

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Estudios Sociales y Globales

Maestría en Relaciones Internacionales

Mención en Negociaciones Internacionales y Manejo de Conflictos

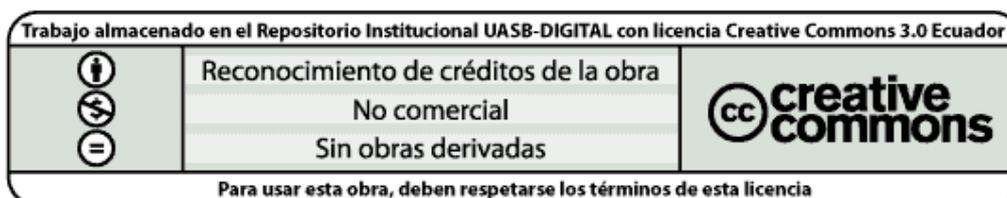
**La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por
productos biológicos como estrategia en la producción agrícola:**

El sector florícola ecuatoriano

José Luis Hidalgo Dávila

Tutor: Marco Romero Cevallos

Quito, 2017



CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, José Luis Hidalgo Dávila, autor/a de la tesis titulada: “La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de MAGÍSTER EN RELACIONES INTERNACIONALES en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación, publicación, distribución y publicación durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficios económicos. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como uso en la red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor de la obra antes referida, yo asumiré toda la responsabilidad frente a terceros en la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaria General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

José Luis Hidalgo Dávila

060300162-9

RESUMEN

La agricultura atraviesa una crisis a nivel mundial, la productividad y sostenibilidad son dos factores, que los agricultores están desafiando para producir mayores alimentos y preservar el ambiente, y la salud de los seres vivos. Los países desarrollados como en vías de desarrollo, necesitan adoptar nuevas alternativas productivas, que mejoren la calidad de los alimentos, y a su vez conserven el ambiente, y el entorno de los ecosistemas.

El sistema agrícola, está formado por empresas que suministran insumos como: semillas, maquinaria, fertilizantes e insumos agrícolas; herramientas necesarias para la producción de varios cultivos. En la actualidad, los agricultores utilizan agroquímicos, productos necesarios para el control de plagas y enfermedades; el abuso y mal uso de estos productos, ha provocado una serie de problemas agronómicos.

El cambio climático y otras transformaciones por las que está atravesando la agricultura, generó décadas atrás el surgimiento de la industria de insumos biológicos, productos amigables con el ambiente y salud de los humanos. Estos productos poseen características y modos de acción que ayudan a controlar las plagas y enfermedades con menos riesgos que la utilización de pesticidas.

La agricultura intensiva, provoca la pérdida de nutrientes del suelo, salinización, resistencia de plagas, entre otros factores, reduciendo la productividad y rentabilidad en los cultivos. En el Ecuador el sector florícola es el claro ejemplo, por esta razón los productores están introduciendo en sus procesos productivos la posibilidad de reemplazar insumos agroquímicos por biológicos; de esta manera se crea la posibilidad de utilizar estas nuevas herramientas en la producción de rosas y flores.

Existen alternativas de producción agrícola como la agroecología, la agricultura orgánica y de precisión, que están ligadas a la industria de biocontroladores, componentes integrales para la producción, control y prevención de plagas y enfermedades en los diferentes cultivos agrícolas. Se requiere la voluntad por parte de los agricultores, para poder cambiar los esquemas productivos agrícolas a nivel mundial.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, quienes incondicionalmente me han apoyado en este proceso; a mi esposa, por su amor, ayuda y comprensión; a mi bebé que está en camino y finalmente mis hermanas, con su ejemplo de superación, han sido influyentes para obtener este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, por todos los conocimientos inculcados en este proceso. Al Eco. Marco Romero, por su tutoría, y paciencia en este trabajo investigativo; a Sandrita Avilés, por su cariño y constante comunicación para culminar con éxito este trabajo; a Dios y la vida, por tener la oportunidad de superarme a nivel profesional.

