterinaria, Biología, Química y Farmacia, etc., mientras que otras clasificaciones de la Biotecnología se relacionan con otras carreras, tal es el caso de Doctorado en Medicina, en la cual puede haberse escuchado sobre Biotecnología, pero orientada a la salud humana.

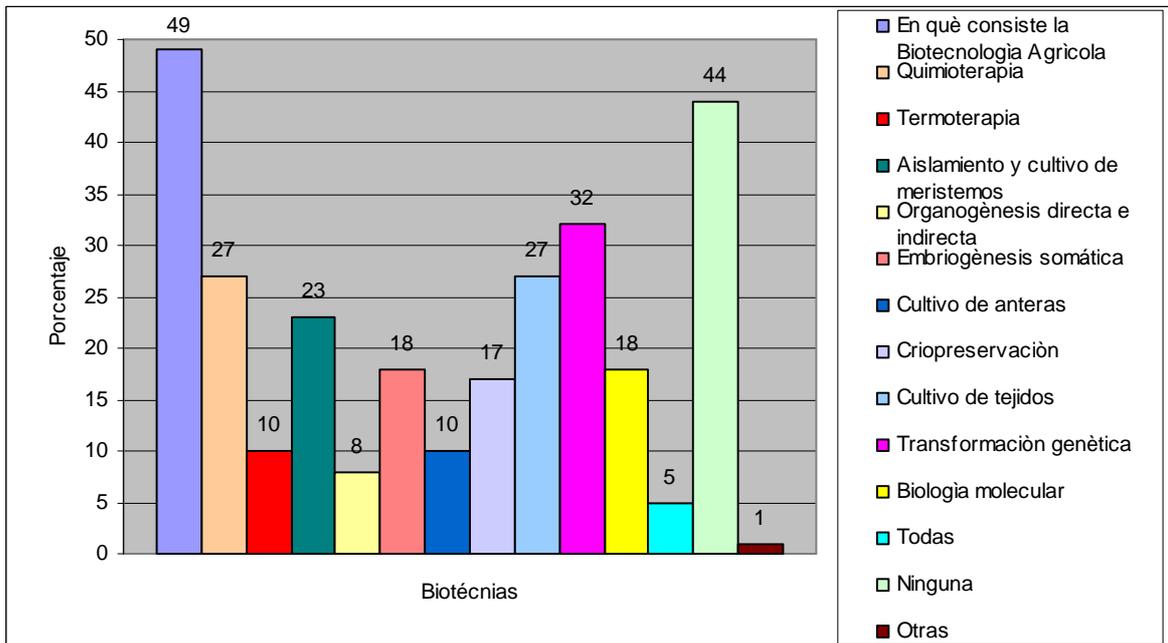


Figura 19. Conocimiento de los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, sobre biotecnología agrícola y las Biotécnicas que esta aplica, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

El 65% de los estudiantes de último año de carreras relacionadas con la Biotecnología dijo conocer acerca del mejoramiento de especies vegetales a través de la Biotecnología Agrícola Moderna, mientras que el 35% lo desconocía. Con respecto a las tecnologías empleadas para la transformación genética, el 29% dijo no conocer nada sobre las tecnologías empleadas para la transformación genética, mientras que el 60% dijo conocer poco y un 11% dijo conocer lo suficiente.

Estos resultados se deben a que en algunas carreras se incluye el tema, por ejemplo, en la carrera de Licenciatura en Biología, perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales y Matemáticas, la Biotecnología se ha incluido en el pensum como materia optativa. En Ingeniería Agronómica, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas, el tema se lleva a cabo como teoría y prácticas de laboratorio aplicando determinadas biotécnicas, sin embargo, en la mayoría de las carreras el tema se incluye de forma teórica, lo que influye para que los estudiantes conozcan poco o nada sobre las técnicas de mejoramiento genético moderno, tal como lo

demuestran los resultados, donde únicamente un 11% dijo conocer lo suficiente acerca de estos temas.

Un 15% de la población estudiantil universitaria encuestada no se informa acerca de los temas relacionados a la Biotecnología, mientras que el 85% restante sí se informa por lo que utiliza para ello en primer lugar, el Internet, empleado por un 47% y exposiciones, preferidas por el 39% de los encuestados. Solamente el 1% de la población utiliza todos los medios, mientras que el 99% de los estudiantes que sí se informan lo hacen a través de uno o varios específicos y el 5% utiliza otros. (Ver figura 20)

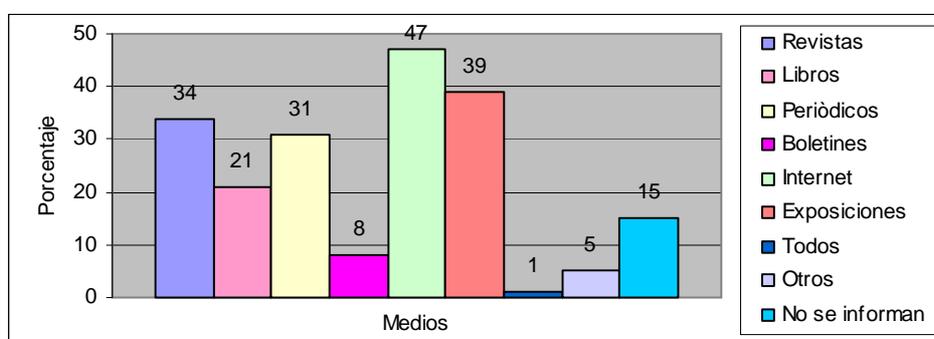


Figura 20. Medios mas usados por los estudiantes de ultimo año del campus central de la Universidad de El Salvador, para informarse sobre el tema de biotecnología, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Por ser la Universidad de El Salvador un centro de estudio superior, los medios de comunicación que se ofrecen a los estudiantes con mayor facilidad, son el Internet, disponible en los diferentes centros de informática distribuidos al interior gratuitamente y en los alrededores de la universidad donde se presta un servicio remunerado por pequeños empresarios y las exposiciones como talleres, foros, congresos u otras actividades de divulgación de información que organicen estudiantes, ONG's, institutos, empresas u otras entidades de carácter publico o privado inmersos en el quehacer biotecnológico . Cabe mencionar que existen estudiantes que no se informan sobre el tema, posiblemente, por falta de interés, o por que trabajan y estudian, lo que les resta tiempo para informarse; o bien desconocen de este tema.

El 44% de los estudiantes de último año de carreras relacionadas a la Biotecnología dijeron estar de acuerdo con el mejoramiento que se realiza mediante la Biotecnología Agrícola sobre especies que no se pueden mejorar a través de métodos convencionales.

Existen especies vegetales que no se pueden mejorar por los métodos convencionales o bien, no se emplean estos métodos por el tiempo que requieren que es demasiado largo, por lo que se utilizan métodos modernos, reduciendo el tiempo en que es mejorada una especie y muchos de los estudiantes están concientes tanto de estos aspectos como de los problemas que enfrenta el sector agrícola. Por el contrario, existe un 56% de estudiantes que no está de acuerdo con el mejoramiento de especies vegetales a través de la Biotecnología, posiblemente por el tipo de información al que han tenido acceso o bien por el área de estudio en la que están inmersos o por el enfoque con que se tratan los temas dentro de sus carreras respectivas, por ejemplo, en Costa Rica, los estudiantes de disciplinas sociales mostraron una percepción negativa de los productos biotecnológicos al compararlos con los de disciplinas científicas y tecnológicas (Valdez Melara y Sittenfeld, 2003).

4.3.3 Producción, comercialización y consumo de transgénicos en El Salvador.

El 57% de los estudiantes encuestados dijo tener conocimiento de la comercialización de productos procesados derivados de Organismos Genéticamente Modificados en el mercado salvadoreño, por lo que un 40% dijo haberlos consumido. Un 10% dijo no haber consumido y un 50% se sintió inseguro de haber consumido o no productos de este tipo.

La mayor parte de la población está enterada que en el mercado se encuentran disponibles al consumidor, productos transgénicos o derivados de estos, debido a que conocen algunas de las especies que se han mejorado genéticamente a través de la Biotecnología o bien sobre las empresas y marcas que comercializan productos

de esta naturaleza, por las mismas razones, muchos se sienten seguros de no haber consumido estos productos. Ellos han tomado las medidas necesarias para no ingerirlos, basándose en el conocimiento de dicha situación y evitando el consumo de productos elaborados a base de organismos que están catalogados como mejorados genéticamente. Consumers International e Irigoyen (2000), sugiere que una de las maneras de no comer alimentos transgénicos es consumiendo sólo alimentos orgánicos. Sin embargo, existen muchos que desconocían el hecho de que se comercializan dichos productos, en tal caso, consideran que probablemente los han consumido.

En el año 2004, la Red Ciudadana Frente a los Transgénicos hizo público estudios realizados en laboratorios suizos y estadounidenses que confirmaron la existencia de alimentos y semillas modificadas genéticamente (transgénicos) en El Salvador, como: pan blanco Bimbo, galletas Chips Ahoy, sopas instantáneas Maruchan y ayuda alimentaría proveniente del Programa Mundial de Alimentos que fue distribuida por la Secretaria Nacional de la Familia (semilla de maíz amarillo, harina de maíz y la harina de maíz con soya); por lo que, no sería ninguna sorpresa que actualmente se comercializarán alimentos modificados genéticamente.

Del 100% de los estudiantes encuestados, el 67% clasificó el producto transgénico consumido dentro del grupo de las hortalizas, el 55% los clasificó en el grupo de frutas, un 31% en harinas, el 21% en bebidas y el 19 % en pastas; sin embargo el 7% dijo que en otro grupo. (Ver figura 21)

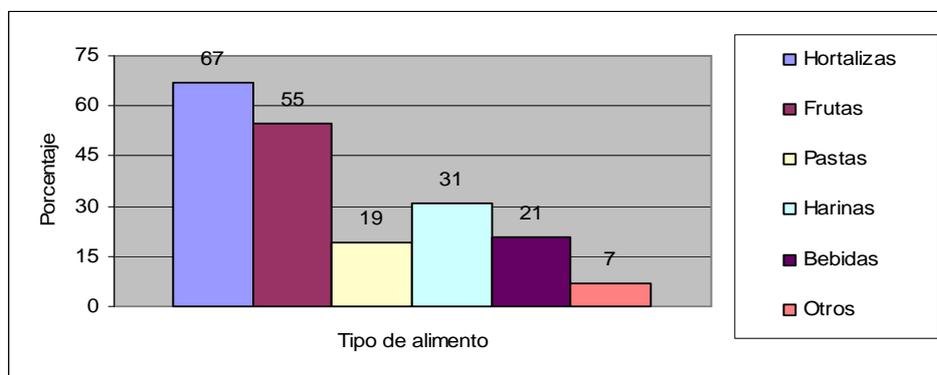


Figura 21. Clasificación que dan los estudiantes de ultimo año del campus central de la Universidad de El Salvador, a los productos transgénicos consumidos, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Los estudiantes que consideran que si han consumido de estos productos, se encuentran en el grupo principalmente de hortalizas, frutas o bien harinas, debido a que muchas de estas provienen de otros países como Guatemala o México, siendo este último un país dedicado al cultivo de maíz transgénico a partir del cual se elaboran productos de marcas muy conocidas disponibles en el mercado salvadoreño.

El 9% de los estudiantes encuestados, atribuyeron síntomas de enfermedad al consumo de los productos transgénicos, mientras que el 91% restante no atribuyó síntomas al consumo de estos.

Según Carletti (2006), existen numerosos artículos científicos disponibles en la red electrónica, que presentan casos en que el uso de proteínas transgénicas humanas, tales como factores anticoagulantes, de crecimiento e insulina, han provocado reacciones adversas en los pacientes, como alergias, creación de anticuerpos y otras; inclusive algunas de gravedad, como ser origen de hemorragias, por ejemplo, la empresa Ventria Biosciences produce experimentalmente en arroz, dos proteínas recombinantes humanas: la lactóferina y la lisozima, presentes en forma natural en leche materna, saliva, semen y otros fluidos humanos. Según la Unión de Consumidores, el Centro de Seguridad en Alimentos (Center for Food Safety) y Amigos de la Tierra de Estados Unidos, citados por Carletti (2006), explican que las proteínas recombinantes no son idénticas a las naturales, por lo que existe la posibilidad de provocar desórdenes inmunológicos y alergias, de manera que la lactóferina y la lisozima pueden favorecer además el crecimiento de agentes patógenos, como la bacteria *Helicobacter pylori*, causante de gastritis y cáncer estomacal, de bacterias causantes de meningitis y otras enfermedades de difícil tratamiento por su resistencia a muchos antibióticos existentes.

Del 100% de los estudiantes encuestados, el 23% conoce los beneficios del consumo de los productos transgénicos a la salud humana, mientras que el 77% los desconoce. El 51% conoce los posibles riesgos del consumo de transgénicos a la salud humana y el 49% los desconoce, considerando tales aspectos, únicamente el

3% preferiría consumir productos transgénicos si se establecieran legalmente en el país, mientras que el 57% preferiría los convencionales y un 40% consumiría ambos. (Ver figura A 10)

Como en otros sectores, la información que más se conoce es la que degrada una tecnología, es decir, son muy pocos los estudiantes que conocen los beneficios de los transgénicos a la salud humana y muchos conocen los riesgos, por tal razón, si se establecieran correctamente etiquetados en el país, más de la mitad de los estudiantes preferiría consumir los alimentos convencionales, es decir, aquellos que se producen bajo formas naturales empleando técnicas de mejoramiento tradicional, ya que según la Fundación Heinrich Boll y el Centro para la Defensa del Consumidor, el consumo de productos que contienen algunos ingredientes transgénicos causa pérdida de la memoria y muerte, por lo que el temor a padecer de esto es grande.

Del 100% de los estudiantes encuestados, el 33% dijo saber como diferenciar un producto transgénico de uno convencional, mientras que el 67% dijo no saber como diferenciarlos.

Del 100% de los estudiantes encuestados, el 34% dijo estar de acuerdo con la implementación de cultivos transgénicos en el país, mientras que el 66% dijo no estar de acuerdo.

Debido a la información disponible y divulgada, sobre los impactos a diferentes sectores como la salud y el medio ambiente, muchos de los estudiantes se oponen a que en el país se implementen cultivos transgénicos, sin embargo, de acuerdo con ALDS (2004), ya se ha cultivado algodón transgénico en el país.

Del 100% de los estudiantes encuestados, el 74 considera que la economía sería el sector beneficiado con la implementación de la Biotecnología en el país, junto con la agricultura que fue considerada por el 43% de los estudiantes como otro sector que se beneficiaría con la implementación de dicha tecnología. Un 7% dijo que todos los

sectores mencionados se beneficiarían mientras que un 14% dijo que ninguno. (Ver figura 22)

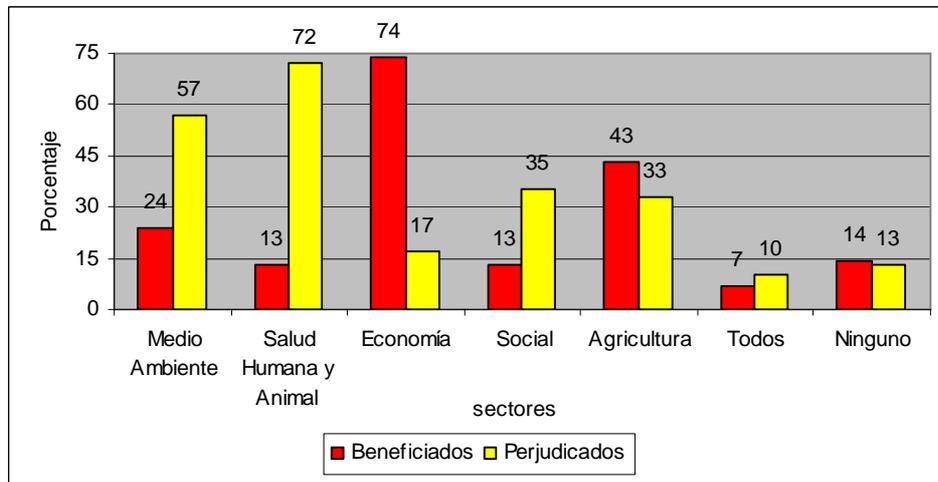


Figura 22. Sectores que resultarían perjudicados o beneficiados si se implementara la biotecnología en el país, según los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Más de la mitad de la población considera que el sector económico se beneficiaría más que cualquier otro debido a que estas tecnologías son muy costosas y como lo dice ALDS (2004), las transnacionales mediante sus políticas buscan crear dependencia en los agricultores de las semillas e insumos, tal como sucedió con la Revolución Verde, a partir de la cual Queirós (s.f.) afirma que se desarrolló dependencia por los agricultores al uso de agroquímicos y semillas híbridas. Sin embargo, consideran que el otro sector que se beneficiaría sería la agricultura por las ventajas que ofrecen las tecnologías sobre la producción y resistencia a plagas y enfermedades.

Del 100% de estudiantes encuestados, el 72% considera que la Salud Humana y Animal resultaría perjudicada al implementarse esta tecnología en el país, junto con el Medio Ambiente que según el 57% de los estudiantes también resultaría perjudicado al implementarse esta tecnología en el país. Un 10% considera que todos los sectores resultarían perjudicados, mientras que un 13% considera que ninguno. (Ver figura 22)

De acuerdo a la población encuestada, la aplicación de la biotecnología traería consigo, la producción, comercialización y consumo de transgénicos y con ello, las personas y animales correrían el riesgo de padecer enfermedades citadas por diferentes autores anteriormente, al consumirlos. Según los estudiantes encuestados, el medio ambiente se afectaría por la aplicación de mayor cantidad de químicos, requeridas por los cultivos transgénicos como lo explican también autores antes citados.

Según Medio-Ambiente.info (2005), Royal Society, realizó un estudio solicitado por el gobierno de Reino Unido. Dicho estudio evidenció afectaciones negativas severas para los ecosistemas asociados a cultivos transgénicos. Como ejemplo, se encontró una reducción hasta en cinco veces de la flora aledaña a los cultivos transgénicos de remolacha y canola, lo cual tiene un impacto en cadena sobre las especies de abejas y mariposas (que se redujeron hasta en un 25%), y posteriormente sobre las especies de aves que se alimentan de éstas, afectando significativamente la cadena trófica.

No obstante que la agricultura se beneficiaría con la implementación de la Biotecnología en el país, las consecuencias recaerían sobre la salud humana y animal, por los riesgos que se corren al consumir productos transgénicos y sobre el medio ambiente porque según ALDS (2004), uno de los impactos de los transgénicos por ejemplo, es la disminución de la biodiversidad, por el contrario, Oarsa (s.f), hace referencia al maíz Bt, el cual reduce considerablemente la fumigación con pesticidas, los cuales son aún más perjudiciales a las poblaciones de insectos que no son dañinos.

Del 100% de los estudiantes encuestados, el 55% coincidió en que con la implementación de la Biotecnología en el país se alcanzaría mejorar las producciones y un 34% considera que se alcanzaría reducir el ataque de plagas y enfermedades de los cultivos. El 9% considera que con la implementación de la

Biotecnología se lograrían todos los alcances mencionados en el cuadro y un 1% considera que se lograrían otros alcances. (Ver figura 23)

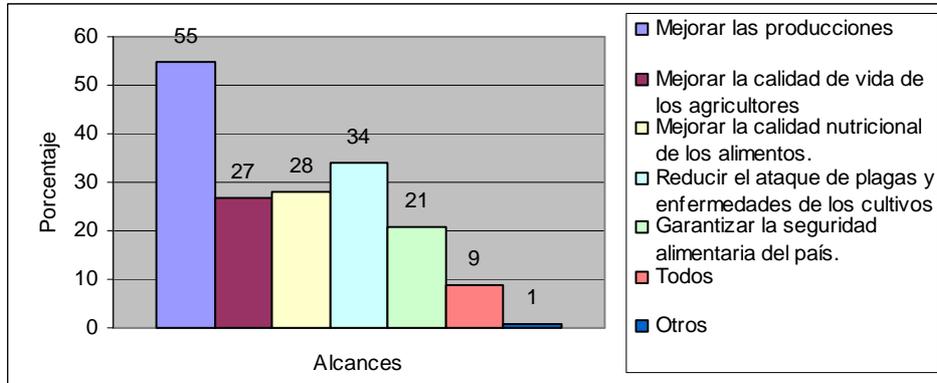


Figura 23. Alcances que se lograrían con la implementación de la biotecnología en El Salvador, según los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

La población ha escuchado sobre las principales características que presentan muchas de las especies mejoradas por las distintas biotecnias, por lo que consideran que los principales alcances de la Biotecnología serían mejorar las producciones y reducir el ataque de plagas y enfermedades de los cultivos, pocos opinan que con esta se logre garantizar la seguridad alimentaria del país.

Como alternativas en lugar de la Biotecnología, el 81% de la población recomienda el uso de variedades mejoradas por métodos convencionales, mientras que el 19% recomienda otros aparte de este. Otra alternativa que se propone es el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, que fue propuesto por el 41% de los estudiantes y el 19% considera que se debe hacer mayor uso de químicos. El 19% considera que se deberían aplicar todas las alternativas propuestas y un 1% considera que ninguna de éstas. (Ver figura 24).

A partir de estos resultados, puede asegurarse la necesidad que tiene la población de adquirir información técnico-científica referente a la Biotecnología ya que como lo afirma Malacarne (s.f.), la información que se presenta acerca de la Biotecnología en los diferentes medios de comunicación es sensacionalista y subjetiva, lo cual crea

opiniones sesgadas en los sectores sociales que consumen dicha información, ignorando las posibles ventajas y desventajas que la tecnología en cuestión implica.

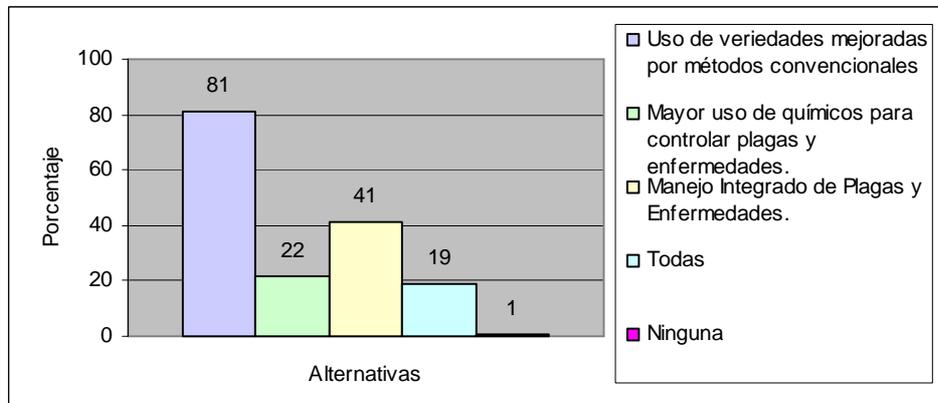


Figura 24. Alternativas que proponen en lugar de la biotecnología agrícola, los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

De acuerdo con tales resultados, posiblemente la información acerca de la Biotecnología a la que la población encuestada ha tenido acceso, denigra los avances científicos en esta área y sus efectos sobre el bienestar de la población en general ya que en lugar de aplicar cualquier técnica biotecnológica, preferirían que se apliquen técnicas convencionales para el control de plagas y enfermedades como el Manejo Integrado de Plagas que según FAO (1998), permite a los agricultores vigilar y controlar las plagas en sus campos, reduciendo al mínimo absoluto la utilización de plaguicidas químicos costosos y potencialmente dañinos y peligrosos; proponen también el uso de variedades mejoradas por métodos convencionales e incrementar el uso de productos químicos, olvidando que según sea el tipo de producto, pueden producir esterilidad, tal es el caso del nematicida dibromocloropropano (DBCP), El fungicida tiabendazol, puede producir malformaciones no heredables en el desarrollo del embrión y si es ingerido puede producir anemia persistente y daño hepático (Ministerio de Salud, Organización Panamericana de la Salud y Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. 2003). Esta última propuesta, refleja la necesidad de educación acerca de nuevas alternativas para regular el problema de plagas y enfermedades en los cultivos ya que según Bolívar Zapata (2007), las plantas transgénicas se

comercializan desde 1996, y 10 años después se siguen usando sin que hasta la fecha hayan ocasionado algún efecto nocivo a la salud humana o animal, ni a la biodiversidad, características que muchos desconocen y cuya aplicación es limitada por la percepción negativa de la población.

4.3.4. Laboratorios de biotecnología agrícola en El salvador

Con respecto a los laboratorios de Biotecnología Agrícola, del 100% de los estudiantes encuestados, un 43% conoce acerca de la existencia de laboratorios de Biotecnología Agrícola en El Salvador, de estos, un 13% tenía conocimiento de la existencia de laboratorios de Biotecnología Agrícola fuera de las instalaciones de la Universidad de El Salvador y un 30% tenía conocimiento de la existencia de laboratorios de Biotecnología Agrícola dentro de las instalaciones de la Universidad de El Salvador. Sin embargo, solamente un 14% tenía conocimiento acerca de las funciones de los laboratorios y un 15% tiene conocimiento de los aportes que realizan al desarrollo de la agricultura nacional.

Del 100% de los estudiantes entrevistados, el 8% ha participado en investigaciones realizadas por los laboratorios de la UES sobre Biotecnología Agrícola.

Esto significa que los estudiantes de facultades poco relacionadas con la biotecnología no hacen uso de los laboratorios de la universidad, ni son tomados en cuenta dentro de exposiciones científicas desarrolladas dentro de la Universidad de El Salvador.

Del 100% de los estudiantes entrevistados, el 85% considera que la participación de la Universidad de El Salvador en el desarrollo de la Biotecnología es el de investigación. Un 73% considera que la UES debería de prestar el servicio de análisis de riesgo de cultivos transgénicos. Un 64% opina que la participación de la UES debería ser el de capacitar sobre estas tecnologías. El 50% considera que se debería de crear una carrera de Biotecnología en la universidad. (Ver figura 25)

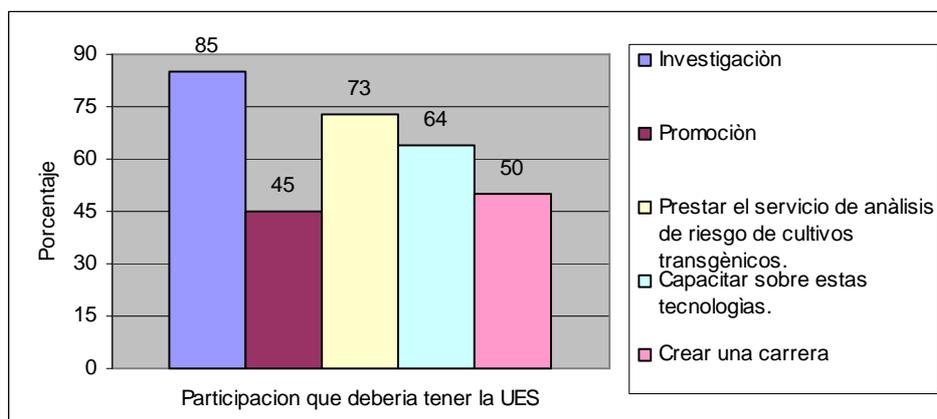


Figura 25. Participación que debería tener la UES en el desarrollo de la biotecnología en El Salvador, según los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

En este caso, los estudiantes encuestados, consideran que la investigación es un aspecto fundamental en el desarrollo del país, por lo que consideran que el papel principal que debería desarrollar la UES es el de Investigación y prestar el servicio de análisis de riesgo de cultivos transgénicos para reducir riesgos en los diferentes sectores. La primera opinión concuerda con Viale del Carril (2006), la investigación es importante porque ayuda a mejorar el estudio permitiendo establecer contacto con la realidad a fin de conocerla mejor. Constituye un estímulo para la actividad intelectual creadora. Ayuda a desarrollar una curiosidad creciente acerca de la solución de problemas, además, contribuye al progreso de la lectura crítica. Según Goenaga (2006), en las economías avanzadas como las de la Unión Europea, el conocimiento que engloba la investigación y el desarrollo (I+D), la innovación y la educación es un motor esencial del incremento de la productividad, recalcando de esta manera la importancia que tiene la investigación para cualquier país.