TABLA DE CONTENIDO

Glosario.....	12
Introducción	15

Capítulo Primero

1. Antecedentes de la sustitución de los insumos agroquímicos en el siglo XXI.....	20
1.1. Historia y evolución del sector que produce insumos biológicos.....	23
1.2. Situación contemporánea de la industria de insumos biológicos.....	26
1.3. Características de los insumos biológicos destinados a la producción agrícola.....	33
1.4. Biofertilizantes, bioestimulantes, biopesticidas, aminoácidos, reguladores de crecimiento, extractos de plantas, bacterias, fungimos, protozoo, virus, levaduras, insectos reguladores, acidos organicos, feromonas, minerales.....	35
1.4.1. Biofertilizantes	35
1.4.2. Bioestimulantes	35
1.4.3. Biopesticidas	36
1.4.4. Aminoácidos	36
1.4.5. Reguladores de crecimiento	36
1.4.6. Extractos de plantas.....	37
1.4.7. Bacterias.....	37
1.4.8. Fúngicos	37
1.4.9. Protozoo	38
1.4.10. Virus.....	38
1.4.11. Levaduras	39
1.4.12. Insectos reguladores	39
1.4.13. Ácidos orgánicos.....	39
1.4.14. Feromonas	40
1.4.15. Minerales.....	41

1.5.	Debates en torno a la sustitución de insumos agroquímicos por biológicos	41
1.6.	Propiedad intelectual, acuerdos comerciales y normativas en la producción de insumos biológicos	47
1.6.1.	Propiedad intelectual	47
1.6.2.	Acuerdos comerciales	48
1.6.3.	Normativas en la producción de insumos biológicos.....	49

Capítulo Segundo

2.	El sector florícola ecuatoriano.....	54
2.1.	Antecedentes del sector florícola en el Ecuador	55
2.1.1.	Crisis del sector florícola ecuatoriano.....	59
2.2.	Características del sector florícola ecuatoriano.....	60
2.2.1.	Requerimiento climático	61
2.2.2.	Producción del sector florícola.....	62
2.2.3.	Exportaciones del sector floricultor	64
2.2.4.	Insumos del sector florícola	66
2.3.	Análisis en torno a la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos en el sector florícola ecuatoriano	67

Capítulo Tercero

3.	Conclusiones.....	75
	Bibliografía	80
	Anexos	85
	Anexo 1: Principales insumos biológicos utilizados en el mundo.....	86
	Anexo 2: Agentes microbianos utilizados en semillas	91
	Anexo 3: Exportaciones de rosas y flores de verano del sector florícola ecuatoriano	92
	Anexo 4: Principales empresas proveedoras de material vegetativo para el sector florícola en Ecuador	93
	Anexo 5: Participación de mercado del sector florícola ecuatoriano año 2014.....	93

Anexo 6: Participación de mercado del sector florícola ecuatoriano año 2015.....	93
Anexo 7: Participación de mercado del sector florícola ecuatoriano año 2016.....	94
Anexo 8: Importaciones de fungicidas en el sector agrícola ecuatoriano.....	94
Anexo 9: Importaciones de insecticidas en el sector agrícola ecuatoriano.....	94
Anexo 10: Importaciones de herbicidas en el sector agrícola ecuatoriano.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Participación regional de insumos biológicos	29
Figura 2. Diagrama de los insumos biológicos.....	34
Figura 3. Diagrama para un biopesticida	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Acuerdos comerciales en el sector de biocontroladores	49
Tabla 2: Resultados del ensayo.....	72

Glosario

Abióticas	Factores o condiciones ambientales tales como sequía, viento, granizo o exceso de humedad que afectan el crecimiento de los organismos vivos (Canavilhas 2011).
Acetilcolinesterasa	Esterasa tipo B, que hidroliza a la acetilcolina, neurotransmisor en muchas sinapsis. Enzima presente en insectos adultos de <i>Tribolium castaneum</i> . Que suele ser utilizada para formulación de insecticida natural (Olmedo, y otros 2015).
Ácido abscísico	Es un compuesto que existe naturalmente en plantas inferiores (algas, musgos e incluso algunos hongos) y superiores. La fitohormona ácido abscísico (ABA) fue identificada en los 1960s tras estudios realizados sobre la abscisión de frutos y la dormancia de yemas (Jordán y Casaretto 2006).
Ácidos orgánicos	Ácidos con capacidad para reducir bacterias coliformes en diferentes ambientes (Mroz 2005).
Acilalaninas	Fungicida de acción sistémica, absorbido vía foliar y radicular, se trasloca mayormente vía xilema. El fungicida acilalanina inhibe la síntesis de ARN y AND del hongo (AGRIPAC, 2012, págs. 1-5).
Aminoácidos	Son las unidades químicas o elementos constitutivos de las proteínas que a diferencia de los demás nutrientes contienen nitrógeno. Estas biomoléculas están formadas por (C) Carbono, (H) Hidrogeno, (O) Oxígeno y (S) Azufre, y son la única fuente aprovechable de nitrógeno para el ser humano (Koolman y Röhm 2005).
Auxinas	Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales naturales que regulan muchos aspectos del desarrollo y crecimiento de plantas. La forma predominante en las plantas es el ácido indolacético (IAA), muy activo en bioensayos y presente comúnmente en concentraciones nanomolares (Jordán y Casaretto 2006, 3).
Azadiractina	Insecticida botánico o de origen vegetal, con acción de contacto y por ingestión. Actúa en los insectos como regulador del crecimiento al interferir en la producción de la hormona que regula la muda (Syngenta, 2013, págs. 2-6).
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bacteria de la familia <i>Bacillaceae</i> , Gram positivo con cualidades insecticidas, considerado un agente biocontrolador (Sauka y Benintende 2008).
<i>Baeuveria bassiana</i>	Hongo entomopatógeno, utilizados como agente de control biológico para artrópodos (Oliveira, y otros 2011).
Benzimidazoles	Grupo de fungicidas sistémicos, que inhiben la síntesis de tubulina proteína presente en todas las células eucariotas, responsable de la formación de microtúbulos (Gepp y Mondino 2000).
Bioactivos	Compuestos que pueden ser nutrientes, o compuestos que confieren características sensoriales si se trata de alimentos (Marchena, y otros 2011).
Biopesticidas	Productos que contienen un microorganismo como ingrediente activo o bien se extraen de un ser vivo mediante procedimientos que no alteran su composición química. Pueden estar constituidos por toda o una parte de la sustancia extraída, concentrada o no, adicionada o no a sustancias coadyuvantes (Fernández y Juncosa 2002).
Bioquímico	Hace referencia a la composición química de los seres vivos y los procesos químicos que ocurren en los organismos vivos (Murray, y otros