El 98% de los estudiantes considera que los laboratorios de la UES deben informar sobre los trabajos que realizan, considerando para ello, las exposiciones, propuestas por el 70% de los estudiantes, los periódicos que fueron propuestos por el 60% de los estudiantes y finalmente las revistas que fueron propuestas por el 57% de la población estudiantil entrevistada. El 23% considera que se deben utilizar todos los medios, el 3% dijeron que se deben usar otros medios adicionales a estos y otro 3%

no se informa o no le interesa informarse acerca de los temas en cuestión. (Ver figura A 11)

Es clara la necesidad que tienen los estudiantes de informarse acerca de las investigaciones que realizan los laboratorios de la UES y del país en general por lo que recomiendan medios de comunicación de bajo costo, fáciles de encontrar en el mercado, disponibles en las instalaciones de la universidad u otro lugar, etc.

En Internet se encuentran páginas Web de diferentes autores como FAO, Monsanto, REDBIO, FIAGRO, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), POR QUE BIOTECNOLOGIA (Portal de la Biotecnología en Español), entre otros.

4.3.5. Legislación nacional:

Del 100% de los estudiantes entrevistados, el 40% tiene conocimiento de la existencia del Protocolo de Cartagena, mientras que el 60% lo desconoce. El 21% de los estudiantes conoce el Principio de Precaución que está incluido en el Protocolo de Cartagena, el 19% conoce sobre que trata dicho protocolo, mientras que un 14% lo ha escuchado nombrar

Con respecto al Protocolo de Cartagena y algunos de los aspectos más relevantes sobre este, los resultados demuestran que se conocen poco sobre los aspectos legales que rigen la aplicación de la Biotecnología debido a la forma en que se divulga la información y a los medios que se utilizan. En países como Costa Rica, por ejemplo, se realizan Jornadas de Investigación las cuales constituyen un espacio privilegiado para conocer los últimos avances científicos en los más diversos campos del conocimiento y para compartir con la sociedad costarricense los aportes de la Universidad de Costa Rica al desarrollo nacional amplia difusión en los principales medios de comunicación universitarios, nacionales e internacionales (Girasol, s.f.)

Del 100% de los estudiantes entrevistados, el 52% está de acuerdo con el artículo 30 de la Ley de Semillas, mientras que el 48% no está de acuerdo con éste. Este artículo, prohíbe entre otras actividades, la investigación sobre semillas transgénicas,

por lo que muchos no están de acuerdo con este ya que anteriormente se mencionó la opinión de los estudiantes acerca de la importancia que tiene para ellos la investigación.

Del 100% de los estudiantes entrevistados, el 60% de los estudiantes dijo conocer que el MARN es el encargado de regular y promover mecanismos de control de los OGM, auxiliado por el Ministerio De Salud Publica y Asistencia Social (MSPAS) y del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Estos resultados se deben posiblemente a que muchos aun desconocen las responsabilidades de los ministerios aquí mencionados, debido quizás a que no guardan relación con la carrera que estudia.

4.3.6. Sobre la cátedra

Del 100% de los estudiantes entrevistados, el 60% dijo que dentro del plan de estudios de su carrera se incorporó el tema de Biotecnología, mientras que el 40% dijo que no se incorporo el tema. Este fue incluido de diferentes formas en los planes de estudio de las carreras en estudio, una fue como clases y evaluación en la que el 34% de los estudiantes dijo haber recibido el tema de esa forma, un 32% que el tema se incluyó mencionado en clases. No obstante el 98% de los estudiantes considera que es necesario que los futuros profesionales deben conocer acerca del tema, mientras que un 2% no lo considera importante. (Ver figura 26)

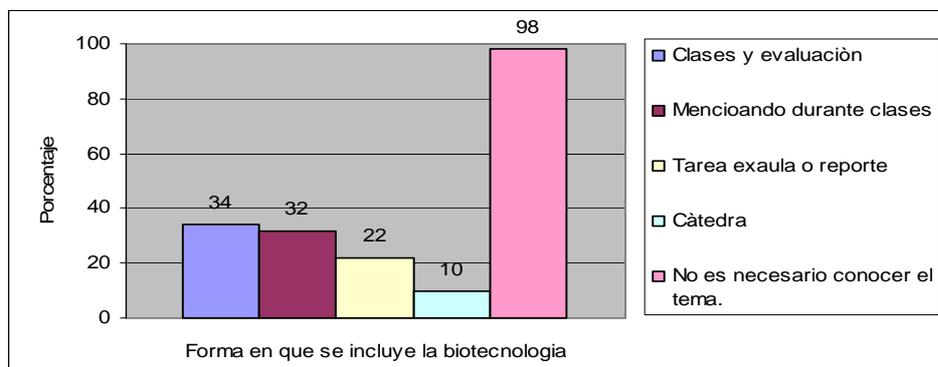


Figura 26. Forma en que se incluye el tema de biotecnología durante el desarrollo académico de los estudiantes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Dentro de la Universidad de El Salvador, algo se está haciendo porque los estudiantes conozcan el de la Biotecnología, el cual al ser mal aplicado puede generar una serie de consecuencias negativas en cadena alcanzando diferentes sectores de la sociedad por lo que se debe estar preparado para afrontar los desafíos que la aplicación de esta trae para el país, debido a esto, el tema se estudia en las diferentes facultades dándole un enfoque asociado con la carrera, y un tiempo prudente para saber que existe el tema o bien, para especializarse en alguna biotécnica, así por ejemplo, algunos estudiantes dijeron haber recibido el tema como clase y evaluación, mencionado durante las clases o de otra forma, lo importante es que se esté informando a los estudiantes sobre la Biotecnología.

4.4. DOCENTES DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

4.4.1. Datos generales.

Del total de docentes encuestados de la Universidad de El Salvador, el 51% de ellos son licenciados, el 33% son masters, el 10% son ingenieros y únicamente el 6% son doctores; además que el 15% tienen edad entre 20-30 años, el 23% entre 31-40 años, el 20% entre 41-50 años, el 36% entre 51-60 años y únicamente el 6% tienen edad mayor a los 60 años (ver tabla A 7 y A 8)

Del 100% de los docentes encuestados en el campus central de la UES el 64% son hombres y el 36% mujeres, de los cuales el 53% de los hombres imparten dos materias, la misma cantidad imparten el 55% de las mujeres (ver tabla A 9 y A 10)

4.4.2. Conocimientos generales sobre biotecnología.

El 92% de los docentes de la Universidad de El Salvador manifiestan que han escuchado hablar de la biotecnología; un 72% conoce la definición, un 51% conoce los beneficios y un 45% los riesgos, un 40% conoce al menos una biotécnica y un 32% las aplicaciones de estas, un 39% conoce las transnacionales que impulsan la

biotecnología y un 21% los objetivos de estas; sin embargo, solo un 14% conoce los marcos regulatorios, un 6% que dice que conoce todos estos aspectos; y hay un 10% que no conoce ninguno de estos aspectos. (Ver figura 27)

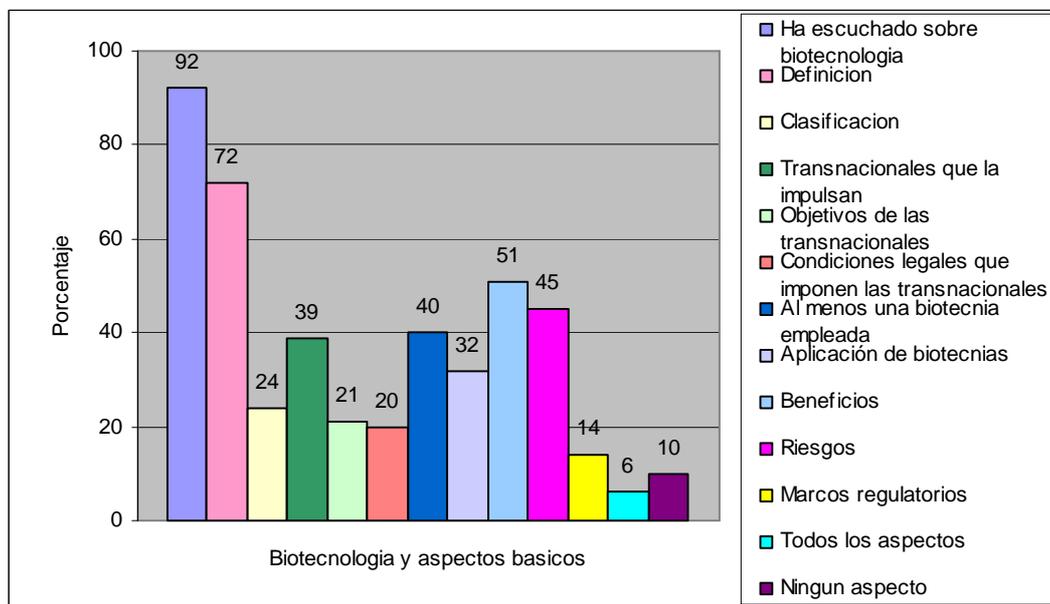


Figura 27. Conocimiento sobre aspectos generales de biotecnología por parte de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Como lo indican los resultados, este nivel de la población, se encuentra informado sobre diferentes aspectos de la Biotecnología debido posiblemente al grado académico que tienen, a las oportunidades o facilidades para informarse dentro de las diferentes carreras ofrecidas en de la universidad; a la experiencia que han adquirido sobre el tema, ya que como lo muestra la tabla A 8, el 36% tiene edades entre 51 y 60 años, lo que les ha permitido informarse a medida ha avanzado esta tecnología o bien, puede deberse a que por la cantidad de materias que imparten deben informarse sobre diferentes temas del ámbito nacional e internacional como lo demuestra la tabla A 10.

El 96% de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, manifiestan tener conocimiento sobre la biotecnología agrícola; sin embargo dentro de las biotécnicas, la más conocida es la de cultivo de tejidos, con un 46%, seguida por la de transformación genética que un 37% manifestó conocerla, la de biología

molecular es conocida por un 29% y la de aislamiento y cultivo de meristemos por un 25%, siendo estas las cuatro biotécnicas más conocidas; Sin embargo, hay un 1% que manifestó conocerlas todas y un 12% que dijo que también conocía otras, de igual forma, un 2% manifestó que no conocía las biotécnicas mencionadas pero que si conocía otras y un 20% que dijo no conocer ninguna biotécnica.(ver figura 28)

Cabe mencionar que los conocimientos que tienen los docentes acerca de la Biotecnología en aspectos teóricos como la definición y en que consiste superficialmente algunas Biotécnicas, pero se desconoce con profundidad cada uno de los tópicos mencionados en la siguiente figura. Posiblemente, los docentes inmersos de lleno en el campo científico han tenido la oportunidad de capacitarse a nivel nacional o internacional sobre estos temas, adquiriendo nuevos conocimientos acerca de algunas Biotécnicas en donde no se utilizan Técnicas del ADN recombinante.

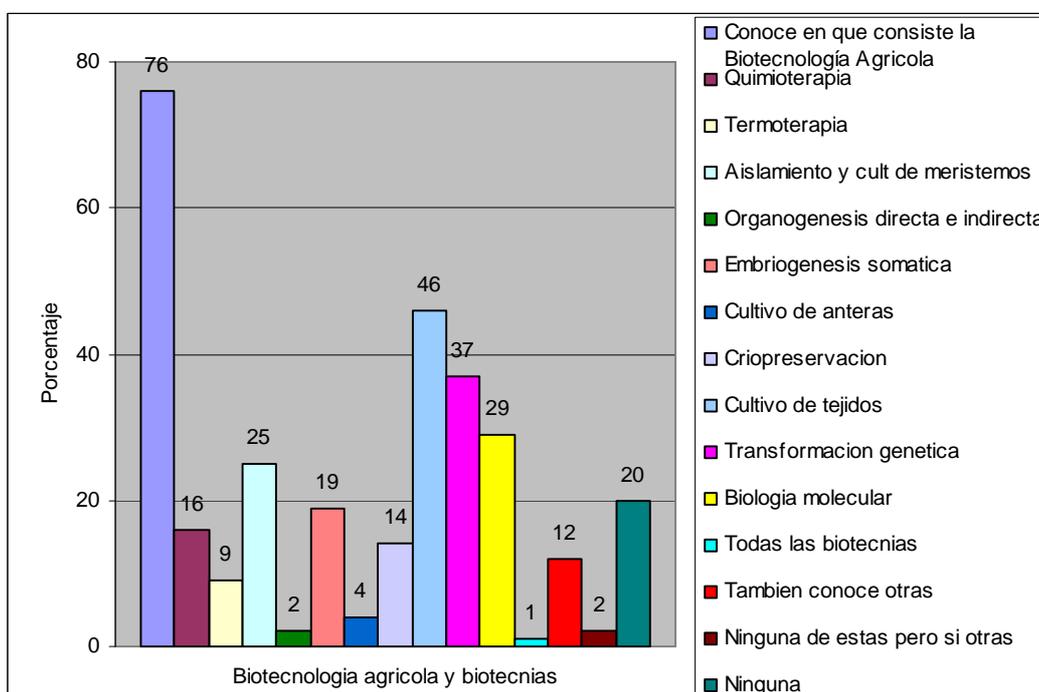


Figura 28. Conocimiento de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, sobre biotecnología agrícola y las Biotécnicas que aplica, Tesis de ingeniería agrónoma, UES, 2007.

El 95% de los docentes de la Universidad de El Salvador campus central, expresa tener conocimientos acerca del mejoramiento de especies vegetales de interés agrícola a través de la biotecnología agrícola moderna. Morales, citado por La Jornada (2005), la Fundación Heinrich Boll (s.f) y Byrne, Ward, Harrington y Fuller (2006), afirman que existen especies de interés agrícola que se han mejorado genéticamente, ejemplo de estos casos son variedades de arroz, frijol y maíz, papaya, bananas, tomate, soya, algodón, papa y otros.

A continuación se mencionan brevemente algunos de los cultivos que han sido mejorados genéticamente, en la primera columna se menciona el cultivo, seguido de su nombre científico; la tercera columna se refiere a la característica que se ha desarrollado sobre ellos y luego está el evento.

Cuadro 7: Cultivos que han sido mejorados genéticamente a través de biotecnología, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

Cultivo	Nombre Científico	Característica Introducida	Evento	Año del mejoramiento
Soja		tolerancia al herbicida glifosato	<u>40-3-2</u>	1996
Maíz	<i>Zea mays</i>	resistencia a insectos lepidópteros	<u>176</u>	1998
Maíz	<i>Zea mays</i>	tolerancia al herbicida glufosinato de amonio	<u>T25</u>	1998
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>	resistencia a insectos lepidópteros	<u>MON531</u>	1998
Maíz	<i>Zea mays</i>	resistencia a insectos lepidópteros	<u>MON810</u>	1998
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>	tolerancia al herbicida glifosato	<u>MON1445</u>	2001
Maíz	<i>Zea mays</i>	resistencia a insectos lepidópteros	<u>Bt11</u>	2001
Maíz	<i>Zea mays</i>	tolerancia al herbicida glifosato	<u>NK603</u>	2004
Maíz	<i>Zea mays</i>	resistencia a lepidópteros y tolerancia al herbicida glufosinato de amonio	<u>TC1507</u>	2005
Maíz	<i>Zea mays</i>	tolerancia al herbicida glifosato	<u>GA21</u>	2005
Algodón	<i>Gossypium hirsutum L.</i>	Tolerancia al Herbicida Fosfinotricina (PPT) específicamente Glufosinato de Amonio	LL25	Sin fecha
Papaya	<i>Carica papaya.</i>	Resistencia a infecciones virales, virus de la mancha anular de la papaya (PRSV).	55-1/63-1	Sin fecha
Naranja		Resistencia a virus de la psorosis de los cítricos.	21 CP-GUS; 34 CP-GUS; 28 CPGUS 96 CP-GUS; 24K3-GFP y otros	2006. Fue aprobado para experimentación en invernadero.

Fuente: ArgenBio (2005),

El evento según ArgenBio (2005), es una recombinación o inserción particular de ADN ocurrida en una célula vegetal a partir de la cual se originó la planta transgénica, dichos eventos de transformación son únicos, y difieren en los elementos y genes insertados, los sitios de inserción en el genoma de la planta, el número de copias del inserto, los patrones y niveles de expresión de las proteínas de interés, etc. Especificando que no es el cultivo el que recibe la autorización, sino el evento de transformación genética, o simplemente “evento”.

El conocimiento de la Biotecnología Agrícola y del cultivo de tejidos en altos porcentajes puede deberse a que los docentes de la universidad, conocen o han escuchado acerca de los laboratorios de cultivos de tejidos vegetales con que cuenta la universidad y a que se mantienen informados sobre dicho tema.

De los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, el 12% expresa no estar informado sobre la biotecnología, el 74% expresa estar poco informado y únicamente el 14% expresa estar informado lo suficiente

La información referente a las técnicas de transformación genética, es escasa en el país, debido en gran parte al poco desarrollo tecnológico, pocas investigaciones relacionadas, escasa divulgación del tema y a que según FAO (s.f.) a corto plazo, la implementación de las biotecnologías apropiables en los países en desarrollo se concentran en el cultivo de tejidos, mientras que la Ingeniería Genética se visualiza a largo plazo.

Con respecto a los medios de comunicación que utilizan los docentes encuestados del campus central de la UES, el 8% de ellos no se informa sobre la biotecnología, el 92% restante si lo hace y para ello, el 55% lo ha hecho a través de revistas y exposiciones, el 47 a través de internet, el 41% a través de periódicos y el 26% a través de libros y boletines; sin embargo. (Ver figura 29). La mayoría de personas utilizan más de uno de estos medios para mantenerse informado por lo que la sumatoria de los resultados no es del 100%.

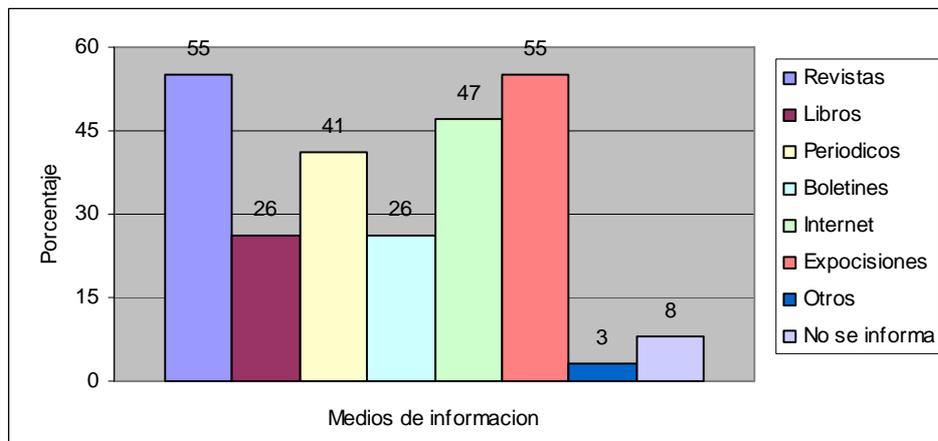


Figura 29. Medios a través de los cuales se informan sobre biotecnología, los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

La mayoría de los docentes se informan a través de revistas y un pequeño porcentaje a través de libros, debido posiblemente a que este tipo de material bibliográfico se encuentra disponible en las diferentes bibliotecas establecidas dentro del alma mater, Otro gran porcentaje se informa a través de internet por la disposición de este en la mayoría de los departamentos que conforman cada facultad y otro medio muy utilizado son los periódicos preferidos por la diversidad de información que ofrecen sobre diferentes aspectos de la vida cotidiana a nivel nacional e internacional y su bajo costo.

El 45% de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, está de acuerdo con el uso de la biotecnología agrícola moderna para mejorar especies que no se pueden mejorar por métodos convencionales, mientras que un 55% no está de acuerdo.

Según ALDS (2004), la Biotecnología Agrícola mediante la tecnología del ADN recombinante permite recortar y pegar material genético de unos organismos a otros, para modificar algunas de sus características como resistencia a heladas, adaptación a mayores alturas, etc. De acuerdo a esto un porcentaje menor a la mitad de los docentes está de acuerdo con la Biotecnología Agrícola, sin embargo, otro

porcentaje mayor no está de acuerdo debido a que según el mismo autor, estos son mecanismos que la naturaleza jamás habría de producir a través de la evolución.

4.4.3. Producción, comercialización y consumo de transgénicos en el salvador.

El 80% de los docentes encuestados del campus central de la UES, expresan tener conocimiento sobre la comercialización de productos derivados de OGM en el mercado salvadoreño, y únicamente el 20% expresan no conocer sobre ello.

El 51% de los docentes del campus central de la UES, aseguran que han consumido productos transgénicos, mientras que el 49% expresa que posiblemente.

La mayoría de la población tiene conocimiento acerca de la comercialización de productos transgénicos o derivados de estos y no precisamente por que dentro de la etiqueta que los identifica se encuentre definida la categoría de transgénico, por tal motivo, ningún docente se atreve a decir que no ha consumido dichos productos, más bien, algunos de acuerdo a las marcas de los productos consideran que han consumido este tipo de alimentos, otros consideran que posiblemente.

De los docentes del campus central de la UES, el 61% clasifica el producto transgénico consumido, dentro de las harinas, el 55% de las hortalizas, el 43% dentro de las frutas, el 28% pastas y el 19% dentro de las bebidas (ver figura 30)

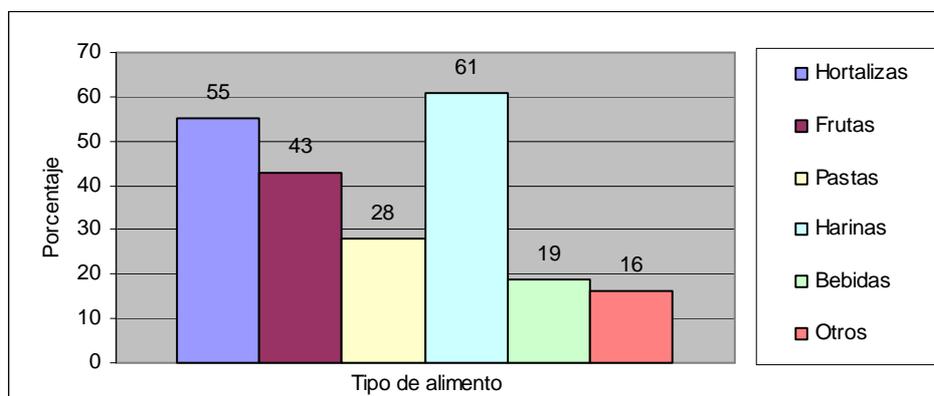


Figura 30. Clasificación de los alimentos transgénicos consumidos, según los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

En internet y otros medios, se encuentra disponible información sobre marcas de productos alimenticios en los que se utilizan aditivos o ingredientes de origen transgénico o bien se mencionan algunas características que diferencian un producto transgénico de uno convencional, por lo que los docentes en base a marcas, consideran que han consumido harinas transgénicas; algunos consideran que han consumido hortalizas transgénicas por su procedencia de otros países de la región o bien por su duración anaquel, por ejemplo, tomates que tienen mayor vida anaquel bajo refrigeración; otros, basándose también en el origen de procedencia y en el tamaño, consideran que han consumido frutas transgénicas como papayas.

El 94% de los docentes del campus central de la UES, consideran que el consumo de OGM no les ha causado ningún síntoma de enfermedad y únicamente el 6% consideran que si.

Es de aclarar, que según el doctor Daniel Yam PhD en endocrinología, inmunología y nutrición, citado por Piñero (s.f.), los principales causantes del cáncer, obesidad, hipertensión, arteriosclerosis, enfermedades del corazón, diabetes tipo II, enfermedades autoinmunes, parkinson, epilepsia, demencia, esquizofrenia, depresión y muchas más, son 2 factores: insulina y ácidos grasos esenciales.

El 59% de los docentes del campus central de la UES, manifiestan conocer los posibles riesgos del consumo de productos transgénicos, sin embargo los beneficios solo los conoce un 33%

Estos porcentajes, pueden ser el resultado de que numerosos grupos ambientalistas han promovido a través de los medios de comunicación y en numeroso círculos de profesionales, políticos, gobernantes, agricultores y empresariales detracciones sobre los alcances y peligros que puede significar la liberación en el medio ambiente de plantas, animales y microorganismos cuyo sistema genético ha sido manipulado o modificado. (FAO, s.f.)

El impacto que tienen estas campañas sobre la opinión de la población, trae consigo, consecuencias negativas para la misma sociedad, desarrollo científico, tecnológico y económico del país, ya que basados en información negativa sobre la biotecnología, se establece un rotundo rechazo a las Biotécnicas, a la tecnología e investigación en esta áreas y a los productos de estas, limitando el desarrollo científico del país.

De los docentes de educación básica, el 78% prefiere los alimentos convencionales y el 22% le es indiferente que sean convencionales o transgénicos.

Estos resultados, se deben a que la mayoría de la población siente temor de consumir productos cuyos riesgos resultarían hasta mortales pocos años después de estarlos consumiendo. Según Rebelión (2001), explica que en 1998 investigaciones realizadas demostraron que la papa transgénica con genes que producen lecitina (proteína que destruye las células del sistema inmunológico), puede modificar el metabolismo humano. Dicho trabajo fue realizado por el investigador Arpad Pusztai y consistió en alimentar ratas con estas papas transgénicas por cien días y el resultado fue el retardo del crecimiento de las ratas y menor resistencia a las infecciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, el 20% de los docentes encuestados del campus central de la UES, consideran tener la capacidad de diferenciar un producto convencional de un transgénico, sin embargo un 80% considera que no sabe como diferenciarlos; y el 76% no esta de acuerdo con la implementación de estos cultivos en el país y es únicamente el 24% esta de acuerdo con la implementación de estos cultivos en el país.

La mayoría de la población no está segura de saber diferenciar un producto transgénico de uno convencional debido a que no todos, son de gran tamaño, ya que según Brown, Campbell y Priest (1989), la mejora genética puede consistir en dar a una especie, resistencia a enfermedades, mientras que Grierson y Covey (1991), consideran que la mejora genética puede consistir en introducir tolerancia al frío en plantas de origen tropical y subtropical por ejemplo.