	2009).
Biotecnología	Aplicación de la ciencia biológica a mejorar los atributos de las plantas, los animales y otros organismos, o mejorar los métodos para producir alimentos. Incluye técnicas tales como la fermentación, la purificación de enzimas y la reproducción de plantas y animales (particularmente la tecnología de ADN recombinante) (Negrín, y otros 2007).
Breeding	Hacer cruces o apareamientos deliberados de plantas o animales para que la descendencia tenga características deseadas particulares derivadas de uno o ambos padres. Las prácticas utilizadas en el fitomejoramiento tradicional pueden incluir aspectos de la biotecnología tales como cultivo de tejidos, reproducción mutacional y reproducción asistida por marcadores.
Carbamatos	Grupo de productos químicos que son sales o ésteres de ácido carbónico. Los carbamatos incluyen insecticidas, herbicidas y fungicidas (Paredes, y otros 2015).
Carboxamidas	Son fungicidas con un grupo químico que tiene efecto preventivo y curativo, además puede tener efecto inhibitorio sobre la germinación de esporas (Paredes, y otros 2015).
Citoquininas	Son fitohormonas estructuralmente derivadas de adeninas o purinas. Son responsables en el proceso de división celular, dan lugar a brotes, ayudan a la germinación de semillas maduración de cloroplastos (Aguilar, Melgarejo y Romero 2005).
Diatomeas	Son grupos de algas unicelulares, en las comunidades acuáticas, mar, agua dulce o en sedimentos (Maidana, y otros 2005).
Ditiocarbamatos	Plaguicidas, derivados del ácido carbámico que poseen una ligera actividad anticolinesterásica y presentan una gran capacidad para la captación de metales e interacción con radicales sulfhídrico (Bernal, Mercado y Durán 2014).
Ecosistemas	Son conjuntos de organismos (comunidad o biocenosis) presente en una zona determinada teniendo un equilibrio dinámico con su medio físico (biotopo) (A. Paredes 2013).
Entomopatógenos	Hongos que producen varias lipo y proteo enzimas como quitina, importante en la micosis de insectos (Merchán 2015).
Eucariota	Unidad estructural de microorganismos como protozoarios, hongos y algas y de otros unicelulares o multicelulares que poseen en su interior estructuras limitadas por membranas llamadas organelas (núcleo, mitocondrias y cloroplastos presentes sólo en células capaces de realizar fotosíntesis) (Apella y Araujo 2005)
Feromona	Señal química emitida por un insecto que le permiten comunicarse con otros individuos de su misma especie, en oposición a los aleloquímicos que son emitidos por una especie para comunicar con individuos de otra especie (De Lucas 1996).
Giberelinas	Grupo de diterpenoides que se definen más por su estructura que por su actividad biológica. Las giberelinas biológicamente activas, actúan como reguladores esenciales del desarrollo de las plantas (Aguilar, Melgarejo y Romero 2005).
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Hongo entomopatógeno anamórfico de distribución cosmopolita, es el enemigo natural de una amplia gama de insectos y arácnidos (Meyling y Eilenberg 2007).
Microorganismos	Organismo vivo que requiere de montajes especiales para su observación bajo el microscopio (Rojas 2011).
Nemátodos	Gusanos microscópicos y delgados, algunos de los cuales se alimentan

	de las raíces de las plantas y son fitoparasitos mientras otros tienen vida libre (Guzmán, Castaño y Villegas 2012).
Oomicetes	También conocidos como "mohos acuáticos", son un grupo de varios cientos de organismos que incluyen algunos de los patógenos más devastadores. Las enfermedades que causan incluyen tizón de plántulas, damping-off, pudrición de raíces, tizones foliares y mildius vellosos (Fry y Grünwald 2010).
Organoclorados	(O-C), pesticidas químicos como el DDT, HCH, aldrín y toxafén. Entre los derivados del benceno y el fenol están el HCB, PCP y los ácidos 2,4-D y 3, 4, 5-T (Ferrer 2003).
Organofosforados	(O-P): grupo de pesticidas más extensos y utilizado. Entre ellos hay que mencionar el paratión, malatión, diclorvos, mevinfos, diazinon y demeton (Ferrer 2003).
Parásitos	Son los organismos que pasan toda o parte de su existencia a expensas del hospedante, causándole o no daño, y con quien tienen una dependencia obligada y unilateral. Varios de ellos son patógenos del hombre (Robert 2014).
Patógenos	Agentes biológicos o medios capaces de producir algún tipo de enfermedad o daño en otro cuerpo. Chase, A.R., M (Chase, Daughtrey y Simone 1995).
Pesticidas	Tiene como término equivalente "plaguicida", se refiere tanto a insecticidas como a muchos otros tipos de sustancias químicas (California Department of Pesticide Regulation 2016).
Piretrina	Insecticida sintético que bloquea los canales iónicos neuronales, afectan el sistema nervioso de los insectos (Rocha y García 2008).
Piretroides	Insecticida sintético que bloquea los canales iónicos neuronales, afectan el sistema nervioso de los insectos (Rocha y García 2008).
Protista	Unidad evolutiva que comparte características, sino que es un término acomodaticio que significa "cualquier eucariota que no es una planta, un animal o un hongo" (Amato 2004)
Protozoo	Células eucariotas simples (organismos cuyas células tienen membrana nuclear) con características del reino animal, ya que son móviles y heterótrofos pero pertenecen al reino protista (Álvarez 2017).
Rizobacterias	Microorganismos del suelo, particularmente bacterias con influencia en el crecimiento de plantas, además son controladoras naturales de agentes patógenos, y que proporcionan grandes beneficios como biofertilizantes (Hernández y Escalona 2003).
Rotenona	Insecticida no sistémico, de contacto, también tienen actividad acaricida (Pei, Liou y Chen 2003).
Saprótrofos	Organismos o microorganismos dependientes de otros para su nutrición de otros con una digestión extracelular y externa (Porrás-Alfaro y Bayman 2011).
Stramenopiles	Células móviles, cuando presentes, típicamente biflageladas, tienen mitocondrias con crestas tubulares y típicamente cuerpos basales con 4 raíces microtubulares (Baldauf 2008).
<i>Trichoderma spp.</i>	Hongo hiperparásito competitivo que produce metabolitos anti fúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa (Ezziyani, y otros 2004).

Introducción

La agricultura está atravesando una crisis a nivel global que afecta a países desarrollados como en vías de desarrollo. Los Estados Unidos, en 1945 tenía alrededor de 6 millones de fincas productivas, después de la postguerra, el factor económico golpeó duramente al sector, a finales de 1992 los agricultores se redujeron a la mitad. Los altos costos de semillas, maquinaria e insumos, han provocado que las utilidades de las cosechas se destinen cada vez a estos insumos; el resultado, la insolvencia de los agricultores (Rosset 1998, 3).

La agricultura, se práctica a escala mundial, la sobre producción de algunos productos, como cereales, oleaginosas entre otros, ha provocado que los precios se mantengan estables por varios años, además de la monopolización de empresas transnacionales, que manipulan los precios del mercado.

Las empresas comercializadoras de insumos, semillas, maquinaria, fertilizantes y agroquímicos, registran cada año mayores precios; para los agricultores resulta más difícil acceder a dichos insumos. En los años 40, los Estados Unidos, impulsan una política agraria orientada a promover la agricultura, conocida como la revolución verde. En los años 60-70, la agricultura norteamericana genera nuevos procesos productivos, se mecanizan los cultivos, aumentan los rendimientos, y se emplea una gran variedad de pesticidas para el control de plagas y enfermedades.

La revolución verde, se propaga por todo el mundo, a través de paquetes tecnológicos, que incluyen semillas, fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas de origen sintético; las empresas transnacionales químicas, emprenden campañas de comercialización masiva en todo el mundo. El consumo de pesticidas y fertilizantes aumentó 10 veces en los Estados Unidos en los 30 primeros años de la postguerra (Rosset 1998, 5).

La industria de productos químicos, se fortaleció, y surgieron grandes empresas, se beneficiaron de las políticas implementadas, y se posicionaron en todo el mundo con la venta de pesticidas. En la actualidad, enormes agrupaciones como Basf, Bayer, Dow-Dupont y Chemchina controlan el 63% de las semillas, el 75% del mercado de agroquímicos, y tres multinacionales abarcan el 31% del mercado de fertilizantes, Agrium, Yara y Mosaic (Grupo ETC 2016).

Las cuatro empresas (BASF, Bayer, Dow-Dupont, ChemChina), fabrican, fungicidas, insecticidas, herbicidas, acaricidas, nematocidas de origen químico, a través de un sistema complejo de comercialización de ventas, han logrado dominar el mercado mundial de agroquímicos. Las estrategias implementadas por estas corporaciones, dieron como resultado, un paquete tecnológico, que se utiliza en todos los cultivos; los agricultores deben adquirirlos, para contrarrestar las plagas y enfermedades.

La ciencia agrícola estadounidense, desde un inicio estuvo orientada a obtener mayores rendimientos en los cultivos; una de las limitantes era la mano de obra disponible, la cual fue remplazada por maquinaria; la agricultura se tornó más simple; se generalizó en el uso de semillas genéticamente modificadas, fertilizantes sintéticos y moléculas químicas de amplio espectro, para erradicar cualquier plaga o enfermedad; fue el inicio de la agricultura intensiva.

La agronomía, se concentró en las semillas, buscando variedades que sean resistentes a ciertas plagas y enfermedades; se eliminaron varias actividades preculturales y culturales, se modificó la densidad de siembra, la fertilización se basó en compuestos químicos y el control de plagas y enfermedades, por medio de pesticidas.