De los docentes del campus central de la UES, el 79% considera que el sector que resultara mayormente beneficiado es el sector económico, el 37% cree que la agricultura, el 16% cree que el medio ambiente y la salud humana y animal y solo un 14% cree que el sector social, sin embargo hay un 10% que cree que todos los sectores resultarían beneficiados y un 15% que considera que ninguno de los sectores se beneficiaria con la implementación de la biotecnología (ver figura 31).

Dentro de esta pregunta, se les dio la oportunidad a las personas encuestadas de elegir más de una opción, ya que la Biotecnología es un área que influye sobre muchos sectores, generando así consecuencias positivas o negativas en cadena, es decir podría afectar más de un sector. Por lo anterior, los resultados no suman el 100%.

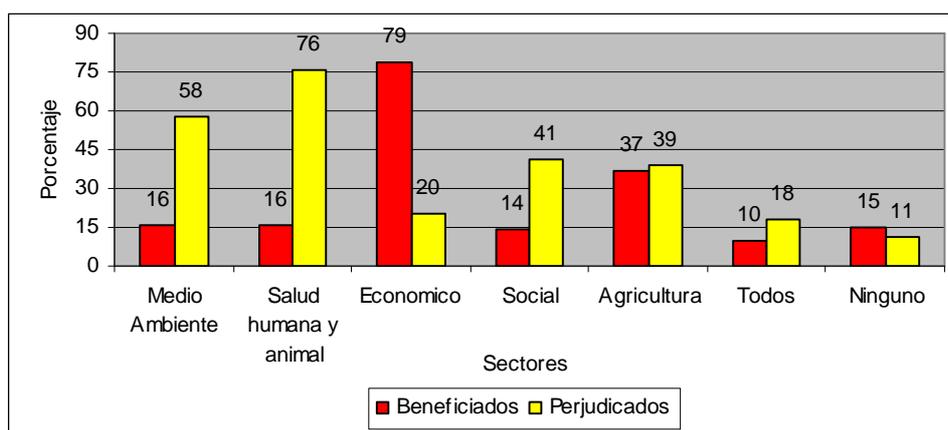


Figura 31. Sectores que resultarían beneficiados o perjudicados al implementar la biotecnología en el Salvador, según los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

Un gran porcentaje de la población considera que uno de los sectores beneficiados sería el económico ya que los productos resultantes de estas tecnologías son administrados por empresas transnacionales cuyos objetivos son incrementar sus ganancias, además de tener políticas de patentes para cada uno de estos. Otro de los sectores que según la población resultaría beneficiado con la implementación de esta tecnología sería la agricultura por las características o ventajas que ofrecen estas tecnologías independientemente del organismo o entidad que las administre.

De los docentes del campus central de la UES, el 76% considera que el sector más perjudicado es la salud humana y animal, el 58% considera que el medio ambiente, el 41% dice que el sector social, el 39% cree que la agricultura y únicamente el 20% cree que el económico; sin embargo hay un 18% que considera que todos los sectores resultarían perjudicados y únicamente el 11% considera que ninguno. (Ver figura 31)

Como se mencionó anteriormente, la población se basa en los riesgos a la salud humana que se corren al consumir productos transgénicos, como alergias, cáncer, efectos tóxicos o problemas neurológicos y cardíacos, descritos por la fundación Heinrich Boll y CDC (s.f.) lo que causa temor y necesidad de prevenirlos evitando el consumo de estos y es ante tal temor que se concluye por la población encuestada que el sector de la salud humana y animal sería el más afectado, seguido del medio ambiente. Cabe mencionar, que FAO (s.f.), considera que esto se debe al desconocimiento que tienen numerosos profesionales y técnicos sobre los efectos de los contaminantes al medio ambiente. Otro porcentaje de la población considera que todos los sectores de la población resultarían perjudicados porque mantienen que estos se encuentran relacionados entre sí y un acontecimiento de esta naturaleza ocasionaría una reacción en cadena, involucrando todos los sectores mencionados (salud humana y animal, sector social, agricultura, economía y medio ambiente).

Según la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica World Trade Centre. (2000), la biotecnología Moderna tiene grandes posibilidades de contribuir al bienestar humano si se desarrolla y utiliza con medidas de seguridad adecuadas para el medio ambiente y la salud humana.

En el artículo 16, del Protocolo de Cartagena, específicamente en el numeral 2, establece que “se impondrán medidas basadas en la evaluación del riesgo en la medida necesaria para evitar efectos adversos de los organismos vivos modificados en la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo

también en cuenta los riesgos para la salud humana, en el territorio de la Parte de Importación”.

El 70% de los docentes del campus central de la UES, considera que con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, se mejorarían las producciones, el 61% considera que se reduciría el ataque de plagas y enfermedades, el 22% considera que se mejoraría la calidad de vida de los agricultores y se garantizaría la seguridad alimentaria del país y el 20% considera que se mejoraría la calidad de los alimentos; sin embargo un 14% considera que no habrían logros. (Ver figura 32)

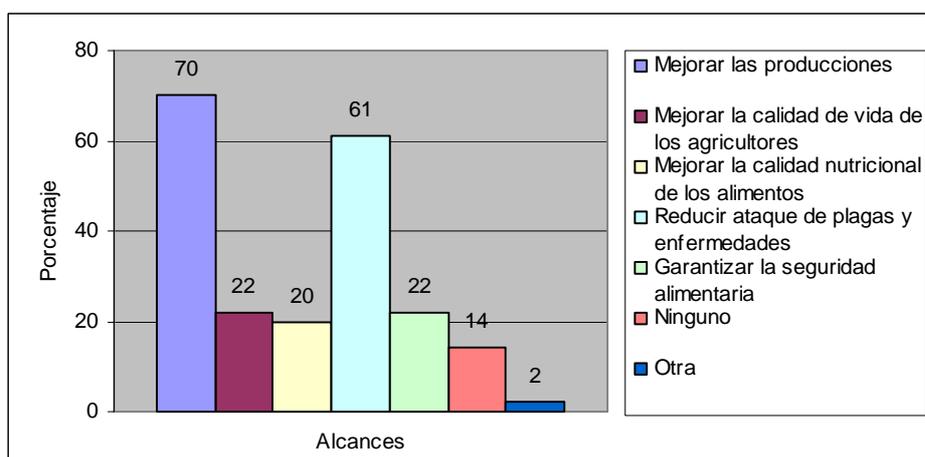


Figura 32. Logros que se alcanzarían con la implementación de la biotecnología agrícola en El Salvador, según los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Con respecto a los objetivos que persigue la Biotecnología Agrícola, la población se encuentra informada debido a que la mayoría considera que con la implementación de esta se mejoraran las producciones, se reducirá el ataque de plagas y enfermedades a los cultivos. Sin embargo, pocos creen que se mejoraría la calidad de vida de los agricultores, ya que las políticas de las transnacionales buscan crear dependencia del agricultor a sus semillas y otros insumos (ALDS, 2004), no obstante, se considera que los productos de la biotecnología agrícola ofrecen a los agricultores mayor rentabilidad al producir más alimentos en menor superficie otro bajo

porcentaje considera que no se garantizaría la seguridad alimentaria del país, tal como lo manifiesta Mazoyer, citado por FAO (s.f.) que asegura que puede que la biotecnología aumente la cantidad de alimentos producidos, pero el problema de la seguridad alimentaria se debe a la carencia de medios de producción por los campesinos más pobres del mundo, la falta de poder adquisitivo de otros consumidores pobres de las zonas rurales y urbanas pobres, entre otras razones. Muy pocos consideran que al aplicar esta tecnología se mejoraría la calidad de los alimentos y otros opinaron que no se lograría ningún aspecto.

El 84% de los docentes del campus central de la UES, proponen en lugar de la biotecnología agrícola moderna, el uso de variedades mejoradas por métodos convencionales y el 55% propone el manejo integrado de plagas, sin embargo hay un 5% que propone mayor uso de químicos. (Ver figura 33)

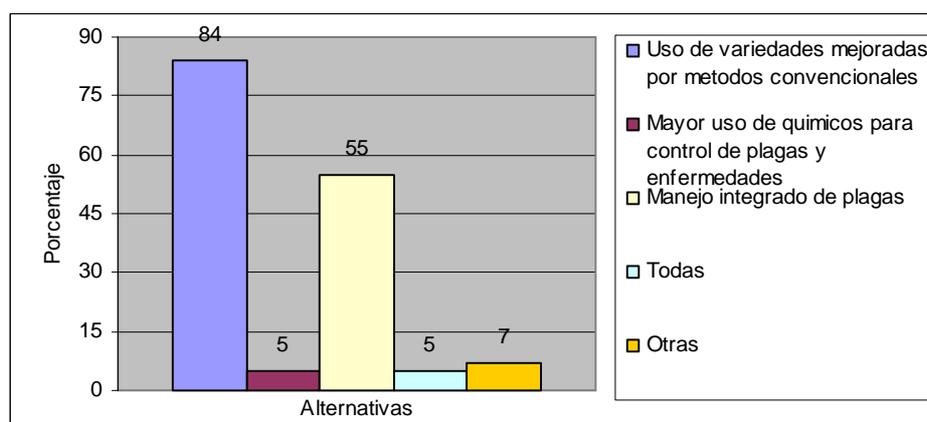


Figura 33. Alternativas que proponen en lugar de la biotecnología, los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Ante la incertidumbre de que si los transgénicos son o no beneficiosos o perjudiciales a la salud humana, la población propone alternativas ante esta tecnología mientras que FAO (s.f.), considera que los métodos biotecnológicos son complementos de los programas de mejoramiento genético para la obtención de material vegetal con características de resistencia a diversas condiciones de estrés.

4.4.4. Laboratorios de biotecnología agrícola en El salvador.

De los docentes del campus central de la UES, únicamente el 11% sabe de la existencia de laboratorios de biotecnología a nivel nacional, y el 35% que existen laboratorios en el campus de la universidad; y un 19% manifestó conocer las funciones específicas de estos.

De los docentes del campus central de la UES, únicamente el 1% manifestó haber participado en investigaciones realizadas por los laboratorios de biotecnología y solo el 12% dice conocer los aportes que estos hacen al agro nacional.

Son pocos los docentes que conocen acerca de la existencia de laboratorios dedicados a la Biotecnología Agrícola en el país y aun de los que se encuentran dentro de la universidad debido a que estos cuentan con presupuestos bajos de manera que disponen de pocos medios de información para darse a conocer o carecen de los medios necesarios para elaborar programas de capacitación al público en general que se interese por estos temas, de manera a penas un 1% ha participado en investigaciones de Biotecnología. Otro aspecto que influye sobre el conocimiento de los laboratorios es la poca relación que puede guardar con las actividades de los docentes y el poco interés que muestran en la ejecución de estas actividades.

El 90% de los docentes del campus central de la UES, considera que la UES debería generar investigaciones sobre biotecnología, el 60% considera que debería prestar servicios de análisis de riesgos en cultivos transgénicos, el 59% cree que debería crear capacitaciones, el 46% dice que la UES debería de crear una carrera y únicamente el 19% considera que debería de promoverla; sin embargo hay un 13% que considera que debe de implementarlas todas las opciones antes descritas. (Ver figura 34)

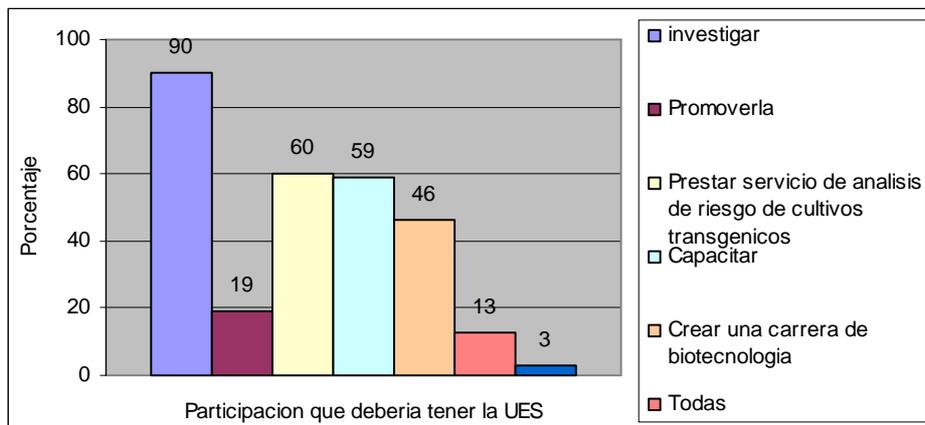


Figura 34. Participación que debe tener la Universidad de El Salvador en el desarrollo de la biotecnología, según los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

Los docentes consideran que para un país en vías de desarrollo la investigación es fundamental y que debería ser ejecutado por la universidad ya que según FAO (s.f), la biotecnología agrícola ha estado dirigida primordialmente por la industria privada y destinada a los agricultores de los países desarrollados. Así mismo, la universidad debería prestar el servicio de análisis de riesgos en cultivos transgénicos, servicio del que se hace uso a nivel internacional, otro porcentaje importante considera que se deben ofrecer capacitaciones y crear una carrera, pero muy pocos estiman necesario que la universidad promueva este tipo de tecnología, debido a la falta de investigación sobre los riesgos que pueden ocasionar.

El 100% de los docentes del campus central de la UES consideran que los laboratorios de la UES deben informar sobre los trabajos que realizan; de los cuales, el 82% considera que deben hacerlo a través exposiciones, el 79% a través de periódicos, el 65% a través de boletines, el 62% a través de revistas e internet y el 24% a través de libros. (Ver figura A 12)

Los docentes están concientes que de nada sirve investigar sino se divulga la información obtenida por lo que recomiendan a los laboratoristas que informen sobre los trabajos que realizan, principalmente a través de exposiciones ya que estas

permiten un aprendizaje horizontal con los investigadores o mas personalizado y verídico y por la disponibilidad de instalaciones y acercamiento con los estudiantes, también recomiendan periódicos, boletines, revistas e internet por su accesibilidad. Los libros son poco recomendados posiblemente por los trámites que se realizan en las bibliotecas para prestarlos o bien por su alto costo si se ofrecen a la venta.

4.4.5. Legislación nacional.

Únicamente el 25% de los docentes del campus central de la UES, dicen tener conocimiento de la existencia del Protocolo de Cartagena, mientras que un 75% dicen conocerlo.

De los docentes del campus central de la UES, el 15% conocen el principio de precaución incluido en el Protocolo de Cartagena, el 14% conoce sobre que trata, el 10% que ya fue ratificado por El Salvador y que está vigente en el país, mientras que un 7% manifestó que únicamente ha escuchado de su existencia

La población en general, conoce muy poco acerca de las leyes sobre Biotecnología, haciendo énfasis en que este Protocolo es uno de los más conocidos e importantes por establecer leyes que protegen la Biodiversidad y garantizan la seguridad ante la biotecnología y sus productos.

El 54% de los docentes del campus central de la UES, está de acuerdo con el artículo 30 de la Ley de Semillas y un 37% no está de acuerdo; sin embargo, solo un 42% tiene conocimiento que el MARN es el organismo encargado de regular y promover los mecanismos de control de la biotecnología en el país, auxiliado por el Ministerio de Salud Publica y asistencia Social (MSPAS) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

En este sector encuestado, la mayoría está de acuerdo con el articulo 30 de la Ley de Semillas, principalmente con lo que se refiere a la prohibición de la importación,

producción y comercialización de semillas transgénicas, el resto de la población se opone a este porque prohíbe además la investigación sobre estas. En cuanto a las entidades encargadas de regular y promover los mecanismos de control de los OGM en el país, menos de la mitad de los docentes, saben que es directamente el MARN, lo que significa que ante un caso de violación al Protocolo de Cartagena o a las Normas de Bioseguridad, la población no sabría a quien acudir.

4.4.6. Sobre la cátedra.

El 91% de los docentes del campus central de la UES, consideran necesario que los estudiantes de la misma conozcan sobre la biotecnología, sin embargo únicamente el 39% expresaron que han incluido el tema en la materia que imparten

El 18% de los docentes del campus central de la UES, que dicen que han incluido el tema de la biotecnología en su materia lo han hecho solo mencionado en clases, el 16% manifiesta que lo ha incluido como clase y evaluación, mientras que un 13% lo ha incluido como tarea exaula o reporte

Estos datos demuestran la necesidad de dar a conocer el tema a los estudiantes, sin embargo, entre los docentes no hay integración de esfuerzos por resolver dicha situación, ya que por falta de conocimientos o praxis en el tema, no encuentran como relacionarlo a la materia que imparten, considerando que la Biotecnología abarca diferentes ciencias, tienen innumerables aplicaciones e impactos positivos y negativos sobre diferentes sectores de la sociedad, de manera que quienes lo han incorporado durante el ciclo de clases lo han hecho de manera aislada o superficial, no obstante, los esfuerzos por conocer y divulgar el tema se están haciendo a nivel de la universidad.

El 51% de los docentes del campus central de la UES, que dijeron que no han incluido el tema en clases manifestaron que no lo han incluido por que no se relaciona con la cátedra que imparten, el 5% por que el ciclo es muy corto y a los

estudiantes se les informa de otra forma, mientras que el 1% dice que la teoría no sirve si no hay practica.

Muchos docentes, aun manifiestan poco interés en el tema por lo que no lo incluyen en el desarrollo de su materia, dejando, que sus estudiantes conozcan el tema por otros medios o bien lo desconozcan.

4.5. LABORATORIOS DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA A NIVEL NACIONAL

En El Salvador el primer laboratorio de biotecnología agrícola que se instalo fue el de la Facultad de Ciencias Agronómicas, en la Universidad de El Salvador (UES) en el año de 1986, seguido por el de Universidad Católica de Occidente (UNICO), en el año de 1987; sin embargo el ultimo que se instalo es el de Genética Salvadoreña (GENSA), ubicado en el departamento de Santa Ana (ver cuadro A 3), sumando un total de 8 laboratorios. Venezuela actualmente cuenta con 90 Centros de Investigación en Biotecnología (Laboratorios, Centros, Unidades, Estaciones Experimentales y Departamentos) (García, 2005)

De los laboratorios de biotecnología existentes, el 50% son de carácter nacional y el otro 50% son de carácter privado. (Ver tabla A 3), en Venezuela el 78.4% de los investigadores pertenecen a instituciones de carácter estatal, concentrados principalmente en los centros de educación superior y solo el 21.6% a empresas privadas. (García, 2005)

Las universidades estatales de Venezuela poseen más del 56% de los laboratorios de investigación en biotecnología agrícola. (García, 2005). En el Salvador solo el 25% pertenece a Universidades estatales.

El 62.5% de los encargados de los laboratorios, posee un grado de licenciado o ingeniero, mientras que un 25% posee un grado de master y únicamente el 12.5% posee grado de PhD o su equivalente. (Ver figura 35)

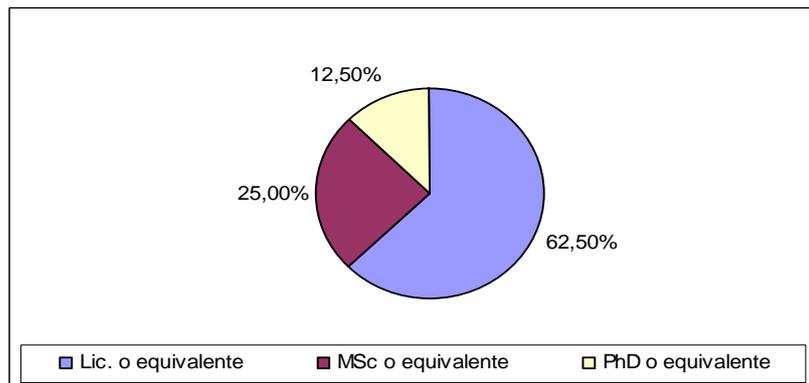


Figura 35. Grado académico que poseen los responsables de los laboratorios de Biotecnología Agrícola de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

El 87.5% de los laboratorios de biotecnología emplean otros profesionales, los cuales se desempeñan en actividades técnicas, de estos, el 43% son licenciados, mientras que el 28.5% son ingenieros y el otro 28.5% bachilleres.

De los laboratorios el 25% emplea únicamente a un profesional técnico, aparte del responsable del laboratorio, el 25% emplea a 3 y otro 25% emplea a 5, mientras que un 12.5% emplea a 2 y el otro 12.5% no emplea a ninguno.

El 12.5% de los laboratorios que no emplean otro profesional técnico, esta representado por 2 laboratorios de los cuales uno de ellos considera innecesario la contratación de mas personal, mientras que el otro no lo hace por falta de recursos

De los profesionales técnicos que trabajan en los laboratorios, el 12.5% se dedica a la compra de equipo y reactivos, el 12.5% al control del laboratorio, el 12.5% a la producción de semillas, mientras que el 25% se dedica al manejo de invernaderos y el 75% a auxiliar de laboratorio. (Ver tabla A 11)

El 87.5% de los laboratorios esta generando investigación, el 62.5% se dedica a la actividad comercial, el 37.5% esta generando docencia y únicamente el 12.5% manifiesta que se dedica a otra área. (Ver figura 36)

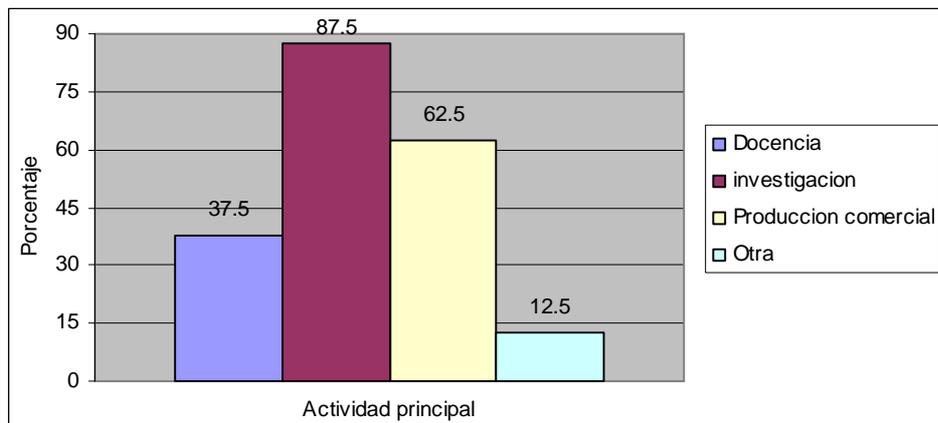


Figura 36. Actividad principal a la que se dedican los laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

De los laboratorios de biotecnología instalados en El Salvador, el 12.5% tiene como línea principal de investigación la caracterización molecular y el diagnóstico de patógenos, el 37.5% la conservación e intercambio de germoplasma y la limpieza de material y el 50% el desarrollo de protocolos para la producción comercial de plantas, mientras que el 25% manifiesta que tienen otra línea de investigación. (Ver figura 37)

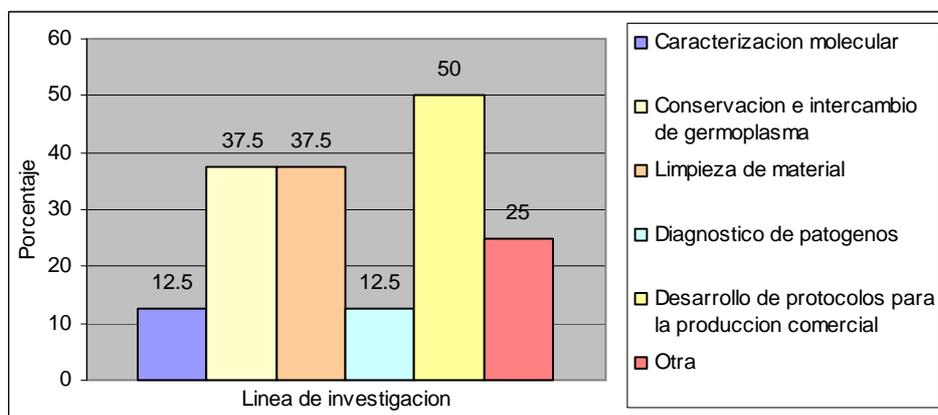


Figura 37. Principal línea de investigación de los laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

El 75% de los laboratorios manifiesta que esta trabajando en proyectos de investigación, mientras que el 50% esta trabajando en proyectos de producción comercial y únicamente el 25% esta trabajando en proyectos de docencia. En

Venezuela los laboratorios poseen un total de 261 proyectos, de los cuales el 91% están en instituciones estatales, destacándose la Universidad Central de Venezuela (UCV), con el 44% de estos proyectos. (García, 2005)

El 12.5% de los laboratorios tiene una capacidad instalada de producción entre 1,000 y 10,000 plantas por año; el 37.5% entre 30,001 y 50,000; mientras que el 25% su capacidad esta entre 50,001 y 10,000 y el otro 25% mas de 10,000 plantas por año. Ver figura 38)

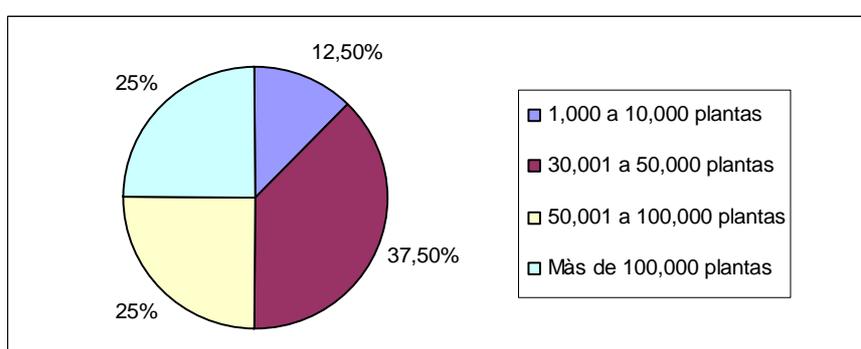


Figura 38. Capacidad instalada de producción de plantas por año que poseen los laboratorios de biotecnología de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

Para los rangos de producción real de plantas por año entre 1,000 y 10,000; 10,001 y 30,000; 30,001 y 50,000; 50,001 y 100,000; y más de 100,000 el % de laboratorios cuya producción oscila entre estos es de 12.5% para todos, sin embargo hay un 37.5% de los laboratorios que manifestó no estar obteniendo una producción.

Los laboratorios que no están obteniendo una producción manifestaron que se debe a la falta de apoyo institucional, tal es el caso de los laboratorios de agronomía de la UES y el de la UNICO, no así el caso de PROCAFE que manifestó que se debe a que en este momento solo se están dedicando a la investigación. (Ver figura 39)

En Venezuela la investigación en biotecnología y en biotecnología agrícola en particular se financia y promueve a través de diferentes vías: entes estatales, privados y organismos internacionales. Se han identificado una serie de organismos financiadores que operan con capital público y algunos organismos multilaterales.