El abuso y excesos de los pesticidas, fertilizantes nitrogenados y fosfatados, ha provocado una serie de problemas, como: la erosión, compactación, salinización del suelo; el agotamiento de los nutrientes, contaminación del aire, tierra, agua y sus efectos en la salud de los seres vivos. Otros problemas, como la resistencia de los insectos a los plaguicidas, deforestación, agotamiento del agua de los subsuelos y los residuos tóxicos, perjudiciales para la salud humana y del ambiente, crecieron en importancia.

Ante la serie de cambios por los que está atravesando el planeta, varios autores (Reddy 2015) concuerdan, en que las transformaciones climáticas están interrelacionadas con la agricultura a escala global. Los efectos, que provocan el calentamiento global son de impacto directo e indirecto en la agricultura; entre ellos, el aumento del dióxido de carbono, la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, la crecida en los niveles del mar, aumento de la acidificación oceánica, las radiaciones UV-B, los cambios en el ciclo hidrológico; deltas térmicos extremos, sequías, inundaciones, son factores que repercuten en los rendimientos finales de los cultivos.

La situación actual del sector agrícola, no es alentadora, la caída de los rendimientos y de la productividad es evidente; se requiere de nuevas alternativas

productivas como: la agricultura orgánica, agroecología y agricultura de precisión, que ayuden a enfrentar los diferentes problemas que hemos mencionado anteriormente.

Mejorar los rendimientos y mantener la sostenibilidad del ambiente, son grandes desafíos que enfrenta la agricultura contemporánea. Los gobiernos, empresas privadas y universidades ante los diferentes acontecimientos en el sector, están aportando mediante investigaciones nuevas alternativas para obtener rendimientos adecuados y preservar el ambiente y la salud de los seres vivos.

En la década de los 60, inicia una nueva industria, insumos biológicos, insumos amigables con el medio ambiente y salud de los humanos; estos productos se subdividen en: biofertilizantes, bioestimulantes y biopesticidas. Cada uno posee características, funciones modos de acción propios; ayudan al crecimiento normal de los diferentes cultivos; provienen de microorganismos vivos, minerales, levaduras, extractos de plantas botánicas, entre otras.

En biofábricas a través de biotecnologías se producen los biopesticidas, el proceso inicia acopiando materias primas (microorganismos); posteriormente, en varios medios de cultivo se reproducen (La Finca de Hoy 2017), así entre 5 y 7 días, se obtienen diferentes productos. Esta nueva industria de bioinsumos, empieza con mayor fuerza en el año 93, con ventas mundiales de US \$ 100 millones anuales; se estima que para el 2020, tales ventas lleguen entre los US \$ 5.000 y los US \$ 8.000 millones anuales; la tasa de crecimiento de este sector está entre el 15% y el 17% anual (Dunham 2016).

La mayoría de empresas productoras y comercializadoras de biocontroladores, se encuentran en Europa, Estados Unidos, Latinoamérica y Asia. Los insumos que mayormente comercializan las empresas dedicadas a esta actividad son, los bioinsecticidas, bio-fungicidas, y finalmente el resto de insumos (bio-herbicidas, bio-nematicidas).

Existe gran expectativa por las tendencias de la industria de bioinsumos; las ventajas de utilizar estos productos son varias; por ejemplo, bajo el riesgo para el ambiente, menor desarrollo de resistencia a las plagas, menos problemas con los residuos, y menos riesgo de toxinas en los alimentos. Algunos biopesticidas cumplen otras funciones, por ejemplo el *Trichoderma spp*, estimula el crecimiento de raíces.

La regulación de los bioinsumos, en la mayoría de países se ha tornado un problema; las autoridades han identificado el registro de bioplaguicidas como un cuello de botella, las normas y procedimientos de registro, se evalúan como un producto químico. Pocos son los países, que reconocen que un biopesticidas es diferente a un pesticida. En ocasiones los requisitos para el registro de un nuevo biocontrolador son inapropiado, innecesario, costoso, lento y confuso. Países de la UE están revisando los procesos de registros con la finalidad de agilizar los procesos.