Algunos de ellos son venezolanos y operan a través de los organismos del Estado; otros, los foráneos, operan en Venezuela a través de las respectivas embajadas o a través de las unidades de cooperación internacional de los organismos del Estado (García, 2005)

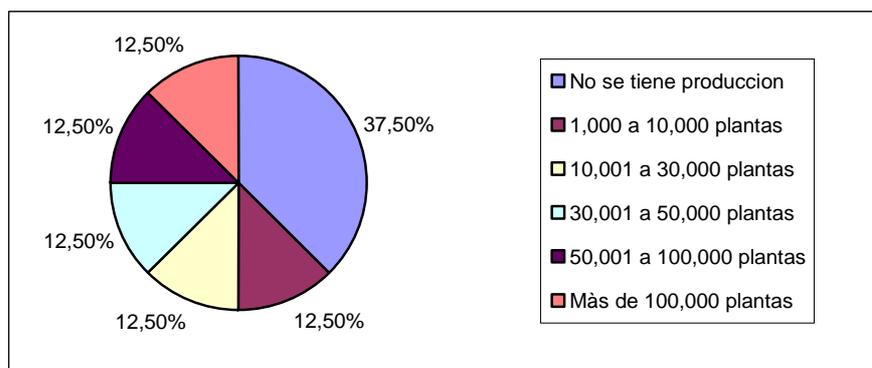


Figura 39. Cantidad real de plantas por año que producen los laboratorios de biotecnología de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

El cultivo que está siendo producido por la mayoría de los laboratorios es el de las musáceas, ya que un 75% están trabajando en él, seguido por el de la piña y las violetas ambas con un 37.5%, y la caña de azúcar y el loroco ambos con un 25%, mientras que el resto de los cultivos únicamente los esta trabajando un 12.5% de los laboratorios. (Ver figura 40)

Según García (2005), en el caso de Venezuela se esta trabajando con los siguientes cultivos

Frutales: Cítricos, papaya, fresa, banano, plátano, maracuyá (parchita), zapote, coco, níspero, uva, piña, mango, fresa, mora, aguacate, guayaba y lechosa.

Cereales: Arroz, maíz, trigo, cañad e azúcar

Leguminosas: Soya, frijol, arveja, caraota, canavalia.

Hortalizas: Tomate, pepino, espárrago, pimentón, zanahoria, ajo, cebolla, ají dulce

Tubérculos y raíces: papa, ñame, yuca, batata y ocumo.

Industriales: Café, cacao, caña de azúcar, Agave cocuy, algodón, aloe vera, girasol, ajonjolí, sésamo, onoto, mostaza, pimienta, algas, tabaco, palma aceitera, pijiguao, bambú y plantas forrajeras

Medicinales: Hierba mora

Forestales: Pino, eucalipto, teca y caoba.

Ornamentales: bromelias, gloxineas, astromelia, clavel, orquídeas, gerbera, rosas, syngonium, santhorium, azalea, gypsophila, helechos, papagayo, girasol, cilantrillo plateado, úcaro negro, nazareno, bastón del emperador, cactáceas.

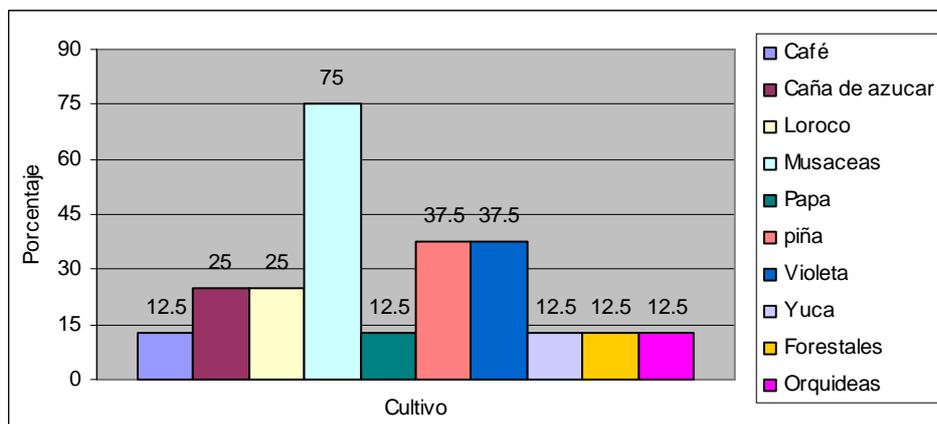


Figura 40. Cultivos en los cuales se encuentran trabajando los laboratorios de biotecnología de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

El 50% de los laboratorios emplea la micropropagación de plantas, el 37.5% emplea la biotécnica de cultivo de meristemos, el 25% la propagación a través de microestacas, mientras que la clonación, el cultivo de yemas y la embriogénesis somática son aplicadas únicamente por el 12.5%. (Ver tabla 1)

En Venezuela se están utilizando aproximadamente 52 biotécnicas modernas entre las cuales destacan: Inmunología, Biología Molecular Básica, Ingeniería Genética, Bioinformática, Marcadores moleculares, Estudios Genómicos, Transformación Genética, Nanobiotecnología, Geonómica Funcional y Microchips de ADN (García, 2005)

Tabla 1. Biotécnicas aplicadas por los laboratorios de biotecnología de El Salvador, a los diferentes cultivos sobre los cuales están trabajando, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

	Biotécnicas aplicadas por los laboratorios					
	Clonación	Cultivo de Meristemos	Cultivo de Yemas	Embriogénesis somática	Microestacas	Micropropagación
Si	12,5	37,5	12,5	12,5	25	50
No	87,5	62,5	87,5	87,5	75	50
Total	100	100	100	100	100	100

El objetivo de producir del 75% de los laboratorios es la investigación, mientras que para el 62.5% es la comercialización y para el 25% la docencia; sin embargo para el 12.5% es renovar el parque cafetalero y otro 12.5% ornamentación de la institución a la que pertenece (ver figura 41), sin embargo ninguna de las instituciones manifestó publicar artículos sobre el trabajo que realiza. En Venezuela existen 32 revistas de biotecnología agrícola de las cuales 17 pertenecen a universidades nacionales (García, 2005)

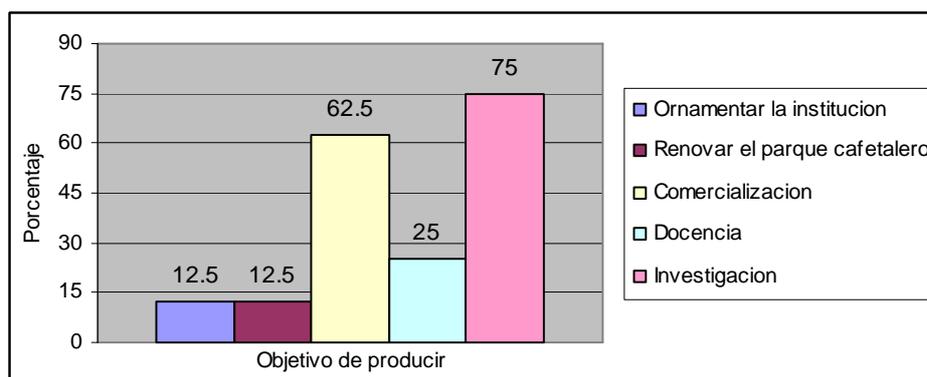


Figura 41. Objetivo de producir de los laboratorios de biotecnología de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

El 50% de los laboratorios ofrece los servicios de venta de microplantas, el 25% limpieza de material y elaboración de protocolos para la producción comercial, mientras que un 12.5% ofrece servicios de caracterización molecular, venta de germoplasma y diagnóstico de patógenos; sin embargo hay un 37.5% que manifiesta que ofrece otros servicios (ver tabla 2)

Tabla 2. Servicios que ofrecen los laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

	Servicios que ofrecen los laboratorios							
	Venta de micro plantas	Caracterización molecular	Evaluación de riesgos de plantas transgénicas	Venta de germoplasma	Limpieza de material	Diagnóstico de patógenos	Elaboración de protocolos para la producción de plantas	Otros
Si	50	12.5	0	12.5	25	12.5	25	37.5
No	50	87.5	100	87.5	75	87.5	75	62.5
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

El 100% de los encargados de los laboratorios afirmaron que necesitan capacitarse. De estos el 75% considera que necesitan capacitarse en embriogénesis somática, el 62.5% en micropropagación masal, el 37.5% en hibridación molecular, crioconservación, biología molecular, transformación genética y en otras áreas; mientras que el 25% consideran que deben capacitarse en análisis computacional de frecuencias y estructuras, construcciones genéticas e hibridación molecular; y únicamente el 12.5% considera que en secuenciación y purificación y caracterización de virus. (Ver figura 42)

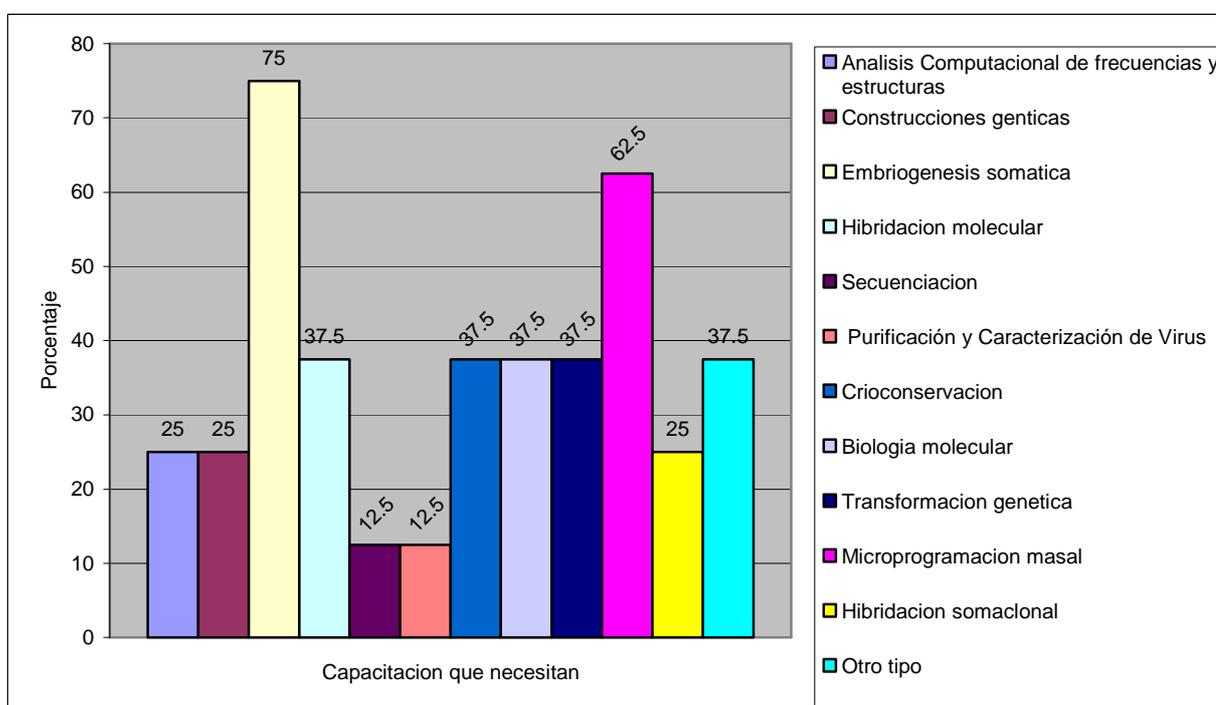


Figura 42. Posición de los encargados de los laboratorios a cerca que si necesitan capacitarse y en que áreas, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

El 50% de los laboratorios considera que sus condiciones en cuanto a agua son excelentes, mientras que el 12.5% consideran que están muy buenas y otro 12.5% que son buenas, sin embargo un 25% dicen que son regulares. (Ver tabla 3)

El 50% de los laboratorios considera que sus condiciones en cuanto a luz son excelentes, mientras que un 12.5% consideran que son muy buenas, un 25% que son buenas y únicamente un 12.5% que son regulares. (Ver tabla 3)

El 37.5% de los laboratorios considera que sus condiciones en cuanto a espacio son excelentes, mientras que un 25% consideran que son buenas y un 37.5% consideran que son regulares. (Ver tabla 3)

El 37.5% de los laboratorios considera que sus condiciones en cuanto al edificio son excelentes y otro 37.5% consideran que son regulares, sin embargo hay un 25% que consideran que son malas. (Ver tabla 3)

El 50% de los laboratorios considera que sus condiciones en cuanto a equipo son excelentes, el 12.5% consideran que son muy buenas, el 25% consideran que son buenas y el 12.5% consideran que son regulares. (Ver tabla 3)

El 50% de los laboratorios considera que sus condiciones en cuanto a reactivos y materiales son excelentes, el 12.5% consideran que son buenas, mientras que el 37.5% considera que son regulares. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Consideraciones de cómo se encuentran los laboratorios en cuanto a infraestructura, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

	Consideración sobre las condiciones laboratorios en cuanto a infraestructura					
	Agua	Luz	Espacio	Edificio	Equipo	Reactivos y materiales
Excelentes	50.0	50.0	37,5	37,5	50.0	50.0
Muy buenas	12,5	12,5	0	0	12,5	0
Buenas	12,5	25.0	25.0	0	25.0	12,5
Regulares	25.0	12,5	37,5	37,5	12,5	37,5
Malas	0	0	0	25.0	0	0
Total	100	100	100	100	100	100

El 75% de los laboratorios considera que el recurso humano de estos debe de incrementar, al igual que consideran que deben de adquirir más equipo.

El 100% de los laboratorios considera que el personal debe continuar estudios de postgrado, de los cuales el 25% considera que se deben estudiar doctorados o post doctorados y el 50% considera que maestrías, sin embargo un 62.5% considera que deben estudiar únicamente diplomados, ya que según ellos es innecesario realizar estudios mas avanzados y que con un diplomado basta para especializarse en el área de interés. (Ver tabla A 12)

En el caso de Venezuela, y a pesar de que la comunidad de investigadores en biotecnología agrícola y especialmente en biotecnología vegetal ha crecido significativamente, el problema de carencia de personal capacitado permanece. Este problema tiene sus raíces en un sistema educativo poco orientado a la formación de investigadores en Ciencias Básicas y Ciencias del Agro. La mayoría de los investigadores en biotecnología agrícola provienen de las carreras de Biología, Ingeniería Agronómica, Ciencias Veterinarias y otras carreras del Agro y el Mar, como Ingeniería de Producción Animal e Ingeniería Pesquera. Sin embargo, estas carreras son las de menos demanda en el subsistema universitario y, para preocupación del país, la demanda en lugar de crecer ha tendido a decaer en los últimos diez años (García, 2005)

Por otra parte Venezuela cuenta con una serie de instituciones entre las cuales existen universidades estatales y otras entidades privadas que ofrecen cursos cortos de especialización y actualización, entre estos se destaca la UNU/BIOLAC que actualmente desarrolla un plan de capacitación para los países de América Latina y el Caribe orientado al perfeccionamiento de habilidades, destrezas y técnicas y el fomento del aprendizaje a partir de la experiencia de otros. Además ofrece becas para tópicos de investigación y adiestramiento que estén dentro de las siguientes áreas prioritarias: Bioética, Bioseguridad, Agro-biotecnología, Bioinformática, Biotecnología médica, Biología molecular, Genómica, Manufactura de productos de Biotecnología avanzada, Microbiología industrial, Patología molecular, Vinculación entre la investigación académica y la industria biotecnológica (García, 2005)

El 87.55 de los laboratorios consideran que el personal debe de especializarse en el área de embriogénesis somática, mientras que el 62.5% consideran que en biología molecular y micropropagación masal; el 50% considera que en microconservación, y el 37.5% que en análisis computacional de secuencias y estructuras, construcciones genéticas, hibridación molecular, secuenciación y transformación genética; y solo un 25% considera necesario adquirir estudios en purificación, caracterización de virus e hibridación somaclonal y otras áreas. (Ver figura 43)

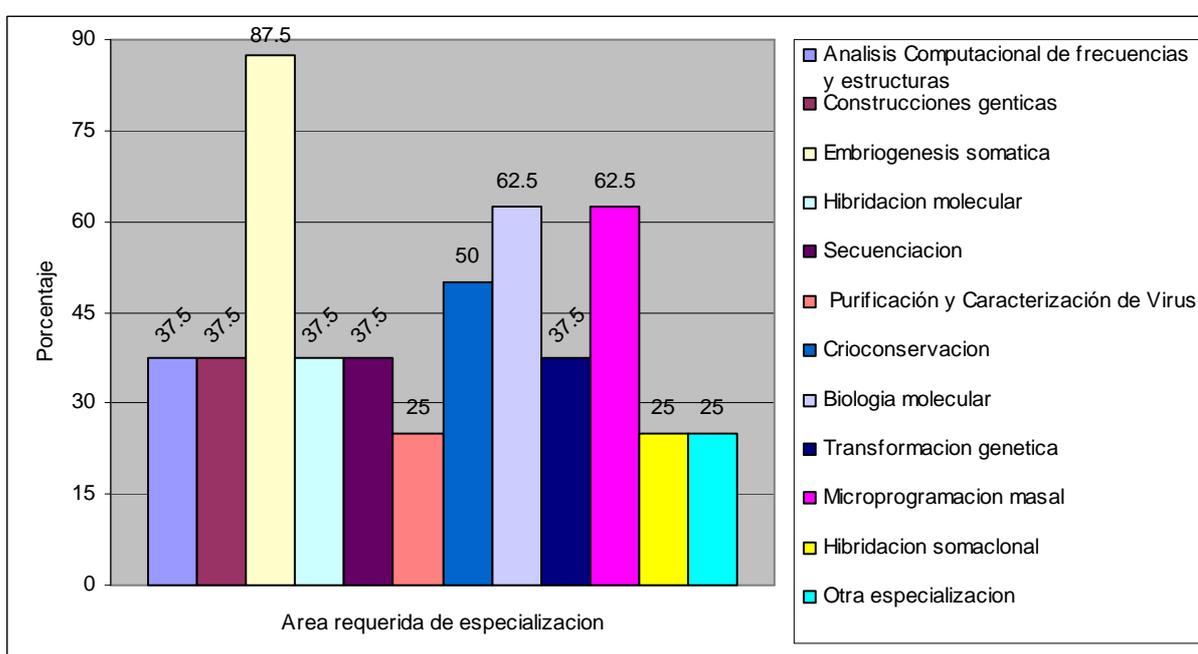


Figura 43. Área en que el personal de los laboratorios de biotecnología de El Salvador debería especializarse, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

4.5.1. Perspectivas a futuro de los laboratorios de Biotecnología en El Salvador

En este apartado se muestra de manera puntual las perspectivas que tienen los laboratorios de biotecnología a corto mediano y largo plazo, según los encargados de los mismos.

Cuadro 8: Perspectiva a futuro, de los laboratorios de biotecnología agrícola, según sus encargados. Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

LABORATORIO	PERSPECTIVAS
UES Agronomía	Tener un edificio solo para el laboratorio
UES Biología	Formular proyectos de investigación e Impulsar la biotecnología en el país
ENA	Preparar recurso humano, Cambiar la legislación nacional y Asegurar el uso de la biotecnología a toda la población
CENTA	Producir cantidades masivas para abastecer el mercado
PROCAFE	Producir cantidades masivas para abastecer el mercado, Funcionar al 100% y mejorar la calidad y producción de la caficultura en el país
UNICO	Tener un edificio solo para el laboratorio y Instalar un laboratorio de Biología molecular y aplicar criopreservación
GENSA	Cultivo de embriones en animales, Realizar pasantillas en Costa Rica para conocer los procesos que realizan en los laboratorios de ese país y Patentación de protocolos
CASSA	Generar más variedades que son promisorias, Incrementar la capacidad de producción del laboratorio y ofrecer servicios

Según García (2005), en el caso de Venezuela, se pretende en un futuro próximo desarrollar lo siguiente:

Búsqueda de genes silvestres promisorios, potenciar estudios de estrés abiótico, reforzar los conocimientos y técnicas de sondas moleculares, desarrollar bases de datos de recursos filogenéticos y biotecnología, reforzar el intercambio de información, homologación de metodología de diagnóstico, formación de recursos humanos, catálogo regional de reactivos, desarrollo de sistemas de información y bancos de datos, impacto de efectos causados por la globalización económica que limitan las perspectivas de la educación en biotecnología, diseñar y promover la percepción pública para desarrollar entornos favorables a la comercialización de productos biotecnológicos, necesidad de establecer estrategias de propiedad intelectual, presencia de redes, asociaciones y grupos que promueven biotecnología vegetal, identificar acciones de promoción de biotecnología apropiable para el pequeño productor, establecer alianzas para una mejor integración de la investigación y el desarrollo a través de gestión biotecnológica, establecer contacto entre distintos sectores para promover políticas de bioseguridad y propiedad intelectual, desarrollar bases jurídicas y legales de protección de recursos genéticos en respuesta a la globalización de productos protegidos por patentes.

ENTREVISTA A INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES Y NO GUBERNAMENTALES SOBRE LA BIOTECNOLOGÍA

Cuadro 9. Posición de instituciones estatales y privadas, relacionadas directa e indirectamente con la investigación y desarrollo de la biotecnología y la bioseguridad en El Salvador.

	INSTITUCIÓN					
	CORDES (Carlos Thomas, Gerente)	UNES (Ing. Mauricio Sermeño, coordinador ejecutivo)	MAG (Rafael Martínez, técnico)	MARN (Dr. Jorge Quezada, depto. de patrimonio nacional)	CDC (Dr. Diana Burgos)	CONACYT (Roberto Alegría)
Actividad principal	Investigación, producción y comercialización de insumos microbiológicos para la agricultura	Velar por la defensa de la ecología		Crear condiciones para implementar convenios	Defensa de los consumidores	Crear normativas para el control de calidad, acreditación y validación de laboratorios. Velar por el desarrollo de la ciencia y la tecnología
Proyectos	Desarrollo, investigación y validación de nuevos productos como hongo para control de algunas plagas	Educación popular en comunidades, promoción de la agricultura orgánica alternativa		Regular la biotecnología y la bioseguridad	Propuesta de ley de bioseguridad ante la asamblea legislativa	Propuesta de política de biotecnología en conjunto con el MARN
Aspectos a favor de la biotecnología	Reproducción de microorganismos naturales	Aplicación en el área medica, sin embargo hay que investigar	Mayores producciones y garantizar la seguridad alimentaria	Beneficios a la salud, ambiente y agricultura	Ninguno	Mejora las producciones a través de cultivo de tejidos, detección de patógenos y modificación genética

	INSTITUCIÓN					
	CORDES (Carlos Thomas, Gerente)	UNES (Ing. Mauricio Sermeño, coordinador ejecutivo)	MAG (Rafael Martínez, técnico)	MARN (Dr. Jorge Quezada, depto. de patrimonio nacional)	CDC (Dr. Diana Burgos)	CONACYT (Roberto Alegría)
Aspectos en contra de la biotecnología	Modificación genética de los microorganismos	No se aplica en función de la ciencia, si no con fines comerciales.	Posibles repercusiones a la salud	Se debe aplicar bajo normas adecuadas de bioseguridad para evitar los riesgos, y en estos momentos no existen esas normas	Poca información, afecta el medio ambiente, impacto económico negativo a los pequeños productores y la agricultura, pérdida de la soberanía y la seguridad alimentaria, oligopolio de las transnacionales y falta de ética de las mismas. El país no cuenta con capacidad instalada, expertos ni infraestructura apropiada	Aplicación del conocimiento en detrimento de la sociedad, acaparamiento de los conocimientos por parte de las transnacionales, Patentación de los productos. Falta de información y temores sociales
Razones para la implementación	Permitiría recuperar rubros y hacerlos rentables	Ninguna	Crecimiento poblacional	Riqueza en diversidad biológica, con genes de importancia regional y mundial	Ninguna	
Circunstancias para recomendarlas	Es una herramienta práctica y útil. Control biológico de zancudos. Uso de bacterias para desechos, producción de insumos microbiológicos, cultivo de tejidos	No se recomienda, ya que el país no está apto para adoptar esta tecnología	Incremento de la producción	País con poca área, aumenta rendimiento, población creciente. Biotécnicas que recomienda son Genómica, Ing. Genética, Inmunología/antígeno anticuerpos y péptidos	Ninguna	Ayudaría a resolver los problemas del agro

	INSTITUCIÓN					
	CORDES (Carlos Thomas, Gerente)	UNES (Ing. Mauricio Sermeño, coordinador ejecutivo)	MAG (Rafael Martínez, técnico)	MARN (Dr. Jorge Quezada, depto. de patrimonio nacional)	CDC (Dr. Diana Burgos)	CONACYT (Roberto Alegría)
Opinión sobre legislación nacional y biotecnología	La legislación no esta acorde con el desarrollo que ha experimentado la biotecnología en el país ya que se desconoce el anteproyecto y no se invierte en investigación, considerando que se requiere tiempo, recursos humanos y financieros	No hay leyes que defiendan la biodiversidad	Consideran que la legislación no esta acorde a los avances de la biotecnología ya que estos se desconocen y la única ley es la ley de semillas	La legislación no esta acorde con el desarrollo que la biotecnología ha experimentado en el país ya que no se identifica de forma especifica una política nacional de biotecnología	Consideran que no hay una legislación que regule o que este encaminada a la bioseguridad	La legislación actual no esta acorde a los avances de la biotecnología, ya que la única que existe es la ley de semillas, la cual es una ley limitada
Instancias encargadas de velar por la bioseguridad en el país	Considera que es necesario que el país cuente con instancias encargadas de velar por la implementación de medidas de bioseguridad y aseguró que ya existen, mencionando entre ellas a CONACYT, Depto de fiscalización y registro del MAG	El MARN debería de velar por la bioseguridad	Es importante legislar para evitar los riesgos que puedan existir	Considera que es importante que el país cuente con instancias encargadas de velar por la implementación de las medidas de bioseguridad	MARN, MAG, MSPAS, pero no lo han querido asumir	MARN, MAG, MSPAS y el MINEC a través del CONACYT

	INSTITUCIÓN					
	CORDES (Carlos Thomas, Gerente)	UNES (Ing. Mauricio Sermeño, coordinador ejecutivo)	MAG (Rafael Martínez, técnico)	MARN (Dr. Jorge Quezada, depto. de patrimonio nacional)	CDC (Dr. Diana Burgos)	CONACYT (Roberto Alegría)
Ente de adopción de la Biotecnología	El MAG a través de un depto especial o crear una instancia única con personal adecuado para cada tipo de biotecnología (agrícola, medica, ambiental, farmacéutica, etc.)		Consideran que el encargado del control de la biotecnología debe ser el MAG, la empresa privada, IICA, MARN, DPC, MSPAS, MINEC y comisión nacional de alimentos	El ente mas apropiado de adoptar de la biotecnología para su desarrollo son las universidades	MARN, MAG, MSPAS	MARN, MAG, MSPAS y el MINEC a través del CONACYT
Papel de las universidades	Generadoras de biotecnología y que desarrollen programas de post grado, ingenierías, diplomados, cursos cortos y tomar una postura política con el fin de incidir sobre lo que se debe hacer respecto a la adopción y aplicaron de dicha ciencia	Dar seguimiento a los avances de la biotecnología, advertir sobre los riesgos, especializar profesionales y tomar una posición política sobre el tema	Tomar posición política y ser generadoras de investigación así como el apoyo a las instituciones del estado y crear post grados con doctorados y maestrías	Desarrollar asesores científicos y generadores de conocimiento	Hacer investigación que demuestre los problemas del uso de la biotecnología y tomar una posición política y científica al respecto	Asumir una aptitud formadora a través de post grados, diplomados y cursos cortos en esta área pero sobre todo debe aprovechar los convenios y cooperación internacional; sin embargo aclaro que hay que cambiar la cultura que se le inculca a los niños desde pequeños en las escuelas de la no investigación

		INSTITUCIÓN					
		CORDES (Carlos Thomas, Gerente)	UNES (Ing. Mauricio Sermeño, coordinador ejecutivo)	MAG (Rafael Martínez, técnico)	MARN (Dr. Jorge Quezada, depto. de patrimonio nacional)	CDC (Dr. Diana Burgos)	CONACYT (Roberto Alegría)
Actividades que realizan	Tipo	Educativo a través de revistas electrónicas, fichas técnicas y promoción orgánica abierta. Charlas			Educativas a través de comités nacionales de seguridad. Consultas públicas. Sistema de bioseguridad disponible en internet		
	Sectores	Estudiantes y productivo			Representantes multisectoriales Zona de influencia de proyecto		
	Participación	La participación de estudiantes es grande, la de productores es relativa, según el tipo de productores					
Capacitación técnica/científica	Área	Agricultura orgánica, específicamente, control biológico			Biotecnología y seguridad de la biotecnología		
	Lugar	Instituciones al interior del país y en el exterior (Cuba, México y Costa Rica)			México, Chile, Venezuela, Uruguay, Argentina, Noruega y Cuba		
Interacción con otras instituciones	Instituciones	FIAGRO, MARN, cámara de comercio, ministerio de economía y otras que favorecen la exportación	CDC, Red ciudadana contra los transgénicos		PNUMA, CPD (convenio de diversidad biológica) MSPAS, UES, CENTA, DPC	Red ciudadana contra los transgénicos, UNES, CESTA	
	Tipo de interacción	Investigación, comercio, intercambio de información, financiamiento o facilitadores del proceso según el tipo de institución	Coordinación de actividades, intercambio de información		Coordinación de actividades e intercambio de información	Coordinación de actividades, intercambio de información	

	INSTITUCIÓN					
	CORDES (Carlos Thomas, Gerente)	UNES (Ing. Mauricio Sermeño, coordinador ejecutivo)	MAG (Rafael Martínez, técnico)	MARN (Dr. Jorge Quezada, depto. de patrimonio nacional)	CDC (Dr. Diana Burgos)	CONACYT (Roberto Alegría)
Alternativas que proponen en lugar de la biotecnología		Promover la agricultura orgánica, agroecología y apoyo a programas campesinos.			Promover la agricultura campesina y la agricultura orgánica. Educar a la población al consumo de alimentos convencionales. Promocionar las semillas nativas y regular la biotecnología a través de una ley de bioseguridad	

V. CONCLUSIONES

Los docentes de educación básica y media del municipio de san salvador perciben la biotecnología agrícola desde un punto de vista poco científico, ya que la mayoría de estos en su proceso de formación no han estudiado a profundidad ya sea por la naturaleza de la carrera estudiada o simplemente porque en el sistema educativo de nuestro país no es una prioridad dar a conocer a la población y especialmente a los educadores sobre esta tecnología.

Los docentes y estudiantes del campus central de la Universidad de El Salvador, en su mayoría solo tienen acceso a una información parcial y politizada, no así a una información imparcial y de carácter científico; razón por la cual estos desconocen a fondo lo que es la biotecnología agrícola y realizan juicios que desde un punto de vista científico no están acorde al nivel académico e intelectual que poseen.

Las perspectivas que presentan los laboratorios de biotecnología están basadas generalmente en suplir necesidades o deficiencias de los mismos, con el propósito de obtener mayores producciones y así abastecer el creciente mercado de las microplantas.

En El Salvador, dada las condiciones tanto políticas como económicamente hablando, con respecto a la biotecnología agrícola no ha alcanzado un buen nivel de desarrollo en comparación con países de América Latina.

La biotecnología Agrícola al ser desarrollada debe ir de la mano con la ética, la responsabilidad social y la bioseguridad, con el fin de garantizar que esta se desarrolle racionalmente y que sea aplicada correctamente para brindar solución a problemas reales y necesidades concretas que presente el agro a nivel nacional y poder a través de esta garantizar la seguridad alimentaria de toda la población

Un aspecto muy importante es la educación, principalmente desde los primeros años de estudio, porque evita la creación de falsas teorías infundadas por analistas sociales que no están relacionados con la ciencia en estudio, impidiendo así una visión amplia de la realidad y la aplicación de alternativas innovadoras para solucionar problemas importantes.

VI. RECOMENDACIONES

Que el ministerio de educación de a conocer desde un punto de vista científico todo lo relacionado con la biotecnología a través de los planes de estudio de los niveles de tercer ciclo y bachillerato.

Que la UES retome un papel protagónico en cuanto a la investigación y difusión de la biotecnología, a través de talleres, cursos, diplomados, etc. a docentes y estudiantes de carreras que de forma directa o indirecta tienen relación con el área de la biotecnología, para que estos puedan tener criterio científico y difundirla a la población en general.

Que La UES desarrolle el proyecto del Instituto Nacional de Biotecnología agrícola donde se formen redes temáticas que faciliten la interacción, el intercambio de conocimientos y tecnologías y la cooperación entre los investigadores miembros de dicha red. Que estas apoyen procesos de formación y actualización, manteniendo bases de datos e información actualizadas sobre investigaciones, proyectos y eventos a nivel nacional e internacional y faciliten la movilidad e interacción científica.

Que las Instituciones Nacionales que poseen los laboratorios de biotecnología agrícola proporcionen mayor apoyo para el desarrollo de los mismos.

Que la asamblea legislativa de nuestro país reforme la ley de semillas con el fin que permitan la investigación de la biotecnología y especialmente de los productos transgénicos. Además que formule una ley que garantice la bioseguridad de nuestro país, la cual este basada en acuerdos, tratados, convenios y congresos, etc. a nivel internacional que detallen sobre la misma.

Que el MSPAS, MAG, MARN, MINEC (CONACYT), etc. velen por la bioseguridad en nuestro país, en coordinación con todos aquellos entes ya sean estatales o privados que de alguna forma se dedican a la investigación y desarrollo de la biotecnología y por difundir información de la misma a través de todos los medios (televisión, radio, periódicos, revistas, Internet, boletines, planes de estudio, cursos, talleres, etc.)

VII. BIBLIOGRAFIA

Academia Mexicana de Información. 2007. Educación en Biotecnología (en línea). MX. Consultado 13 sept. 2007. Disponible en http://www.comunicacion.amc.edu.mx/wordpress/?page_id=187

ADITAL (Agencia de Información Fray Tito para América Latina). 2006. Transgénicos ilegales (En línea). Trad. D. Barrantes. Brasil. Consultado: 20 ago. 2007. Disponible en: <http://www.adital.com.br/site/noticia.asp?lang=ES&cod=21498>

ALDS (Asociación Luterana de Servicios para el Desarrollo), UNES (Unidad Ecológica Salvadoreña). 2004. Por un El Salvador Libre de Transgénicos: como enfrentar y derrotar la amenaza de los OGM. San Salvador, Ev. Servicios Litográficos de El Salvador. Pags. 9,10, 11, 14, 15, 16, 20, 44-46. 22, 85, 48.

Alvarez, O. 1999. La Biotecnología una alternativa para las necesidades sociales (en línea). Nicaragua. Consultado 11 sept. 2007. Disponible en <http://wwwni.laprensa.com.ni/archivo/2003/febrero/07/supcomerciales/articulos/articulos-20030207-10.html>

ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). 2005. Cultivos Aprobados y Adopción (en línea).AG. Consultado 10 sept. 2007. Disponible en <http://www.argenbio.org/h/biotecnología/11.php>

Amigos de la Tierra. 2002. Riesgos potenciales de los organismos modificados genéticamente en la agricultura y la alimentación. Madrid, ES.

Asociación Equipo Maíz. 2002. Los transgénicos. San Salvador. EV. Algier's Impresores.

ArgenBIO (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). S.f. Evento papaya 55-1/63-1 (en línea). Argentina. Consultado 13 sept. 2007. Disponible en www.argenbio.com/h/biblioteca/pdf/12%20events.pdf

Amigos de la Tierra. 2002. Riesgos potenciales de los organismos modificados genéticamente en la agricultura y la alimentación. Madrid, ES.

Balbás, P. 2002. De la Biología Molecular a la Biotecnología. Mx. TRILLAS. P. 242-277, 291-300.

Barandalla, L; Sánchez, I; Ruiz de Galarreta, J.I y Ritter, E. s.f. Conservación de variedades de patata mediante la técnica de criopreservación (en línea). Consultado 03 ago. 2007. Disponible en www.euskadi.net/r332732/es/contenidos/informacion/3269/es2608/adjuntos/64_66_68_c.pdf

Berríos Vallecillos, E. C; López Ventura, Y. E; Miranda Henríquez, A. D. 1996. Micropropagación de dos Variedades de Piña (*Ananas comosus* L. Merr) "Hawaiana" y "azucarón", utilizando las yemas de la corona. Tesis. Lic. En Biología. San Salvador, EV. UES. P. 23-40.

Bolívar Zapata, F. 2007. El Futuro de los Transgénicos (en línea). S. I. Consultado 13 sept. 2007. Disponible en: <http://www.planetaazul.com.mx/www/2007/08/14/el-futuro-de-los-transgenicos/>

Brown, C. M; Campbell, I; Priest, F. G. 1989. Introducción a la Biotecnología. Trad. J Naval Iraberri. Zaragoza, ES. ACRIBIA. p. 132-137; 153-156.

Byrne, P; Ward, S; Harrington, J; Fuller, L. 2006. Cultivos Transgénicos: una introducción y guía a recursos (en línea). EE.UU. Consultado 20 mar. 2007. Disponible en: <http://cls.casa.colostate.edu/CultivosTransgenicos/index.html>

Campos, H; Seguel, I. 2000. Biotecnología Y Recursos Genéticos Vegetales (en línea). CL. Consultado 03 may. 2007. Disponible en www.mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S030488022000000100002&lng=es&nrm=iso

Cardone, S; Olmos, S y Echenique, V. 2004. Métodos para generar variabilidad, Variación somaclonal (en línea). AR. Consultado 03 jun. 2007. Disponible en www.inta.gov.ar/ediciones/2004/biotec/parte3_cap1.pdf

Carletti, E. J. 2006. Perú: Bebés como conejillos de Indias de experimentos transgénicos (en línea). PERU. Consultado 21 de ago de 2007. Disponible en: <http://axxon.com.ar/not/164/c-1640009.htm>

CATIE. s.f. Microestacas (en línea). Consultado 7 mar. 2007. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/guadua/silvi.htm#Silvicultura>.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y Aplicaciones. Eds. W M Rocaq; LA Mroginski. Cali, CO. s.e. p. 2-16, 96-117, 144-160, 280-291, 296-299, 698-705, 716-725, 734-737, 756-771.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1998. Biodiversidad en la Mesa. Trad. L. Menéndez. Cali, CO. impresión Feriva. P. 21-28, 35.

Cenis, s.f. Nuevas tecnicas moleculares para la identificación varietal de plantas, La Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), (en línea). Consultado 15 agos. 2007. Disponible en www.terralia.com/revista12/pagina41.htm

Checa, A. 2000. Los expertos afirman que los alimentos transgénicos son tan buenos para la salud como los convencionales. ES. Consultado el 06 de jul de 2007. Disponible en: <http://www.monsanto.es/noticias/enero2000/provincias20ene.html>

CIBIOGEM (Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados). 2007. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (en línea). Consultado 14 de ago. de 2007. Disponible en http://www.cibiogem.gob.mx/normatividad/ley_bioseguridad.html.

CIT (Centro de Información Tecnológica). 2005. Beneficios de los Cultivos In Vitro (en línea). Perú. Consultado 06 jul. 2007. Disponible en www.inia.gob.pe/boletin/BCIT/boletin0003/index.htm

Clara Montero, Enilda Macías y Luís Wong-Vega, 2006. Organogénesis directa y múltiple en tejidos juveniles de guandú o gandul [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], (en línea), consultado el 25/07/07. Disponible en www.usma.ac.pa/web/DI/images/IPC%20No.%204/p.2031%20Montero,%20Macías%20y%20Wong.pdf

Codina Escobar, J. C. 2001. Del Agrobacterium al bombardeo con DNA, (En línea). ES. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en www.encuentros.uma.es/encuentros73/agrobacterium.htm.asp

Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU). 2003. Un nuevo estudio concluye que los transgénicos son seguros (En línea). Consultado: 13 de ago de 2007. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigacion/2003/06/25/7056.php>

Council for Biotechnology Information. 2000. ¿Qué es la Biotecnología? (en línea). Mx. Consultado 20 mar. 2007. Disponible en <http://whybiotech.com/mexico.asp>.

Cruz Elías, Y. E; Guerra Roca, W. R. 1997. Propagación del Guineo Majoncho Criollo (*Musa* sp ABB) bajo la técnica de remoción de la yema apical, utilizando diferentes pesos y posiciones de cormo. Tesis Ingeniero Agrónomo. San Salvador, EV. UES. p. 29-30.

Deocar. S.f. Biotecnología. S.l. Consultado 10 sept. 2006. Disponible en: http://cursosgratis.emagister.com/emag_users/solicitudes/dsp_vcruzada_cursosgratis.cf m?

Diamante A; Vera Bravo C; López J. y Fernández A. s.f. Resultados preliminares de la propagación clonal de *eucalyptus grandis* empleando la técnica de microestacas (en línea). s.l. Consultado 12 jul. 2007. Disponible en www.inta.gov.ar/.../info/documentos/forestales/02%20%20Result.%20Eucaliptus%20Gr and.%20Tecn.%20Microest.pdf

Diouf, J. 2000. La Educación Combatirá el Hambre (En línea). Consultado 09 ago 2007. Disponible en <http://www.elmundo.es/2000resumen/alimentacion.html>

Dolce, N; Scocchi, A; Mroginski, E; Mroginski, L. 2004. Organogénesis directa a partir de segmentos de hojas cotiledonares de *Citrus sinensis* (L.) Osb. (en línea). AR. Consultado 03 ago. 2007. Disponible en www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/5-Agrarias/A-007.pdf

Domínguez Carmona, E; López Encina, C. S.f. Cultivo de óvulos vegetales y fertilización *in vitro* (en línea). s.l. Consultado 12 jul. 2007. Disponible en www.encuentros.uma.es/encuentros39/embriogenesis.html - 5

Domínguez, M. R. 2004. Embriogénesis somática, transformación y regeneración de mango (*mangifera indica* L.) cv. ataulfo y hindi (en línea). Consultado 03 ago. 2007. MX. Disponible en www.ciad.mx/boletin/sepoct04/Embriogenesis.pdf

Echenique, V; Díaz, M; Polci, P. 1999, Biotecnología para el Mejoramiento de la Calidad Nutritiva en Pasto Llorón, *Eragrostis Curvula* (Schrad.) Nees. (en línea). s.l. Consultado 05 may. 2007. Disponible en www.ejbiotechnology.info/feedback/.PDF

educ.ar. 2006. Hábitos de estudio en docentes de educación media (En línea). AR. Consultado 13 ago. 2007. Disponible en: <http://aportes.educ.ar/>

EIBE (European Initiative for Biotechnology Education). s.f. Educación en Biotecnología (en línea). Europa. Consultado 13 sept. 2007. Disponible en <http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/ENGLISH/INTRO.HTM>

FAO (Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación). 1996. Técnicas Convencionales y Biotecnológicas para la Propagación de Plantas de Zonas Áridas. Santiago, CH. s.n.t. p. 327-338.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1998. Manejo Integrado de Plagas (en línea). S.l. Consultado 13 sept. 2007. Disponible en <http://www.fao.org/NOTICIAS/1998/ipm-s.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1999. Aplicaciones de la Biotecnología (en línea). Roma. Consultado 29 dic. 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/x0074s.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2000. Declaración de la FAO sobre Biotecnología (en línea). Consultado 10 sept. 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/biotech/stat.asp>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2001. Cuadro especial sobre ética trata problemas de biotecnología (en línea). S.n.t. Consultado: 17 abr. 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/noticias/2001/010405-s.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2003. Biotecnología Agrícola Para Países En Desarrollo (en línea). Roma. Consultado 10 dic. 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2729S/y2729s04.htm#bm04.2>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Derechos de Propiedad Intelectual. S.f. Consultado 26 sept. 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/biotech/find-formalpha-n.asp>

FAO. 2005. El Estado Mundial de Agricultura y la Alimentación (en línea). Consultado: 24 de jul de 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y5160s/y5160s09.htm#TopOfPage>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). s.f. La biotecnología en la producción y protección vegetal (en línea). S.I. ROMA. Consultado 17 sept. 2007. Disponible en <http://www.fao.org/biotech/sector2.asp?lang=es>

Formarse. 2000. Aspectos económicos y sociales de la Biotecnología (en línea). S.I. Consultado 7 mar. 2006. Disponible en: <http://www.formarse.com.ar/ecologia/alimentos%20transgenicos.htm>

Fuentes, A. D; Soto, N; Alfonso, D; Oramas, P. 1998. Estudio de las condiciones de cultivo para la regeneración de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill), a partir de cotiledones y hojas de la variedad campbell 28 (En línea). La Habana, CU. Consultado 12 abr. 2007. Disponible en [www.bioline.org.br/request?ba98039 - 59k](http://www.bioline.org.br/request?ba98039-59k)

García de García, E. 2005. Proyecto Marco Nacional de Seguridad de la Biotecnología en Venezuela Diagnóstico sobre la situación actual de la biotecnología y bioseguridad en la República Bolivariana de Venezuela, Caracas, VZ.

Greenpeace. S. f. Transgénicos (En línea). Consultado: 20 ago. 2007. ES. Disponible en <http://www.greenpeace.org/espana/campaigns/transgenicos>.

Gili, L, Martínezi, V, Irarrázabali, C, Martínezi, C. Sf. Aceptación pública de la Biotecnología y de los alimentos Transgénicos (en línea). s.n.t. Consultado: 12 may. 2006. Disponible en: [http://www.cipma.cl/RAD/PDFs/RAD %2017_4/Gil_etal.pdf](http://www.cipma.cl/RAD/PDFs/RAD%2017_4/Gil_etal.pdf)

Girasol. s.f. Jornadas de Investigación de la Universidad de Costa Rica (en línea). CR. Consultado 06 sept. 2007. Disponible en <http://ns.vinv.ucr.ac.cr/girasol/archivo/GIRASOL7/acon5.htm>

Godia, F. 2003. Jornada sobre Biotecnología y Opinión Publica (en línea). S.n.t. Consultado 15 feb. 2006. Disponible en www.imim.es/quark/33/033010.pdf

Goenaga, X. 2006. La importancia de la investigación y de la transferencia de conocimiento en la Estrategia de Lisboa (en línea). Madrid. no. 38. Consultado 22 de ago de 2007. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/mmd3803.htm>

Gutiérrez, A; Santacruz R. F; Cabrera, J. Rodríguez, B. 2003. Mejoramiento genético vegetal in Vitro (en línea). MX. Consultado 03 agos. 2007. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000104.pdf>

Hongxuan, L. 2007. Científicos chinos identifican gen que limita tamaño y peso del grano arroz (en línea). Cochabamba – Bolivia. Consultado 10 sept. 2007. Disponible en: http://www.lostiempos.com/noticias/12-04-07/12_04_07_ultimas_vyf1.php

lañez, E. s.f. Más allá de la Revolución Verde (En línea). Granada, ES. Consultado 22 de ago de 2007. Disponible en: <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/agricultura.htm>

lañez Pareja, E; Moreno, M. 1997. Promesas y Conflictos de la I.G. Vegetal (en línea). Granada, ES. Consultado 23 sept. 2006. Disponible en: <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/vegetal.html>

ICSU (Consejo Internacional para la Ciencia). 2003. Un nuevo estudio concluye que los transgénicos son seguros (En línea). Consultado: 13 de ago de 2007. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigacion/2003/06/25/7056.php>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 1993. Perspectivas de las Agrobiotecnologías. San José, CR. S. e. p. 107-126, 133-159.

INTA (Instituto nacional de tecnología agropecuaria). 2005. Cultivo de anteras en variedades de cebada cervecera (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 15 may. 2007. Disponible en www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/gimenez/anteras.pdf

IPE (Instituto de Planeamiento Estratégico) e IICA (Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola. 2001. Demanda Alimentaria (En línea). AR. Consultado 09 ago 2007. Disponible en <http://www.agendaestrategica.com.ar/Agroalimentos.asp>

ISAAA (Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas). 1999. Transgénicos (en línea). Consultado 15 May. 2006. Disponible en: www.isaaa.org/publications/briefs/Brief12.htm

Izquierdo Rojo, M. 1993. Ingeniería Genética. Madrid, ES. PIRAMIDE. P. 33-71, 127-129, 199, 2001-220.

Jaleo. 2007. Guía Explicativa del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la biotecnología (en línea). Consultado 03 agos. 2007. Disponible en www.iucn.org/bookstore/HTML-books/EPLP046-explanatory_guide-es/Articulo3.html - 61k

Jiménez, V. M. 1996. El cultivo de protoplastos en cítricos y su potencial para el mejoramiento genético (en línea). Costa Rica. Consultado 04 may. 2007. Disponible en www.mag.gov.cr/rev_agr/v20n02_187.pdf

Kyte, L; Kleyn, J. 1996. Plant from Test Tubes: An Introduction to Micropropagation. 3 ed. UK. Print TIMBER. P. 35-58.

La Jornada. 2005. (En línea). Veracruz, MX. Consultado 23 de ago de 2007. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2005/05/31/041n1soc.php>

Lazzarato, M; Sassen, S; Ruivenkamp, G; Bonsái Piasentin, F; et all. 2006. Tailoring Biotechnologies: From Biopower to Biopolitics. G Ruivenkamp; J Jongerden. Art rev. Wageningen, the Netherlands. S.e. v. 2. p. 11-20.

Lentini, Z; Martinez, C. P; Roca, W. M. 2001. Cultivo de anteras de arroz en el desarrollo de germoplasma (en línea). s.l. Consultado 12 jul. 2007. Disponible en www.ciat.cgiar.org/riceweb/pdfs/cultivo_anteras/cultivo_anteras.pdf

Lucas Carrillo, E. A. s.f. Biotecnología vegetal, Aplicaciones del cultivo de meristemas apicales de tallo (en línea). s.l. Consultado 17 jul. 2007. Disponible en www.monografias.com/trabajos12/aplicult/aplicult.shtml

Madero, M. F. s.f. Historia de los Transgénicos (En línea). Consultado: 07 de ago. 08 2007. Disponible en: http://www.proconsumer.org.ar/INDICE_ALIMENTACION.htm

Malacarne, MF. S.f. Biotecnología y Sociedad en Venezuela (en línea). Venezuela. Consultado 17 jul. 2007. Disponible en <http://www.encuentros.uma.es/encuentros117/venezuela.htm>

MARN (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2004. Información Relevante sobre la situación actual de la Biotecnología y la bioseguridad. San Salvador, SV. Impreso en los talleres de la Imprenta Nacional. Pág. 10.

Martínez Armesto, J. 2001. Procedimiento Para La Detección Del Virus Del Amarilleo De Las Venas Del Pepino (CVYV), (En línea), ES. Consultado 13 jun. 2007. Disponible en www.serina.es/escaparate/verproducto.cgi?idproducto=2599&refcompra=NULO

Medio-Ambiente.info. 2005. Los efectos potenciales de los productos agrícolas transgénicos en los ecosistemas naturales (en línea). s.l. Consultado 22 ago. 2007. Disponible en: <http://www.medioambiente.info/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=295>

Miguel, V. S. 2005. Los efectos de los agroquímicos y otros contaminantes en la salud (En línea). Consultado: 08 ago. 2007. Disponible en: <http://www.astrolabio.net/revistas/articulos/113122037143735.php>

Ministerio de Salud, Organización Panamericana de la Salud y Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. 2003. Efectos de los Plaguicidas en la Salud y el Medio Ambiente en Costa Rica (en línea). CR. Consultado 14 sept. 2007. Disponible en: <http://www.cor.ops-oms.org/TextoCompleto/documentos/Plagicidas.pdf>

Monsanto. 2007. Biotecnología (en línea). ES. Consultado 29 dic. De 2006. Disponible en: <http://www.monsanto.es/biotecnologia/basicos.html>.

Montero, C; Macías, E; Wong-Vega, L. 2006. Organogénesis directa y múltiple en tejidos juveniles de guandú o gandul [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] (en línea). Consultado 25 jul. 2007. Disponible en www.usma.ac.pa/web/DI/images/IPC%20No.%204/p.2031%20Montero,%20Macías%20y%20Wong.pdf

Moreno Barrio, S. 2001. Regulación y Etiqueta de los Transgénicos (En línea). MX. Consultado. Disponible en: <http://www.ondasalud.com/edicion/noticia/0,2458,10855,00.html>

Muñoz Tuesta, S. Y. 2003. Embriogénesis somática en Cedro (*Cedrela odorata Linnaeus*) a partir de Cotiledones (en línea). Tesis Lic. En Biología, Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado 07 ago. 2007. Disponible en www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S037818442005000500010&script=sci_arttext&tIng

Ondarza, R. 2002. Biotecnología Básica. S.e. MX. TRILLAS. P. 21, 24, 28, 117, 121, 125-127, 147-154.

Ortega Cartaya, E. 1986. Métodos de Detección virus y viroides en cítricas (En línea). Venezuela. Consultado 03 de sept. De 2007. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd22/texto/metodos.htm>.

Panta, A; Golmirzaie, A. 1997. Cultivo de Tejidos para la Eliminación de Patógenos con fines de Producción de Semilla de Papa (En línea). s.l. Consultado 03 ago. 2007. Disponible en www.cipotato.org/training/Materials/Tuberculos-semillas/semilla4-2.pdf

Pat Byrne, P; Ward, S; Harrington, J. (2006). Productos transgénicos actualmente en el mercado (En línea). Trad. N. A. de Allende. Consultado: 24 de jul de 2007. Disponible en: http://cls.casa.colostate.edu/CultivosTransgenicos/sp_current.html#crops.

Pelacho Aja, A. M; Closas, L.M; Cueva Baldovino, R.M; Sanfeliu Llop, J; Badía Solans, J; Alins Valls, G. s.f. Micropropagación (en línea). Lleida. Consultado 29 dic. 2006. Disponible en: <http://www.etsea2.udl.es/invitro/autors.htm>

Piñero, MA. S.f. Revelados orígenes de las enfermedades modernas (en línea). VZ. Consultado 14 sept. 2007. Disponible en http://www.geocities.com/alejandra_pinero/enfermedades.html

Queirós, F. s.f. Impactos De La Revolución Verde, Agricultura Convencional (En línea). Montevideo, URUGUAY. Consultado 22 de ago de 2007. Disponible en: http://www.ecocomunidad.org.uy/coeduca/artic/impactos_verde1.htm

QUIMICA UNIVERSAL. 2006. Percepción de la Biotecnología (En línea). Consultado: 07 ago. 2007. Disponible en: <http://www.quimicauniversal.com/Noticias/Noticia.asp?ID=13837>

Ramírez Villalobos, M. C; Salazar Yamarte, E. G. 1998, Cultivo *in vitro* de embriones inmaduros del guayabo (*Psidium guajava* L.), (en línea). s.l. Consultado l 18 may. 2007. Disponible en www.revfacagronluz.org.ve/v15_3/v153z001.html - 42k

Rebelión. 2001. Los transgénicos: experimentos y enfermedades (en línea). Chiapas al día no. 235. Consultado 23 ago 2007. Disponible en: <http://www.rebelion.org/ecologia/chiapas250301.htm>

Recalde Ruiz, D; Laborda Grima, R; Tolsa Martínez, R; Marqués Jiménez, N. 2004. Manual de seguridad para operaciones en laboratorios de biotecnología y de tipo biológico (en línea). Valencia, ES. Consultado 26 feb. 2007. Disponible en: <http://www.sprl.upv.es/msbiotecnologia3.htm>

REDBIO (Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Agropecuaria para América Latina y El Caribe) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Proyecto Percepción Pública sobre Biotecnología Republica Dominicana (en línea). DO. Consultado 24 jul. 2007. Disponible en: <http://www.redbio.org/newsredbio.asp?id=298>

Red Ciudadana Frente a los Transgénicos. 2006. Alimentos transgénicos en El Salvador (En línea). EV. Consultado 21 ago. 2007. Disponible en: http://www.redfrentetransgenicos.net/actuales/2006_09_19_etiquetado%20de%20transgenicos.htm

Red por una América Latina Libre de Transgénicos. Papaya transgénica (en línea). Quito, ECUADOR. Consultado 17 sept. 2007. Disponible en: <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/6127>

Rel-UITA (Secretaría Regional Latinoamericana - Montevideo – Uruguay)

España, campo de pruebas de los transgénicos. 2006. Consultado: 08 de ago de 2007. Disponible en:

http://www.reluita.org/agricultura/transgenicos/espania_campo_de_pruebas.htm

Reyes, F. Monteverde, E. Laborem Escalona, G. 1992. Programa de Certificación de Plantas Cítricas (en línea). VE. Consultado 08 may. 2007. Disponible en www.ceniap.inia.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd41/texto/programa.htm

Rivera Domínguez, M. 2004. Embriogénesis somática, transformación y regeneración de mango (mangifera indica l.) cv. ataulfo y hindi (en línea). Consultado el 03 agost. 2007. MX. Disponible en www.ciad.mx/boletin/sepoct04/Embriogenesis.pdf

Rodríguez, E. 2006. LA CIENCIA EN CHILE: DESAFÍOS PARA EL BICENTENARIO (En línea). CH. Consultado: 13 de ago de 2007. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292006000200001&script=sci_arttext

Ruíz Marrero, C. 2007. Biotecnología y 'economía del conocimiento'(En línea). PR. Consultado: 07 de ago de 2007. Disponible en: <http://www.adital.com.br/site/noticia.asp?lang=ES&cod=28864>

SAGPYA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos). S.f. Bioseguridad Agropecuaria (en línea). AR. Consultado 14 sept. 2007. Disponible en http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/programas/conabia/bioseguridad_agropecuari

SAGPYA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos). S.f. Producción de Semilla de Maíz Genéticamente Modificada (en línea). AR. Consultado 14 sept. 2007. Disponible en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/conabia/Requisitos%20para%20Produccion%20de%20semilla%20de%20maíz%20GM.pdf>

Salomone, M. 2005. «La normativa sobre transgénicos es tan estricta que se cumple escrupulosamente para evitar polémicas» (En línea). Consultado: 07 ago. 2007.

Disponible en: http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2005/03/21/17298.php

SBW Internacional. s.f. Técnica de rescate de embriones (en línea). NL. Consultado 03 ago. 2007. Disponible en www.stbw.nl

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica World Trade Centre. 2000. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal. Pág. 12.

Silva, M. G. s.f. Biotecnología Bolivia (en línea). Bolivia. Consultado 20 sept. 2007. Disponible en: www.itescam.edu.mx/.../2005/iial/CONTENIDO%20DETALLADO%20DE%20CULTIVO%20

Sociedad Española de Biotecnología. 2003. Biotecnología y alimentos- preguntas y respuestas. Imprime Artes Gráficas G3. ES.

Storer, T; Usinger, R. 1968. Zoología General. Trad. A Prevosti. OMEGA. Barcelona, ES. pg. 27-36.

Universidad de Colorado. 2004. La Tecnología Terminador (En línea). Consultado 07 de ago de 2007. Disponible en: <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/837>

Universidad Francisco de Vitoria. S.f. Biotecnología (en línea). Madrid, ES. Consultado 22 ago. 2007. Disponible en: <http://www.ufv.es/carreras/biotecnologia.aspx>

Universidad de Valencia. 1999. La secuencia del genoma completo de una planta (en línea). ES. Consultado 03 jun. 2007. Disponible en www.uv.es/saezmi/-31k

Urtubia, C; Cabello, A. S.f. Multiplicación *in vitro* de *Populus deltoides x maximowiczii* (Eridano) a partir de yemas axilares (en línea). CL. Consultado 17 jul. 2007. Disponible en www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n15/8.html - 8k

USDA (Unites States Department Of Agriculture). 2002. LA Investigación sobre la Papaya Gana el Premio Alexander von Humboldt (en línea). Consultado 17 jul. 2007. Disponible en <http://www.ars.usda.gov/is/espanol/pr/2002/021104.2.es.htm?pf=1>

Valdez, M; Rodríguez, I; Sit, A. s.f. Percepción de la biotecnología (en línea). San José, CR. Consultado 29 abr. 2006. Disponible en: <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/837>.

Valdez Melara, M y Sittenfeld, A. 2003. Percepción de la Biotecnología en Estudiantes Universitarios de Costa Rica (en línea). Girasol Digital. No. 22. Consultado 21 de ago de 2007. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000300035&lng=e&nrm=iso

Verfaillie, H. 2000. La Nueva Promesa Monsanto. St. Louis. ES. Consultado el 06 de jul de 2007. Disponible en: <http://www.monsanto.es/noticias/noviembre2000/271100monsanto.html>

Viale del Carril, S. 2006. Importancia de la investigación (en línea). s.l. Consultado 22 ago. 2007. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso/empresa/investigadordesiniestros/capitulo3.htm>

Vila, S; Rey, H; Mroginski, L. S.f. Regeneración in vitro de plantas de paraíso por cultivo de raíces (en línea). AR. Consultado 17 jul. 2007. Disponible en www.unne.edu.ar/cyt/2001/5-Agrarias/A-020.pdf

Vilchez, J. A; Albano, N. R; Gómez Kosky, V. R; Garcia, L. 2002. Inducción de embriogénesis somática en *Psidium guajava* L. a partir de embriones cigóticos (en línea). Consultado 03 ago. 2007. Disponible en www.revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2002/ra4024.pdf

WIKIPEDIA. 2001. Biotecnología (en línea). S.I. Consultado 29 dic. 2006. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Biotecnolog%C3%ADa>

ANEXOS

Cuadro A 1. Límites de temperatura, humedad y ventilación, en los laboratorios de biotecnología, según lo establecido en el anexo III del Real Decreto 486/1997.

CONCEPTO	ACTIVIDADES DESARROLLADAS	LÍMITES
Temperatura		17 - 27 °C
Humedad relativa		30 - 70 %
Velocidad del aire	Todos los trabajos llevados a cabo en los laboratorios de biotecnología y de tipo biológico consideradas en el punto 1.	0,25 - 0,50 m/s
Sistemas de aire acondicionado		0,25 m/s
Renovación del aire		30 m ³ por hora y trabajador

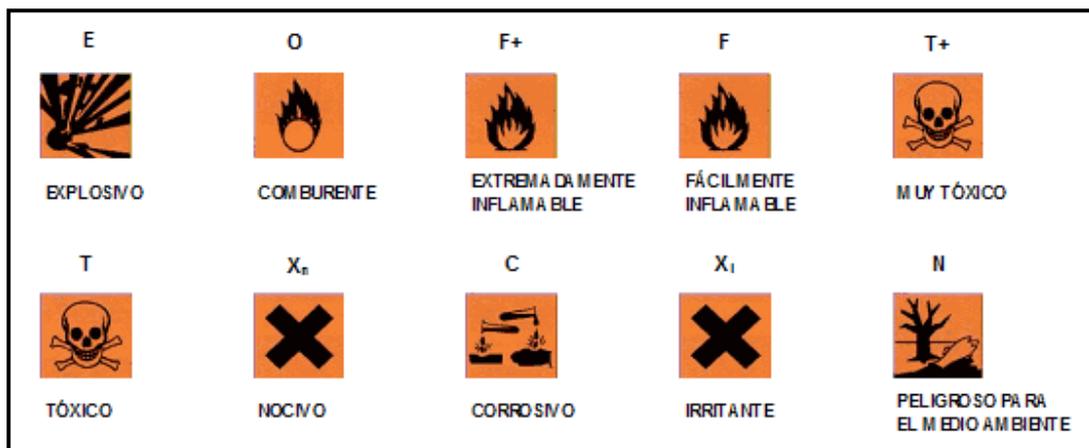
Fuente: Recalde Ruiz; Laborda Grima, Tolsa Martinez y Marquez Jiménez, 2004

Cuadro A 2. Condiciones mínimas de iluminación, en los laboratorios de biotecnología, según lo establecido en el anexo IV del Real Decreto 486/1997.

ACTIVIDAD DESARROLLADA	NIVEL MÍNIMO EN LUX
Todos los trabajos llevados a cabo en los laboratorios de biotecnología y de tipo biológico consideradas en el punto 1.	500
Vías de circulación y lugares de paso	50

Fuente: Recalde Ruiz; Laborda Grima, Tolsa Martinez y Marquez Jiménez, 2004

Figura A 1. Señales para evitar accidentes en los laboratorios



Fuente: Recalde Ruiz; Laborda Grima, Tolsa Martinez y Marquez Jiménez, 2004



Anexo 4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



Fecha: _____

Nº. _____

ENCUESTA A DOCENTES DE EDUCACION BASICA Y MEDIA: ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA BIOTECNOLOGIA AGRICOLA EN EL SALVADOR.

Introducción: La biotecnología es una rama de las ciencias biológicas que ha adquirido importancia mundial a gran velocidad debido a sus innovadoras técnicas de mejoramiento genético, entre ellas, la de los transgénicos. Además es de conocimiento público, que la biotecnología ha absorbido tanto a los países industrializados como a los países en vías de desarrollo incluyendo El Salvador, sin embargo se esta tratando de introducir sin conocer la opinión que tiene la población sobre este tema, por tal motivo, el objetivo de la presente encuesta es:

Objetivo: Conocer la percepción de docentes de educación básica y media de San Salvador a cerca de la biotecnología.

Encuestador: _____

Indicaciones: Responda de forma sincera las siguientes preguntas marcando con una "X" la(s) alternativas que mejor definan su opinión.

I. DATOS GENERALES:

1. Nombre de la institución: _____

2. Carácter de la Institución

1	Pública	
2	Privada Laica	
3	Privada religiosa	
4	Otra (especifique)	

3. Edad años

4. Sexo: 1. M 2. F

5. Grado académico:

1	Técnico	
2	Profesor	
3	Licenciado	
4	Ingeniero	
5	Master	
6	Doctor	

6. Área de especialidad:

1	Ciencias sociales	
2	Ciencias naturales	
3	Matemática	
4	Lenguaje y literatura	
5	Ingles	
6	Otra (especifique)	

7. Tiempo que tiene de ejercer la profesión:

1	1-3 años	
2	4-6 años	
3	7-9 años	
4	10-12 años	
5	mas de 12 años	

8. ¿Qué materia imparte?

1	Sociales	
2	Naturales	
3	Matemática	
4	Lenguaje y literatura	
5	Ingles	
6	Informática	
7	Otra (especifique)	

II._ CONOCIMIENTOS GENERALES SOBRE BIOTECNOLOGIA:

9. ¿ha escuchado sobre Biotecnología?

1. Si 2. No

10. ¿De los siguientes aspectos sobre biotecnología, cuales son de su conocimiento? (puede marcar mas de una)

1	Definición	
2	Clasificación	
3	Empresas transnacionales que la impulsan	
4	Objetivos que tienen tales empresas	
5	Condiciones legales que imponen estas empresas a quienes utilizan sus productos	
6	Conoce al menos una biotécnia empleada	
7	Aplicaciones de tales biotécnicas	
8	Beneficios	
9	Riesgos	
10	Los marcos regulatorios que controlan la biotecnología	
11	Todas	
12	Ninguna	

11. ¿Conoce en que consiste la biotecnología agrícola?

1. Si 2. No

12. ¿Sobre cuales de las biotécnicas agrícolas conoce?

1	Quimioterapia	
2	Termo terapia	
3	Aislamiento y cultivo de meristemos	
4	Organogénesis directa e indirecta	
5	Embriogénesis somática	
6	Cultivo de anteras	
7	Criopreservación	
8	Cultivo de tejidos	
9	Transformación genética	
10	Biología molecular	
11	Todas	
12	También conoce otras	
13	Ninguna de estas pero si otras	
14	Ninguna	

13. ¿Es de su conocimiento que especies de interés agrícola como granos básicos, ornamentales, hortalizas y frutales se están mejorando a través de la biotecnología agrícola?

1. Si 2. No

14. Los transgénicos son Organismos Genéticamente Modificados (OGM) que se les ha eliminado o añadido uno o varios genes de otra especie distinta y que son promovidos por la biotecnología agrícola moderna ¿cuanto se ha informado sobre las tecnologías utilizadas para la transformación genética?

1	Nada	
2	Poco	
3	Suficiente	

15. ¿A través de que medio se informa sobre los temas de biotecnología agrícola?

1	Revistas	
2	Libros	
3	Periódicos	
4	Boletines	
5	Internet	
6	Exposiciones (Talleres, congresos, televisión, cable, radio)	
7	Otros(especifique)	
8	No se informa	

16. La biotecnología agrícola moderna se utiliza sobre aquellas especies que no se pueden mejorar genéticamente a través de métodos convencionales ¿Esta de acuerdo usted con esta tecnología?

1. Si 2. No

III._ PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO DE TRANSGENICOS EN EL SALVADOR:

17. Según la Asociación Luterana de servicios para el desarrollo, en El Salvador ya se comercializan productos procesados derivados de OGM. ¿Tenía conocimiento de esto?

1. Si 2. No

18. De acuerdo a esta aseveración, ¿considera que ha consumido algún producto transgénico o derivado de estos?

1. Si 2. No 3. Posiblemente

19. Si considera que ha consumido estos productos, ¿dentro de que grupo lo(s) clasifica?

1	Hortalizas	
2	Frutales	
3	Pastas	
4	Harinas	
5	Bebidas	
6	Otros	

20. Si considera que ha consumido algún producto transgénico o derivado de estos, ¿le ha causado algún síntoma de enfermedad?

1. Si 2. No

21. En forma general, ¿Conoce los beneficios de los productos transgénicos para la salud humana?

1. Si 2. No

22. En forma general, ¿Conoce los posibles riesgos que se corren al consumir dichos alimentos?

1. Si 2. No

23. Conociendo los riesgos y/o beneficios, si estos productos se establecieran en el mercado salvadoreño legalmente, ¿Que alimentos consumiría?

1	Convencionales	
2	Transgénicos	
3	ambos	

24. Si usted decide comprar un tomate de jugo, maíz o papayas, ¿Sabría como diferenciar los convencionales de los transgénicos?

1. Si 2. No

25. ¿Esta de acuerdo con la implementación de cultivos Transgénicos en El Salvador?

1. Si 2. No

26. ¿Según usted, cuales áreas y/o sectores resultarían beneficiados con la implementación de esta tecnología?

1	Medio ambiente	
2	Salud humana y animal	
3	Económico	
4	Social	
5	Agricultura	
6	Todos	
7	Ninguno	

27. ¿Según usted, cuales áreas y/o sectores resultarían perjudicados con la implementación de esta tecnología?

1	Medio ambiente	
2	Salud humana y animal	
3	Económico	
4	Social	
5	Agricultura	
6	Todos	
7	Ninguno	

28. ¿Cuales de estos aspectos considera que se alcanzarían con la aplicación de biotecnología agrícola moderna en El Salvador?

1	Mejorar las producciones	
2	Mejorar la calidad de vida de los agricultores	
3	Mejorar la calidad nutricional de los alimentos	
4	Reducir ataque de plagas y enfermedades a los cultivos	
5	Garantizar la seguridad alimentaria del país	
6	ninguno	
7	Otra (especifique)	

29. ¿De las siguientes alternativas, cual(es) propondría en lugar de la biotecnología agrícola moderna?

1	Uso de variedades mejoradas por métodos convencionales	
2	Mayor uso de químicos para control de plagas y enfermedades	
3	Manejo integrado de plagas	
4	Todas	
5	Otras (especifique)	

IV._ LEGISLACION NACIONAL.:

30. ¿Conoce sobre el Protocolo de Cartagena también llamado Protocolo de Bioseguridad?

1. Si

2. No

Si su respuesta es no, pasar a la pregunta 33

31. ¿De los siguientes aspectos sobre dicho protocolo cuales conoce?

1	Sobre qué trata	
2	El principio de precaución incluido en el protocolo	
3	Fue ratificado por El Salvador	
4	Ya está vigente en el país	

32. En el artículo 30 de la ley de semilla se establece que se prohíbe la importación, investigación, producción y comercialización de semillas transgénicas ¿Esta de acuerdo?

1. Si 2. No

33. La bioseguridad es un conjunto de medidas y regulaciones para prevenir cualquier riesgo potencial o efecto en el medio, producto de la liberación de un organismo transgénico. ¿Considera necesario que en el país exista uno o varios organismos encargados de esta?

1. Si 2. No

34. ¿Sabe que en el país el Ministerio del Medio Ambiente es el encargado de regular y promover los mecanismos de control de OGM por lo que lo auxilian el Ministerio de Salud Publica y el Ministerio de Agricultura y Ganadería?

1. Si 2. No

35. ¿Sabe de la existencia de laboratorios biotecnológicos en El Salvador?

1. Si 2. No

36. ¿Considera que las instituciones u organizaciones relacionadas con la biotecnología deberían dar a conocer mas sobre esta?

1. Si 2. No

V._ ASPECTOS EDUCATIVOS:

37. Dentro del plan de estudio del nivel educativo que atiende existe algún contenido en su materia, referido a la biotecnología

1. Si 2. No

38. ¿Considera necesario que la población conozca mas acerca de la biotecnología por medio del sistema de educación?

1. Si 2. No

39. ¿El Ministerio de Educación debe incluir la biotecnología dentro del plan de estudio de tercer ciclo y bachillerato?

1. Si 2. No

40. ¿Por que considera necesario incluir la biotecnología dentro del plan de estudio?

1	Conocimiento general	
2	Base para estudios siguientes	
3	Tomar decisiones	
4	Desarrollar la biotecnología en el país	
5	Otros	

Anexo 5



Fecha: _____

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



Nº. _____

ENCUESTA A ESTUDIANTES DE LA UES: ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA BIOTECNOLOGIA AGRICOLA EN EL SALVADOR.

Encuestador: Claudia Hernández Turcios y Omar Medrano Mejía

Carrera: _____

Introducción: La biotecnología es una rama de las ciencias biológicas que ha adquirido importancia mundial a gran velocidad debido a sus innovadoras técnicas de mejoramiento genético, entre ellas, la de los transgénicos. Además es de conocimiento público, que la biotecnología ha absorbido tanto a los países industrializados como a los países en vías de desarrollo incluyendo El Salvador, sin embargo se esta tratando de introducir sin conocer la opinión que tiene la población sobre este tema, por tal motivo, el objetivo de la presente encuesta es:

Objetivo: Determinar la percepción que tienen los estudiantes de último año de la Universidad de El Salvador, sobre la biotecnología agrícola

Indicaciones: Conteste las siguientes preguntas marcando con una "x" la(s) que mejor describa(n) su respuesta u opinión. Recuerde que el éxito o fracaso de esta investigación depende de la sinceridad con que responda.

I._ DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO:

1. Edad: años

2. Sexo: 1. M 2. F

3. ¿Cuál es su ocupación?

1	Únicamente estudia	<input type="checkbox"/>
2	Estudia y trabaja	<input type="checkbox"/>

II._ CONOCIMIENTOS GENERALES SOBRE BIOTECNOLOGIA:

4. ¿Ha escuchado sobre Biotecnología?

1. Si 2. No

5. ¿De los siguientes aspectos sobre biotecnología, cuáles son de su conocimiento? (puede marcar mas de una)

1	Definición	
2	Clasificación	
3	Empresas transnacionales que la impulsan	
4	Objetivos que tienen tales empresas	
5	Condiciones legales que imponen estas empresas a quienes utilizan sus productos	
6	Conoce al menos una biotécnia empleada	
7	Aplicaciones de tales biotécnicas	
8	Beneficios	
9	Riesgos	
10	Los marcos regulatorios que controlan la biotecnología	
11	Todas	
12	Ninguna	

6. ¿Conoce en qué consiste la biotecnología agrícola?

1. Si 2. No

7. ¿Sobre cuáles de las biotécnicas agrícolas conoce?

1	Quimioterapia	
2	Termo terapia	
3	Aislamiento y cultivo de meristemas	
4	Organogénesis directa e indirecta	
5	Embriogénesis somática	
6	Cultivo de anteras	
7	Criopreservación	
8	Cultivo de tejidos	
9	Transformación genética	
10	Biología molecular	
11	Todas	
12	También conoce otras (Especifique)	
13	Ninguna de estas pero si otras (Especifique)	
14	Ninguna	

8. ¿Es de su conocimiento que especies de interés agrícola como granos básicos, ornamentales, hortalizas y frutales se están mejorando a través de la biotecnología agrícola?

1. Si 2. No

9. Los transgénicos son Organismos Genéticamente Modificados (OGM) que se les ha eliminado o añadido uno o varios genes de otra especie distinta y que son promovidos por la biotecnología agrícola moderna ¿cuanto se ha informado sobre las tecnologías utilizadas para la transformación genética?

1	Nada	
2	Poco	
3	Suficiente	

10. ¿A través de que medio se informa sobre los temas de biotecnología agrícola?

1	Revistas	
2	Libros	
3	Periódicos	
4	Boletines	
5	Internet	
6	Exposiciones (Talleres, congresos, televisión, cable, radio)	
7	Otros(especifique)	
8	No se informa	

11. La biotecnología agrícola moderna se utiliza sobre aquellas especies que no se pueden mejorar genéticamente a través de métodos convencionales ¿Esta de acuerdo usted con esta tecnología?

1. Si 2. No

III._ PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO DE TRANSGENICOS EN EL SALVADOR:

12. Según la Asociación Luterana de servicios para el desarrollo, en El Salvador ya se comercializan productos procesados derivados de OGM. ¿Tenia conocimiento de esto?

1. Si 2. No

13. De acuerdo a esta aseveración, ¿considera que ha consumido algún producto transgénico o derivado de estos?

1. Si 2. No 3. Posiblemente

14. Si considera que ha consumido estos productos, ¿dentro de que grupo lo(s) clasifica?

1	Hortalizas	
2	Frutales	
3	Pastas	
4	Harinas	
5	Bebidas	
6	Otros	

15. Si considera que ha consumido algún producto transgénico o derivado de estos, ¿le ha causado algún síntoma de enfermedad?

1. Si 2. No

16. En forma general, ¿Conoce los beneficios de los productos transgénicos para la salud humana?

1. Si 2. No

17. En forma general, ¿Conoce los posibles riesgos que se corren al consumir dichos alimentos?

1. Si 2. No

18. Conociendo los riesgos y/o beneficios, si estos productos se establecieran en el mercado salvadoreño legalmente, ¿Que alimentos consumiría?

1	Convencionales	
2	Transgénicos	
3	ambos	

19. Si usted decide comprar un tomate de jugo, maíz o papayas, ¿Sabría como diferenciar los convencionales de los transgénicos?

1. Si 2. No

20. ¿Esta de acuerdo con la implementación de cultivos Transgénicos en El Salvador?

1. Si 2. No

21. ¿Según usted, cuales áreas y/o sectores resultarían beneficiados con la implementación de esta tecnología?

1	Medio ambiente	
2	Salud humana y animal	
3	Económico	
4	Social	
5	Agricultura	
6	Todos	
7	Ninguno	

22. ¿Según usted, cuales áreas y/o sectores resultarían perjudicados con la implementación de esta tecnología?

1	Medio ambiente	
2	Salud humana y animal	
3	Económico	
4	Social	
5	Agricultura	
6	Todos	
7	Ninguno	

23. ¿Cuales de estos aspectos considera que se alcanzarían con la aplicación de biotecnología agrícola moderna en El Salvador?

1	Mejorar las producciones	
2	Mejorar la calidad de vida de los agricultores	
3	Mejorar la calidad nutricional de los alimentos	
4	Reducir ataque de plagas y enfermedades a los cultivos	
5	Garantizar la seguridad alimentaría del país	
6	ninguno	
7	Otra (especifique)	

24. ¿De las siguientes alternativas, cual(es) propondría en lugar de la biotecnología agrícola moderna?

1	Uso de variedades mejoradas por métodos convencionales	
2	Mayor uso de químicos para control de plagas y enfermedades	
3	Manejo integrado de plagas	
4	Todas	
5	Otras (especifique)	

IV. LABORATORIOS DE BIOTECNOLOGIA AGRICOLA EN EL SALVADOR

25. ¿Sabía usted que en el Salvador Existen aproximadamente 8 laboratorios dedicados a la biotecnología agrícola?

1. Si 2. No

26. La UES Cuenta con dos laboratorios de biotecnología ¿Tiene conocimiento de la existencia de ellos?

1. Si 2. No

27. ¿Sabe a que se dedican específicamente?

1. Si 2. No

28. ¿Participa o ha participado en alguna investigación sobre biotecnología agrícola realizada dentro de uno de estos laboratorios?

1. Si 2. No

29. ¿Conoce los aportes que estos laboratorios hacen al desarrollo de la agricultura nacional?

1. Si 2. No

30. ¿Cuál cree que debería ser la participación de la UES en el desarrollo de la biotecnología agrícola?

1	Investigar	
2	Promotora de la biotecnología agrícola	
3	Que preste el servicio de análisis de riesgo de cultivos transgénicos	
4	Capacitación sobre estas tecnologías	
5	Crear una carrera de biotecnología	
6	Todas	
7	Otras (especifique)	

31. ¿Considera que los laboratorios de la UES deberían informar a la población sobre los trabajos en biotecnología que realizan?

1. Si 2. No

32. ¿A través de que medio recomendaría que debe transmitirse la información?

1	Revistas	
2	Libros	
3	Periódicos	
4	Boletines	
5	Internet	
6	Exposiciones (Talleres, congresos, televisión, cable, radio)	
7	Otros(especifique)	
8	No se debe informar	

V._ LEGISLACION NACIONAL:

33. ¿Conoce sobre el protocolo de Cartagena también llamado protocolo de bioseguridad?

1. Si 2. No

Si su respuesta es no, pasar a la pregunta 35

34. ¿De los siguientes aspectos sobre dicho protocolo cuales conoce?

1	Sobre qué trata	
2	El principio de precaución incluido en el protocolo	
3	Fue ratificado por El Salvador	
4	Ya está vigente en el país	
5	Solo lo ha escuchado nombrar	

35. En el articulo 30 de la ley de semilla se establece que se prohíbe la importación, investigación, producción y comercialización de semillas transgénicas ¿Esta de acuerdo?

1. Si 2. No

36. ¿Sabia que en el país el Ministerio del Medio Ambiente es el encargado de regular y promover los mecanismos de control de OGM por lo que lo auxilian el Ministerio de Salud Publica y el Ministerio de Agricultura y Ganadería?

1. Si 2. No

VI._ SOBRE LA CATEDRA

37. ¿Dentro de la carrera que cursan se les ha incluido el tema de la biotecnología?

1. Si 2. No

Si su respuesta es no pasar a la pregunta 39

38. ¿En que forma se les ha incluido?

1	Como clases y evaluación	
2	Mencionado durante clases	
3	Tarea ex aula o reporte	
4	Como una cátedra	

39. ¿Considera que como futuros profesionales es necesario conocer el tema de la biotecnología?

1. Si 2. No



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



Fecha: _____

Nº. _____

ENCUESTA A DOCENTES DE LA UES: ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA BIOTECNOLOGIA AGRICOLA EN EL SALVADOR.

Encuestadores: Claudia Hernández Turcios y Omar Medrano Mejía

Carrera: _____

Introducción: La biotecnología es una rama de las ciencias biológicas que ha adquirido importancia mundial a gran velocidad debido a sus innovadoras técnicas de mejoramiento genético, entre ellas, la de los transgénicos. Además es de conocimiento público, que la biotecnología ha absorbido tanto a los países industrializados como a los países en vías de desarrollo incluyendo El Salvador, sin embargo se esta tratando de introducir sin conocer la opinión que tiene la población sobre este tema, por tal motivo, el objetivo de la presente encuesta es:

Objetivo: Determinar la percepción que tienen los docentes de la Universidad de El Salvador, sobre la biotecnología.

Indicaciones: Conteste las siguientes preguntas marcando con una "x" la(s) que mejor describa(n) su respuesta u opinión. Recuerde que el éxito o fracaso de esta investigación depende de la sinceridad con que responda.

I._ DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO:

1. Edad: años

2. Sexo: 1) M 2) F

3. Grado académico:

1	Licenciado	<input type="checkbox"/>
2	Ingeniero	<input type="checkbox"/>
3	Master	<input type="checkbox"/>
4	Doctor	<input type="checkbox"/>

4. ¿Cuántas materias imparte durante el ciclo?

1	Una	<input type="checkbox"/>
2	Dos	<input type="checkbox"/>
3	Tres	<input type="checkbox"/>
4	Cuatro	<input type="checkbox"/>
5	Cinco	<input type="checkbox"/>
6	mas	<input type="checkbox"/>

II._ CONOCIMIENTOS GENERALES SOBRE BIOTECNOLOGIA:

5. ¿ha escuchado sobre Biotecnología?

1. Si 2. No

6. ¿De los siguientes aspectos sobre biotecnología, cuales son de su conocimiento? (puede marcar mas de una)

1	Definición	
2	Clasificación	
3	Empresas transnacionales que la impulsan	
4	Objetivos que tienen tales empresas	
5	Condiciones legales que imponen estas empresas a quienes utilizan sus productos	
6	Conoce al menos una biotécnica empleada	
7	Aplicaciones de tales biotécnicas	
8	Beneficios	
9	Riesgos	
10	Los marcos regulatorios que controlan la aplicación de la biotecnología	
11	Todas	
12	Ninguna	

7. ¿Conoce en que consiste la biotecnología agrícola?

1. Si 2. No

8. ¿Sobre cuales de las biotécnicas agrícolas conoce?

1	Quimioterapia	
2	Termo terapia	
3	Aislamiento y cultivo de meristemas	
4	Organogénesis directa e indirecta	
5	Embriogénesis somática	
6	Cultivo de anteras	
7	Criopreservación	
8	Cultivo de tejidos	
9	Transformación genética	
10	Biología molecular	
11	Todas	
12	También conoce otras	
13	Ninguna de estas pero si otras	
14	Ninguna	

9. ¿Es de su conocimiento que especies de interés agrícola como granos básicos, ornamentales, hortalizas y frutales se están mejorando a través de la biotecnología agrícola?

1. Si 2. No

10. Los transgénicos son Organismos Genéticamente Modificados (OGM) que se les ha eliminado o añadido uno o varios genes de otra especie distinta y que son promovidos por la biotecnología agrícola moderna ¿cuanto se ha informado sobre las tecnologías utilizadas para la transformación genética?

1	Nada	
2	Poco	
3	Suficiente	

11. ¿A través de que medio se informa sobre los temas de biotecnología agrícola?

1	Revistas	
2	Libros	
3	Periódicos	
4	Boletines	
5	Internet	
6	Exposiciones (Talleres, congresos, televisión, cable, radio)	
7	Otros(especifique)	
8	No se informa	

12. La biotecnología agrícola moderna se utiliza sobre aquellas especies que no se pueden mejorar genéticamente a través de métodos convencionales ¿Esta de acuerdo usted con esta tecnología?

1. Si 2. No

III._ PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO DE TRANSGENICOS EN EL SALVADOR:

13. Según la Asociación Luterana de servicios para el desarrollo, en El Salvador ya se comercializan productos procesados derivados de OGM. ¿Tenia conocimiento de esto?

1. Si 2. No

14. De acuerdo a esta aseveración, ¿considera que ha consumido algún producto transgénico o derivado de estos?

1. Si 2. No 3. Posiblemente

15. Si considera que ha consumido estos productos, ¿dentro de que grupo lo(s) clasifica?

1	Hortalizas	
2	Frutales	
3	Pastas	
4	Harinas	
5	Bebidas	
6	Otros	

16. Si considera que ha consumido algún producto transgénico o derivado de estos, ¿le ha causado algún síntoma de enfermedad?

1. Si 2. No

17. En forma general, ¿Conoce los beneficios de los productos transgénicos para la salud humana?

1. Si 2. No

18. En forma general, ¿Conoce los posibles riesgos que se corren al consumir dichos alimentos?

1. Si 2. No

19. Conociendo los riesgos y/o beneficios, si estos productos se establecieran en el mercado salvadoreño legalmente, ¿Que alimentos consumiría?

1	Convencionales	
2	Transgénicos	
3	ambos	

20. Si usted decide comprar un tomate de jugo, maíz o papayas, ¿Sabría como diferenciar los convencionales de los transgénicos?

1. Si 2. No

21. ¿Esta de acuerdo con la implementación de cultivos Transgénicos en El Salvador?

1. Si 2. No

22. ¿Según usted, cuales áreas y/o sectores resultarían beneficiados con la implementación de esta tecnología?

1	Medio ambiente	
2	Salud humana y animal	
3	Económico	
4	Social	
5	Agricultura	
6	Todos	
7	Ninguno	

23. ¿Según usted, cuales áreas y/o sectores resultarían perjudicados con la implementación de esta tecnología?

1	Medio ambiente	
2	Salud humana y animal	
3	Económico	
4	Social	
5	Agricultura	
6	Todos	
7	Ninguno	

24. ¿Cuales de estos aspectos considera que se alcanzarían con la aplicación de biotecnología agrícola moderna en El Salvador?

1	Mejorar las producciones	
2	Mejorar la calidad de vida de los agricultores	
3	Mejorar la calidad nutricional de los alimentos	
4	Reducir ataque de plagas y enfermedades a los cultivos	
5	Garantizar la seguridad alimentaría del país	
6	ninguno	
7	Otra (especifique)	

4. ¿De las siguientes alternativas, cual(es) propondría en lugar de la biotecnología agrícola moderna?

1	Uso de variedades mejoradas por métodos convencionales	
2	Mayor uso de químicos para control de plagas y enfermedades	
3	Manejo integrado de plagas	
4	Todas	
5	Otras (especifique)	

IV. LABORATORIOS DE BIOTECNOLOGIA AGRICOLA EN EL SALVADOR

26. ¿Sabía usted que en el Salvador Existen aproximadamente 9 laboratorios dedicados a la biotecnología agrícola?

1. Si 2. No

27. La UES Cuenta con dos laboratorios de biotecnología ¿Tiene conocimiento de la existencia de ellos?

1. Si 2. No

28. ¿Sabe a que se dedican específicamente?

1. Si 2. No

29. ¿Participa o ha participado en alguna investigación sobre biotecnología agrícola realizada dentro de uno de estos laboratorios?

1. Si 2. No

30. ¿Conoce los aportes que estos laboratorios hacen al desarrollo de la agricultura nacional?

1. Si 2. No

31. ¿Cuál cree que debería ser la participación de la UES en el desarrollo de la biotecnología agrícola?

1	Investigar	
2	Promotora de la biotecnología agrícola	
3	Que preste el servicio de análisis de riesgo de cultivos transgénicos	
4	Capacitación sobre estas tecnologías	
5	Crear una carrera de biotecnología	
6	Todas	
7	Otras (especifique)	

32. ¿Considera que los laboratorios de la UES deberían informar a la población sobre los trabajos en biotecnología que realizan?

1. Si 2. No

33. ¿A través de que medio recomendaría que debe transmitirse la información?

1	Revistas	
2	Libros	
3	Periódicos	
4	Boletines	
5	Internet	
6	Exposiciones (Talleres, congresos, televisión, cable, radio)	
7	Otros(especifique)	
8	No se debe informar	

V._ LEGISLACION NACIONAL:

34. ¿Conoce sobre el protocolo de Cartagena también llamado protocolo de bioseguridad?

1. Si 2. No

Si su respuesta es no, pasar a la pregunta 36

35. ¿De los siguientes aspectos sobre dicho protocolo cuales conoce?

1	Sobre qué trata	
2	El principio de precaución incluido en el protocolo	
3	Fue ratificado por El Salvador	
4	Ya está vigente en el país	
5	Solo lo ha escuchado nombrar	

36. En el artículo 30 de la ley de semilla se establece que se prohíbe la importación, investigación, producción y comercialización de semillas transgénicas ¿Esta de acuerdo?

1. Si 2. No

37. ¿Sabía que en el país el Ministerio del Medio Ambiente es el encargado de regular y promover los mecanismos de control de OGM por lo que lo auxilian el Ministerio de Salud Pública y el Ministerio de Agricultura y Ganadería?

1. Si 2. No

VI._ SOBRE LA CATEDRA:

38. ¿Considera que es necesario que los estudiantes de su cátedra conozcan el tema de la biotecnología?

1. Si 2. No

39. ¿Ha incluido el tema en la materia que imparte?

1. Si 2. No

Si su respuesta es no pase a la pregunta 41

40. ¿En que forma los ha incluido?

1	Como clases y evaluación	
2	Mencionado durante clases	
3	Tarea ex aula o reporte	
4	Otro (especifique)	

41. ¿A que se debe que no los ha incluido?

1	No se relaciona con la cátedra que imparte	
2	A los estudiantes se les informa sobre estas en ciclos anteriores o posteriores	
3	Es un tema que esta lejos para impartir en El Salvador	
4	El tiempo es muy corto	
5	La teoría no sirve si no hay practica	
6	Otro aspecto (especifique)	



Anexo 7

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



Lugar y fecha: _____

N°. _____

ENCUESTA: ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA BIOTECNOLOGIA AGRICOLA EN EL SALVADOR.

Introducción: La biotecnología es una rama de las ciencias biológicas que a gran velocidad ha adquirido importancia mundial de tal manera que El Salvador también ha sido absorbido por dicha tecnología. Sin embargo gran parte de la población desconoce del estado actual de los laboratorios existentes en el país, su nivel científico y tecnológico, el aporte que están generando al sector agrícola productivo, su capacidad instalada, etc., por tal motivo, el objetivo de la presente encuesta es:

Objetivos: Realizar un diagnostico tecnológico y científico de los laboratorios de biotecnología en El Salvador y sus perspectivas.
Evaluar el aporte de los laboratorios de biotecnología a la agricultura salvadoreña y los recursos naturales.

Encuestadores: Omar Medrano Mejía y Claudia Hernández Turcios

Indicaciones: Llenar los espacios correspondientes de acuerdo a lo solicitado en el ítem y Marque con una "X" la respuesta que considere acertada de acuerdo a lo solicitado.

1. Nombre del laboratorio:

2. Ubicación:

3. institución:

4. Teléfono: _____

5. Fax: _____

6. E-Mail: _____

7. Año en que fue fundado el laboratorio: _____

8. Titulo del Responsable del laboratorio:

a.	Lic. o equivalente	<input type="checkbox"/>
b.	M. Sc. o equivalente	<input type="checkbox"/>
c.	Ph. D. o equivalente	<input type="checkbox"/>

9. Otros profesionales, técnicos, administrativos y de servicio que trabajan en el laboratorio:

Responsabilidad	Actividad principal	Nivel de educación	Número
Técnica			
Administrativa			
Servicio			
		Total	

10. actividades principales a la que se dedica el laboratorio (puede seleccionar más de una)

a.	Investigación	
b.	Producción comercial	
c.	Docencia	
d.	Docencia/investigación	
e.	producción comercial /investigación	
f.	producción comercial /investigación/docencia	
g.	Otros (especifique)	

11. Si en las respuestas anteriores es investigación, cuál es la línea principal

a.	Mejorar de calidad nutricional	
b.	Caracterización molecular	
c.	Evaluación de riesgos de plantas transgénicas	
d.	Conservación e intercambio de germoplasma	
e.	Limpieza de material	
f.	Diagnostico de patógenos	
g.	Desarrollar protocolos para la producción comercial	
h.	Otros temas de investigación (especifique)	

12. Que tipo de proyectos esta realizando:

a.	De investigación	
b.	Producción comercial de plantas	
c.	Legislación sobre propiedad intelectual	
d.	Control de calidad	
e.	Análisis de riesgo	
f.	Docencia	
g.	Otros (Especifique)	

13. Que capacidad de producción de plantas posee el laboratorio por año actualmente:

		Especie
a.	1,000 a 10,000 Plantas	
b.	10,001 a 30,000 Plantas	
c.	30,001 a 50,000 Plantas	
d.	50,001 a 100,000 Plantas	
e.	Más de 100,000 plantas	

14. Cuanto es la producción real anual de plantas año:

a.	1000 a 10,000 Plantas		Especie	Línea*
b.	10,001 a 30,000 Plantas			
c.	30,001 a 50,000 Plantas			
d.	50,001 a 100,000 Plantas			
e.	Más de 100,000 plantas			

*la línea puede ser: Comercial, investigación y docencia

15. En que tipo/s de cultivo están trabajando actualmente:

Cultivo	Biotécnia que aplica	Objetivo

16. Que servicios ofrece el laboratorio.

a.	Venta de micro plantas	
b.	Caracterización molecular	
c.	Evaluación de riesgos de plantas transgénicas	
d.	Venta de germoplasma	
e.	Limpieza de material	
f.	Diagnostico de patógenos	
g.	Protocolos para la producción comercial	
h.	Otros (especifique)	

17. Requieren algún tipo de capacitación:

a.	Si	
b.	no	

18. Si la respuesta anterior es si que tipo de capacitación requieren:

a.	Análisis computacional de secuencias y estructuras	
b.	Construcciones genéticas	
c.	Embriogénesis somática	
d.	Hibridación molecular	
e.	Secuenciación	
f.	Purificación y caracterización de virus	
g.	Crío conservación	
h.	Biología molecular	
i.	Transformación genética	
j.	Micropropagación masal	
k.	Hibridación somaclonal	
l.	Otras (especifique)	

19. En cuanto a infraestructura física del laboratorio como considera usted las condiciones actuales de este

Infraestructura	Excelentes	Muy buenas	Bueno	Regular	Malo
Agua					
Luz					
Espacio					
Edificio					

20. En cuanto a equipo para el desarrollo de las biotécnicas, como considera usted el equipo del laboratorio

Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo

21. En cuanto a reactivos y materiales, en que condiciones se encuentra su laboratorio:

Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo

22. Considera usted que el recurso humano de su laboratorio debería aumentar

a.	Si	
b.	no	

23. Debería el laboratorio adquirir mas equipo:

a.	Si	
b.	no	

24. Considera usted que el recurso humano de su laboratorio debería seguir o continuar estudios de post grado en el área de la biotecnología.

a.	Si	
b.	no	

25. Si su respuesta es si en el ítem anterior, cual sería el nivel idóneo:

a.	Diplomado	
b.	Maestría	
c.	Doctorado	
d.	Post doctorado	

26. si su respuesta en la pregunta 24 es si, en que área considera que debería hacerlo

a.	Análisis computacional de secuencias y estructuras	
b.	Construcciones genéticas	
c.	Embriogénesis somática	
d.	Hibridación molecular	
e.	Secuenciación	
f.	Purificación y caracterización de virus	
g.	Crío conservación	
h.	Biología molecular	
i.	Transformación genética	
j.	Micropropagación masal	
k.	Hibridación somaclonal	
l.	Otras (especifique)	



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



Lugar y fecha: _____ N°. _____

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA BIOTECNOLOGIA AGRICOLA EN EL SALVADOR.

Objetivo: Conocer la posición que tienen instituciones gubernamentales y no gubernamentales sobre la biotecnología agrícola.

Encuestador(a): _____

I. DATOS GENERALES:

1. Nombre de la institución:

2. Nombre y cargo del encuestado:

3. Carácter de la Institución

a.	Pública	
b.	Privada	
c.	Otra (especifique)	

4. Teléfono: _____

5. Fax: _____

6. E-Mail: _____

7. Actividades principales a las que se dedica la institución:

II. ASPECTOS BIOTECNOLOGICOS:

8. ¿Qué tipos de proyecto esta realizando la institución con respecto a la Biotecnología Agrícola?

1	Educativos	
2	Sociales	
3		
4		

9. Con qué aspectos de la Biotecnología Agrícola está de acuerdo y con cuáles en desacuerdo.

Aspectos a favor	Aspectos en contra

10. Según usted cuáles son las razones para implementar o no el uso de la Biotecnología Agrícola en el país.

11. Recomendaría bajo algunas circunstancias el uso de la Biotecnología Agrícola (que técnicas)

12. Cree que la legislación nacional sobre biotecnología, está acorde al desarrollo que ha experimentado ésta en el país. Sí o No. ¿Por qué?

13. ¿Considera necesario que el país cuente con instancias encargadas de velar por la implementación de las medidas de bioseguridad?

14. ¿Quién considera que es el ente mas apropiado de adoptar la biotecnología para su desarrollo dentro del país?

15. Cuáles considera que serian los efectos positivos y negativos de la implementación de transgénicos en el país.

Efectos Positivos	Efectos Negativos

16. ¿Cuál cree que debería ser el papel de las universidades respecto a la Biotecnología Agrícola?

1	Posición Político Social	
2	Programas de postgrado	
3	Ingenierías	
4	Diplomados	
5	Cursos cortos	
6	Otros (Especifique)	

17. ¿Qué actividades realizan para informar a la población sobre el tema?

Actividades	Sectores	Participación (Sí/No)

18. ¿El personal responsable de esta área, ha recibido alguna capacitación técnica-científica? Sí o No.

Área _____

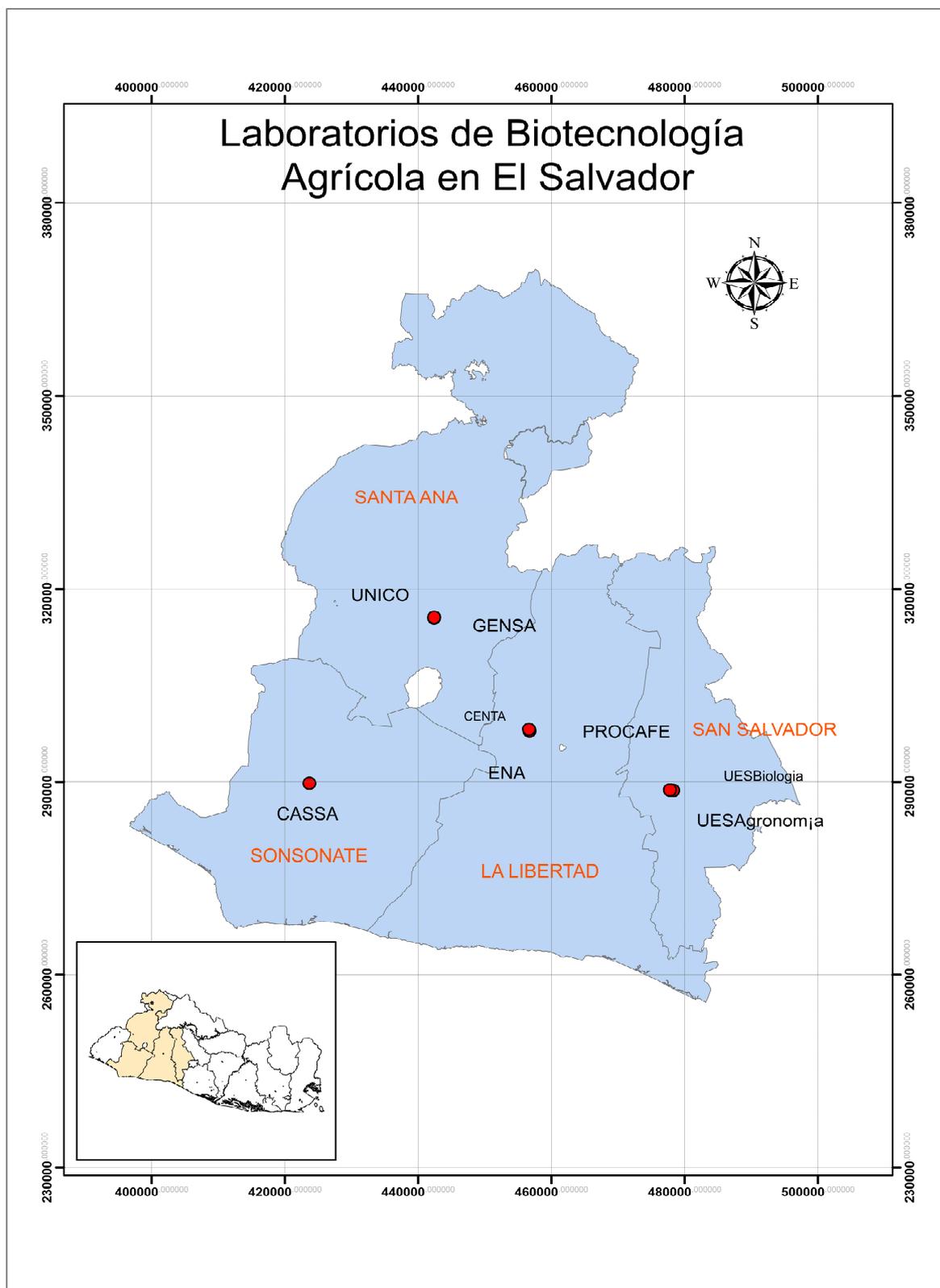
Lugar: _____

19. ¿Qué interacción tiene con otras instituciones?

Institución	Tipo de interacción

20. Si usted no está de acuerdo con el uso de la Biotecnología Agrícola en el país, ¿Qué alternativas propone en vez de ésta?

Anexo 9. Mapa de ubicación de los laboratorios de Biotecnología agrícola de El Salvador



DOCENTES DE EDUCACION BASICA (TERCER CICLO) DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR

TABLA A 1. Edad de los docentes que laboran en las diferentes instituciones de educación básica del municipio de San Salvador. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

		La edad de los docentes (años)						Total
		20-30	31-40	41-50	51-60	Más de 60		
El carácter de la institución	Pública	carácter de la institución	11	44	36	8	1	100
		La edad de los docentes	59	73	86	83	33	74
	Privada laica	El carácter de la institución	14	72	14	0	0	100
		La edad de los docentes	8	12	3	0	0	8
	Privada religiosa	El carácter de la institución	25	38	19	6	12	100
		La edad de los docentes	33	15	11	17	67	18
	Total	El carácter de la institución	14	45	31	7	3	100
		La edad de los docentes	100	100	100	100	100	100

TABLA A 2. Grado académico que poseen los docentes de las diferentes instituciones de educación básica del municipio de San Salvador. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

		El grado académico de los docentes					Total	
		Técnico	Profesor	Licenciado	Master	Doctor		
El carácter de la institución	Pública	El carácter de la institución	1	48	47	2	2	100
		El grado académico	100	73	74	100	100	74
	Privada laica	El carácter de la institución	0	43	57	0	0	100
		El grado académico	0	7	9	0	0	8
	Privada religiosa	El carácter de la institución	0	56	44	0	0	100
		El grado académico	0	20	17	0	0	18
	Total	El carácter de la institución	1	50	47	1	1	100
		El grado académico	100	100	100	100	100	100

TABLA A 3. Edad de los docentes de las diferentes instituciones de educación básica del municipio de San Salvador, relacionada con el sexo al que pertenecen. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

			La edad de los docentes					Total
			20-30 años	31-40	41-50	51-60	Más de 60	
El sexo al que pertenecen	Masculino	El sexo al que pertenecen	20	40	23	7	10	100
		La edad de los docentes	50	30	25	33	100	34
	Femenino	El sexo al que pertenecen	10	47	36	7	0	100
		La edad de los docentes	50	70	75	67	0	66
	Total	El sexo al que pertenecen	14	45	31	7	3	100
		La edad de los docentes	100	100	100	100	100	100

TABLA A 4. Grado académico de los docentes de las diferentes instituciones, publica, privada laica y privada religiosa, de educación básica de la región metropolitana del municipio de San Salvador, relacionada con el sexo a que pertenecen. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

			El grado académico de los docentes					Total
			Técnico	Profesor	Licenciado	Master	Doctor	
El sexo al que pertenecen las personas encuestadas	Masculino	El sexo al que pertenecen	3	54	43	0	0	100
		El grado académico	100	36	31	0	0	34
	Femenino	El sexo al que pertenecen	0	47	49	2	2	100
		El grado académico	0	64	69	100	100	66
	Total	El sexo al que pertenecen	1	50	47	1	1	100
		El grado académico	100	100	100	100	100	100

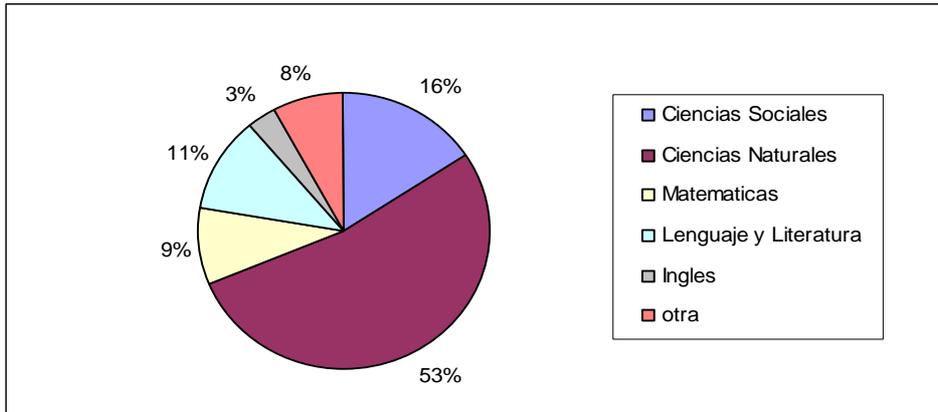


Figura A 2. Área de especialidad de los docentes de educación básica del municipio de San salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

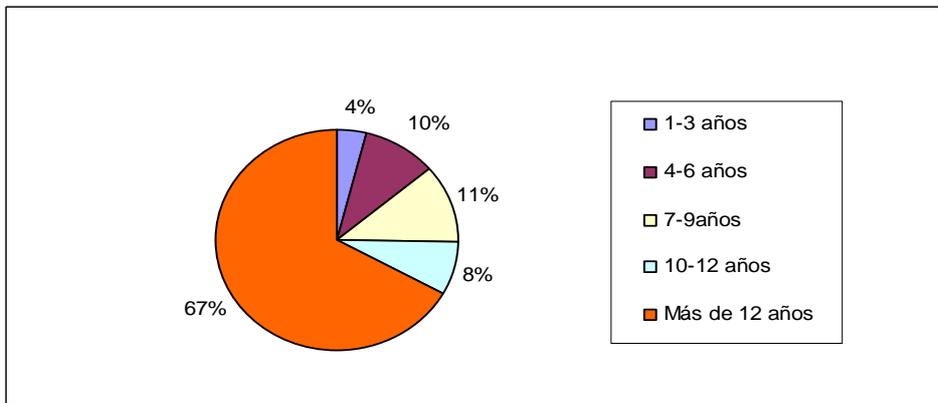


Figura A 3. Tiempo que tienen los docentes de educación básica del municipio de San Salvador de ejercer su profesión, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

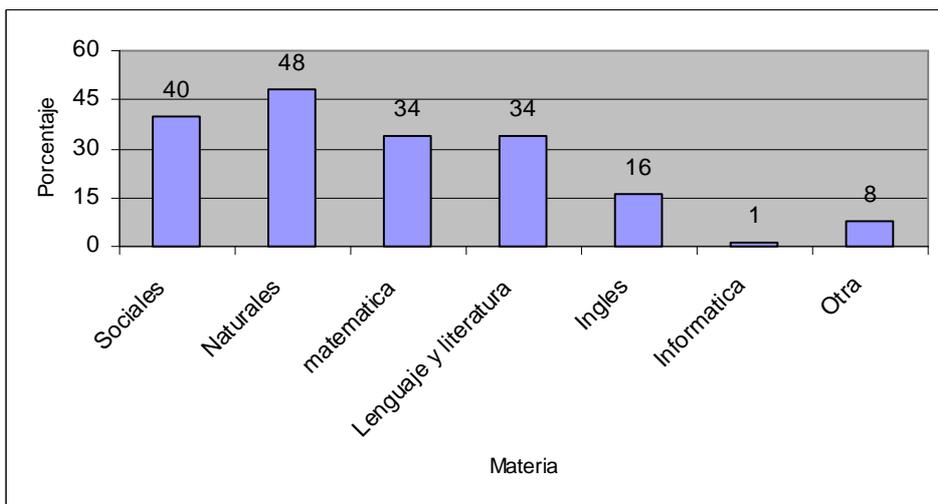


Figura A 4. Materia que imparten los docentes de educación básica del municipio de San Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

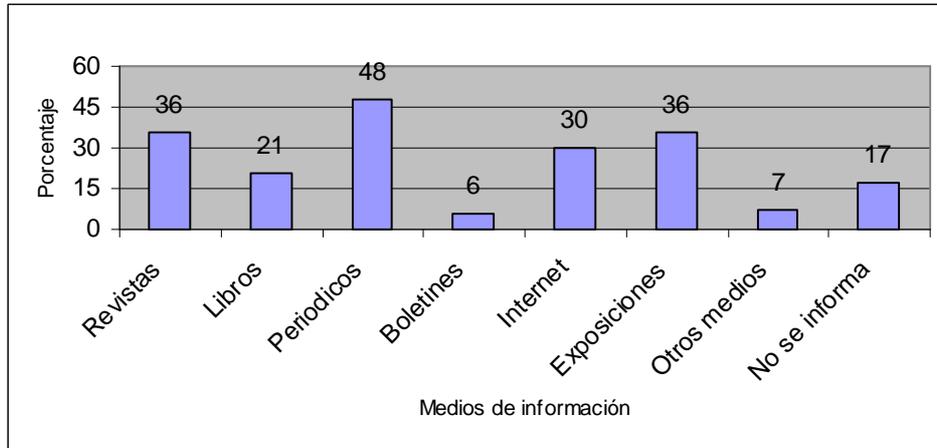


Figura A 5. Medios a través de los cuales se informan los docentes de educación básica del municipio de San salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

DOCENTES DE EDUCACION MEDIA DEL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR

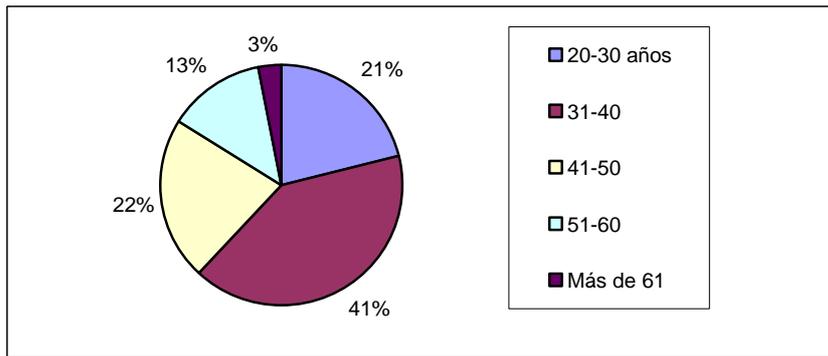


Figura A 6. Edad de los docentes de educación media del municipio de San salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007

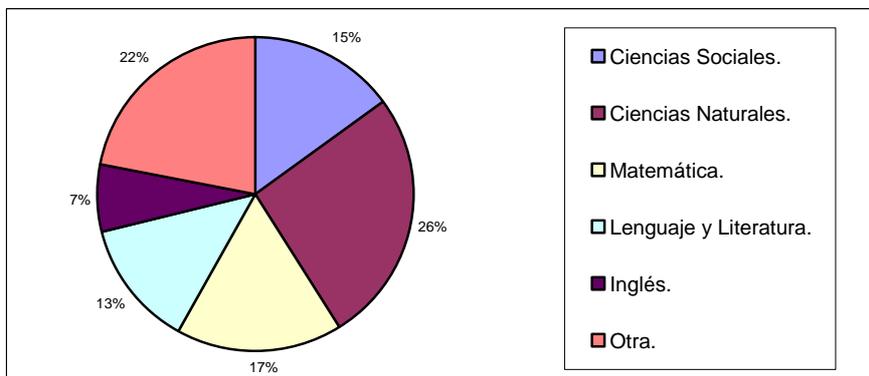


Figura A 7. Área de especialidad de los docentes de instituciones de educación media del municipio de San Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

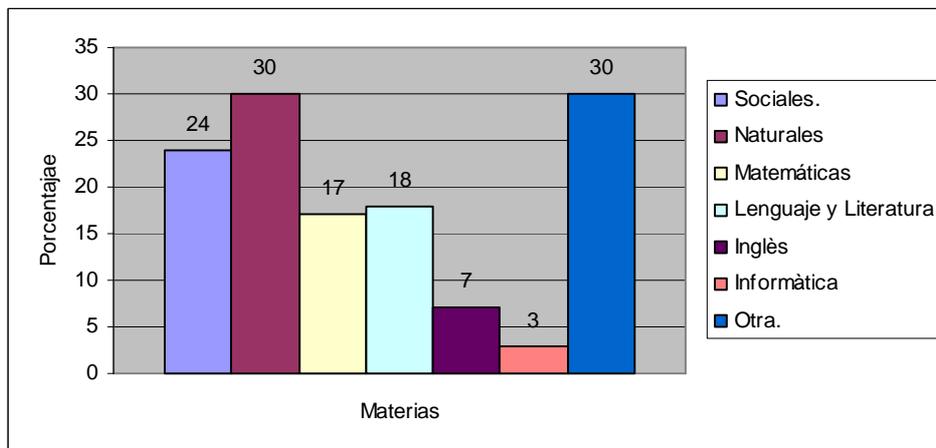


Figura A 8. Materia que imparten los docentes de las instituciones de educación media del municipio de San Salvador. Tesis de ingeniería agrónoma, UES. 2007.

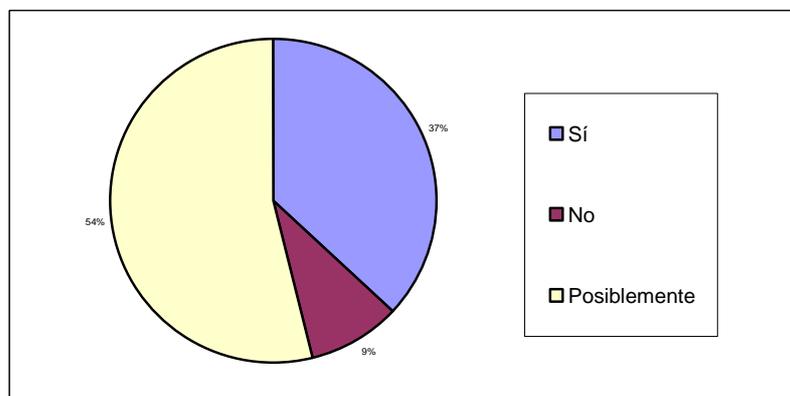


Figura A 9. Consideración de los docentes de educación básica del municipio de San Salvador, de haber consumido algún producto transgénico o derivado de estos, Tesis de ingeniería agrónoma, UES. 2007.

ESTUDIANTES DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TABLA A 5. Edad y Sexo de los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agrónoma, UES. 2007.

		Edad			TOTAL
		20-25	26-30	Más de 30	
Masculino	Sexo	66	17	17	100
	Edad	22	44	57	27
Femenino	Sexo	88	7	5	100
	Edad	78	56	43	73
TOTAL	Sexo	81	10	9	100
	Edad	100	100	100	100

TABLA A 6. Ocupación de los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, relacionado con la edad que poseen, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

		Edad			TOTAL
		20-25	26-30	Más de 30	
Únicamente estudia	Ocupación	96	4	0	100
	Edad	86	33	0	74
Trabaja y estudia	Ocupación	43	27	30	100
	Edad	14	67	100	26
TOTAL	Ocupación	81	10	9	100
	Edad	100	100	100	100

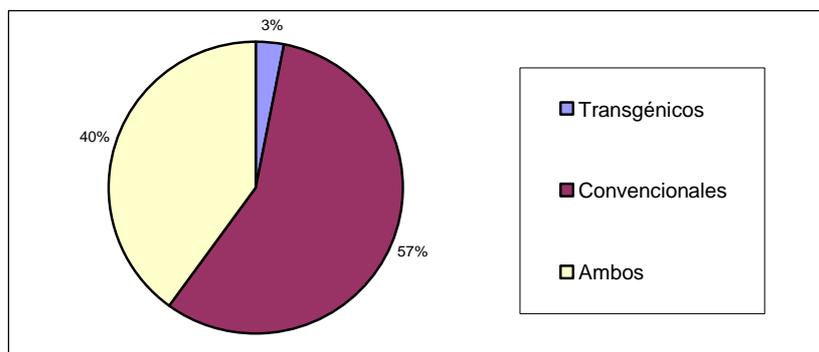


Figura A 10. Alimentos que prefieren consumir los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

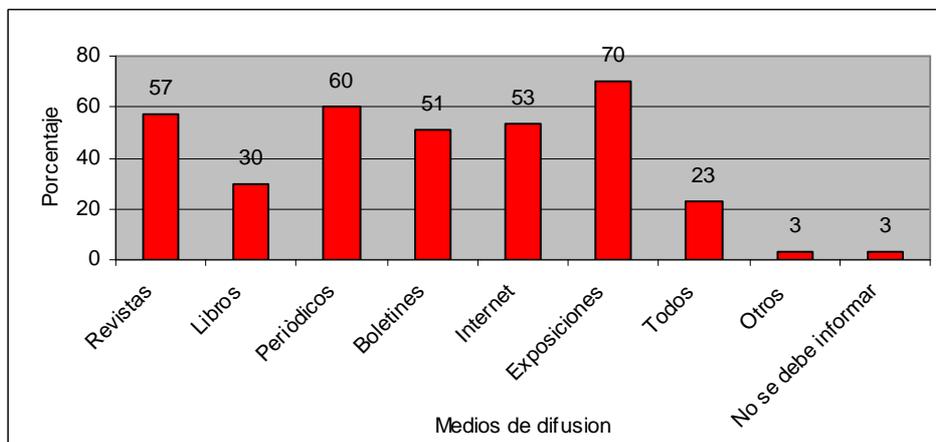


Figura A 11. Medios a través de los cuales los laboratorios de biotecnología de la UES deben difundir el trabajo que están realizando, según los estudiantes de último año del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

DOCENTES DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TABLA A 7. Edad y grado académico de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

			Grado académico que posee				Total
			Licenciado	Ingeniero	Master	Doctor	
Edad en años	20-30	Edad	100	0	0	0	100
		Grado académico que posee	29	0	0	0	15
	31-40	Edad	50	11	39	0	100
		Grado académico que posee	22	25	27	0	23
	41-50	Edad	44	6	38	12	100
		Grado académico que posee	17	13	23	40	20
	51-60	Edad	45	14	38	3	100
		Grado académico que posee	32	50	42	20	36
	mas de 60	Edad	0	20	40	40	100
		Grado académico que posee	0	12	8	40	6
	Total	Edad	51	10	33	6	100
		Grado académico que posee	100	100	100	100	100

TABLA A 8. Numero de materias que imparten los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

			Numero de materias que imparte durante el ciclo				Total
			Una	Dos	Tres	Cinco	
Edad en años	20-30	Edad	58	17	25	0	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	27	5	33	0	15
	31-40	Edad	28	67	0	5	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	19	28	0	50	23
	41-50	Edad	31	56	13	0	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	19	21	22	0	20
	51-60	Edad	28	55	14	3	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	31	37	45	50	36
	mas de 60	Edad	20	80	0	0	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	4	9	0	0	6
	Total	Edad	33	54	11	2	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	100	100	100	100	100

TABLA A 9. Relación género grado académico de los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

		Grado académico que posee					
			Licenciado	Ingeniero	Master	Doctor	Total
Sexo	Masculino	Sexo	51	12	27	10	100
		Grado académico que posee	63	75	54	100	64
	Femenino	Sexo	52	7	41	0	100
		Grado académico que posee	37	25	46	0	36
	Total	Sexo	51	10	33	6	100
		Grado académico que posee	100	100	100	100	100

TABLA A 10. Relación que existe entre el género y el número de materias que imparten los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

		Numero de materias que imparte durante el ciclo					
			Una	Dos	Tres	Cinco	Total
Sexo	Masculino	Sexo	27	53	16	4	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	54	63	89	100	64
	Femenino	Sexo	42	55	3	0	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	46	37	11	0	36
	Total	Sexo	33	54	11	2	100
		Numero de materias que imparte durante el ciclo	100	100	100	100	100

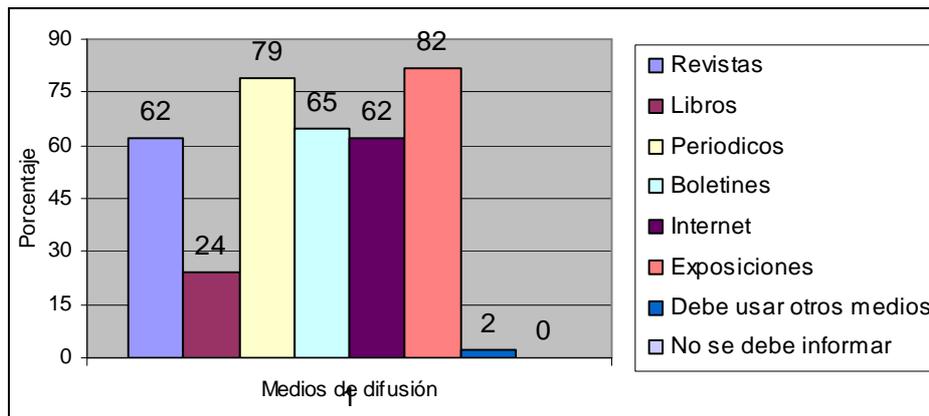


Figura A 12. Medios de comunicación a través de los cuales los docentes del campus central de la Universidad de El Salvador, consideran que los laboratorios de la UES deben informar del trabajo que realizan. Tesis de ingeniería agronómica, UES. 2007.

LABORATORIOS DE BIOTECNOLOGIA A NIVEL NACIONAL

Cuadro A 3. Datos generales de los laboratorios de biotecnología agrícola de El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica de El Salvador, UES, 2007.

Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail	Año de fundación
UES-Agronomía Laboratorio de cultivo de tejidos	Final 25 Av. norte, Ciudad Universitaria, Agronomía	2225-1500	No tiene	dorybil@hotmail.com	1986
UES-Biología Laboratorio de cultivos in Vitro de tejidos y células	Escuela de Biología Facultad de Naturales y Matemática, UES	2226-2072	2226-2072	yanira.lopez@ues.edu.sv	1990
ENA Laboratorio de biotecnología agrícola	Km. 33 1/2 carretera a Santa Ana	2366-4847	2338-4284	jcuellar@ena.edu.sv	1999
CENTA Laboratorio de biotecnología agrícola	Km. 33 1/2 carretera a Santa Ana	2302-0200	2302-0294	sesolorzano@centa.sv	1989
PROCAFE Laboratorio de cultivo de tejidos	Final Av. Manuel Gallardo Fte. a Residencial Monte Sion, La Libertad	2228-0669	2228-0669	ammejia@procafe.com.sv	1991
UNICO Laboratorio de cultivo de tejidos	UNICO. 25 calle oriente y 25 Av. sur	2484-0639	2441-2655	maria.montes@unico.edu.sv	1987
GENSA Laboratorio de cultivo de tejidos	Km. 59 1/2 antigua carretera a Santa Ana, Cantón Primavera	2487-2819	No tiene	gensa@yor.net	2005
CASSA Laboratorio de cultivo de tejidos	Km. 62 1/2 Cantón Huiscoyolate, Izalco, Sonsonate	2484-1218	2451-3608	faceron@cassa.com.sv	2003

TABLA A 11. Actividad principal a la que se dedican los otros profesionales técnicos que trabajan en los laboratorios de biotecnología agrícola en El Salvador, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

	Actividad principal de los otros profesionales que trabajan en los laboratorios				
	Compra de equipo y reactivos	Control del laboratorio	Auxiliar del laboratorio	Manejo de invernaderos	Producción de semillas
Si	12,5	12,5	75.0	25.0	12,5
No	75.0	75.0	12,5	62,5	75.0
No aplica	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Total	100	100	100	100	100

TABLA A 12. Consideración sobre si el personal de los laboratorios de biotecnología de El Salvador debe continuar estudios de post grado y a que nivel debe de hacerlo, Tesis de ingeniería agronómica, UES, 2007.

	Consideración sobre si el personal debe seguir estudios de postgrado	Nivel idóneo que debería estudiar el personal de los laboratorios			
		Diplomado	Maestría	Doctorado	Post doctorado
Si	100	62,5	50	25	25
No	0	37,5	50	75	75
Total	100	100	100	100	100

GLOSARIO

Entre las biotécnicas que se desarrollan en el país se encuentran la Embriogénesis Somática, Microestacas, Cultivo de Yemas, Cultivo de Meristemas, Micropropagación y la Clonación sobre especies vegetales, por lo que el equipo utilizado en la realización de estos trabajos es el siguiente:

Equipo de purificación de agua: El agua por ser un importante componente de los medios de cultivo, debe ser purificada previamente a la preparación de estos. Kyte y Kleyn (1996), recomienda tres métodos para purificarla: destilación, deionización u osmosis inversa. En los laboratorios del país se encontró en la mayoría, equipo para destilar y el laboratorio del CENTA que cuenta con equipo para deionizar. Los tres métodos permiten en mayor o menor grado purificar el agua para eliminar cualquier contaminante disuelto en dicho líquido.

pHmetro: Según Kyte y Kleyn (1996), el equipo que un laboratorio necesita para medir el nivel de acidez o alcalinidad del medio, dependerá del tipo de laboratorio o fines, así, un laboratorio comercial puede invertir en la compra de pHmetros, mientras que un laboratorio principiante puede utilizar papel indicador de pH.

Balanzas: Según Kyte y Kleyn (1996), el tipo de balanzas que se utilice dependerá de las cantidades requeridas para realizar los respectivos trabajos y estas pueden ser balanzas analíticas, de platillo o de brazo triple, guardando las balanzas más sensitivas para cantidades más pequeñas.

Hot plate/stirrer (plato caliente y agitador): Es el aparato utilizado para disolver y mezclar el agar empleado en la preparación de medios junto con otros componentes nutricionales requeridos por las plántulas.

Dispensador de medios: Según Kyte y Kleyn (1996), este aparato es utilizado para repartir el medio caliente en los diferentes recipientes donde se desarrollaran los explantes. Explica también, que este proceso puede realizarse mediante una cafetera o recipientes de vidrio resistentes al calor, sin embargo es incomodo y peligroso para el operario.

Equipo esterilizador de medios y herramientas de transferencia: La esterilización, tanto del material y medios frescos, como de los medios ya usados que haya sufrido contaminación, es un proceso esencial en todo laboratorio de cultivo *in vitro*. Esta esterilización suele efectuarse con calor húmedo en unos aparatos denominados autoclaves. En situaciones especiales, como en el caso de que algún componente del medio sea termolábil, puede usarse un sistema de esterilización por filtración

Autoclave: Un autoclave es el recipiente en el que se consigue exponer el material a esterilizar a temperaturas superiores a la de ebullición del agua, gracias a aumentar la presión.

Cámaras de cultivo: Una cámara de cultivo es un receptáculo diseñado para permitir el control de algunas variables del ambiente físico como la temperatura, la iluminación y el fotoperíodo y en algunos casos, menos frecuentes, la humedad del aire y su composición. Existen muchos modelos de cámaras de cultivo, en unos casos se trata de espacios reducidos, frecuentemente móviles, mientras que en otros casos son verdaderos recintos acondicionados para permitir el control del ambiente interior

Refrigerador:

De acuerdo con las técnicas que se realizan en el laboratorio y los recursos con los que cuenta, el laboratorio puede disponer de refrigeradores de ultratemperatura (mantiene reactivos, enzimas, primers, muestras de ADN, muestras de material vegetativo a una temperatura de -20°C), refrigerador de cromatografía (mantenimiento de reactivos y medios de cultivos a una temperatura de 8°C, especialmente para cromatografía, ver figura 8), ambos encontrados en el laboratorio del CENTA o se pueden utilizar también, refrigeradores comunes como en el caso de algunos laboratorios de cultivo de tejidos (CENTA, s.f.)

Microscopios compuestos: Los microscopios compuestos permiten realizar observaciones de estructuras que por su tamaño el ojo humano no puede realizar con precisión y exactitud ejemplo: meristemos y anteras (CENTA, s.f.)

Microscopio Estereoscopio: Permiten realizar observaciones con precisión y exactitud de estructuras vegetales que por su tamaño es difícil identificar a simple vista, así como facilitar la disección de los explantes hasta llevarlo a una dimensión de 0.01-0,02 mm.

Cámaras de Flujo Laminar: Conocidas como compartimiento de transferencia, es un receptáculo en forma generalmente prismática con una única cara libre (la frontal) que da acceso al interior, donde se localiza la superficie de trabajo. Según la forma en que se hace circular el aire pueden ser cámaras de flujo horizontal o vertical. En las primeras el flujo se produce desde el fondo de la cámara hasta el frente, de forma que las partículas se mueven horizontalmente a la superficie de trabajo. En las segundas, el flujo se produce desde el techo hacia la superficie de trabajo de forma que las partículas se mueven perpendicularmente a ella.

Suplementos adicionales: Como suplementos adicionales se comprenden cristalería como pipetas, beaker, papel, aparatos de sonido para crear un ambiente confortable, rotuladores, papel aluminio, aspersores, etc.

Desecadores: Caja plástica hermética en la cual se elimina, por medio de silica gel a granel, la humedad de los reactivos que no necesitan refrigerarse para su conservación.

Deshumificador: Se utiliza para extraer la humedad ambiental; eliminando exceso de agua en la cámara de crecimiento de las plantas de papa a una temperatura de 18°C

Shaker: Aparato que mantiene en movimiento constante, a través de revoluciones por minuto, los frascos de medio de cultivo para la aceleración de crecimiento de brotes

Extractores de aire portátil: Extrae aire, polvo y hongos en cámaras de crecimiento a través del flujo de aire.

Extractor de gases: Utilizada para extraer gases, olores y decantación de reactivos, para evitar el contacto con productos tóxicos.

Microondas: Fundir la gel de agarosa a punto de ebullición para preparación de muestras de ADN.

Centrifugas: Precipitación de material vegetativo para extracción de ADN por diferencia de densidades de soluciones

Rotor eléctrico Vortex: Aparato utilizado para agitar con rapidez y altas velocidades líquidos o gels. También se utiliza para incorporar sólidos en líquidos a través del contacto directo, mezcla los reactivos con el pulverizado del material vegetativo utilizado

Baño de María: Aparato que a través de temperatura rompe las paredes de las células vegetales para la facilitación de la extracción del ADN.

Desionizador de agua: Proporciona agua 100% pura, libre de trazas para uso en áreas de biología molecular, calidad reactivo

Fluorometro: Se utiliza para cuantificar en nanogramos la cantidad de ADN extraído a los materiales vegetativos

Termociclador: Amplifica a través de ciclos de temperatura y tiempo, los fragmentos de ADN utilizando las técnicas RAPDS, SCARS, u otras, auxiliándose de iniciadores y reactivos químicos de biología molecular

Medidor de area foliar: Cuantifica la cantidad de clorofila presente en las hojas, para el complemento de datos de caracterización morfológica de materiales vegetativos

Molino de hielo manual: Muele trozos de hielo a utilizar para el mantenimiento de las muestras en microtubos durante el procedimiento de extracción y cuantificación de ADN durante los procesos de caracterización molecular

Transiluminador: Visualiza las bandas de ADN presentes en la gel de agarosa, extraídos mediante las técnicas PCR; RAPDs, SCARs por medio de rayos ultravioleta

Cámara de electroforesis: Corre las muestras de ADN extraídas mediante técnicas de biología molecular, a través del uso de voltaje, utilizado para separar, identificar y purificar los fragmentos de ADN.

Cámara fotográfica Polaroid: Toma de fotografía a las bandas de ADN detectadas y teñidas mediante bromuro de etidio en el transiluminador