Este trabajo investigativo, analiza la situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por insumos biológicos y ecológicos, en la producción agrícola, cuya tendencia se presenta a nivel global. El trabajo, incluye el análisis del sector florícola ecuatoriano, enfocándose en el manejo de insumos agrícolas en los procesos productivos.

La floricultura ecuatoriana inicia la producción y comercialización en los años 80, la exportación de rosas y flores de verano alcanzó valores menores a los US \$ 5 millones FOB anuales, desde entonces el crecimiento del sector ha sido sostenido, y en el año 2016 las ventas llegaron a los US \$ 800 millones. (Ver anexo 3)

La continua producción de rosas y flores por casi 35 años en la Región Andina, ha generado una serie de problemas a nivel agronómico, como la salinización de los suelos, la pérdida de nutrientes, la resistencia de plagas y enfermedades, entre otros factores. El cultivo demanda varios cuidados fitosanitarios, es el sector con mayor consumo de agroquímicos, principalmente de fungicidas, insecticidas, acaricidas y nematocidas.

Los principales problemas, que tiene la floricultura ecuatoriana, son de origen fúngico; por esta razón, los fungicidas son los productos con mayor demanda. El aumento de problemas fitosanitarios en el cultivo, ha generado la oportunidad para los insumos biológicos, la implementación del MIP (Manejo Integrado Plagas) en los esquemas productivos, permite un espacio para estas nuevas alternativas productivas.

La investigación, está organizada en tres capítulos, el primero, examina los antecedentes de la sustitución de los insumos agroquímicos en el siglo XXI, revisa brevemente la historia y evolución del sector que produce insumos biológicos, hasta identificar las características y situación contemporánea de la industria de insumos biológicos, los debates en torno a la sustitución de insumos agroquímicos por insumos

biológicos, y el tema de la propiedad intelectual, el trato que reciben estos bioinsumos en los acuerdos comerciales, y las normativas establecidas para la producción de insumos biológicos.

El capítulo segundo, analiza el sector florícola ecuatoriano, sus antecedentes en el Ecuador, la crisis del sector en el Ecuador; revisando las características del sector florícola ecuatoriano, sus requerimientos climáticos, la evolución de la producción del sector, las exportaciones, los insumos que utiliza; analizando la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos en el sector florícola ecuatoriano. Finalmente el capítulo tercero, identifica las conclusiones más relevantes que se derivan del trabajo investigativo realizado.

Capítulo Primero

En el presente capítulo, se realizará una descripción de los antecedentes de la sustitución de agroquímicos por insumos biológicos, examinando la situación contemporánea de la industria de insumos biopesticidas, y sus características; se revisan los debates principales en torno al uso de insumos biológicos en lugar de los de origen químico. Finalmente concluiremos examinando los acuerdos comerciales y de propiedad intelectual en el caso de la industria de insumos biocontroladores.

1. Antecedentes de la sustitución de los insumos agroquímicos en el siglo XXI

La agricultura es una actividad que se practica a nivel mundial dentro de diversos ecosistemas, con el fin de producir y ofertar alimentos para los seres vivos (humanos y animales). Requiere de recursos como suelo, agua, temperatura, luminosidad, materia orgánica, entre los principales elementos. Con estos recursos se pueden realizar diversos cultivos para los seres humanos y como alimento para los animales. En el proceso de producción los cultivos se ven amenazados por plagas y enfermedades que afectan la productividad y el rendimiento en las cosechas.

El premio nobel Dr. Alexis Carrel en el año 1912, publicó “El hombre, El desconocido”, libro en el que expresa, el suelo es vital para la vida humana puesto que todos los alimentos provienen del suelo; por ello debe existir armonía entre el suelo y la planta, si los suelos están contaminados los alimentos también lo estarán, y viceversa, si los suelos se encuentran en óptimas condiciones los alimentos tendrán igual calidad.

Se estima que en la actualidad existen alrededor de 67.000 especies de plagas que afectan a la producción agrícola y son responsables del 40% de la pérdida en rendimientos en los diferentes cultivos; el 15% es causado por artrópodos, 12-13% por patógenos de plantas, y 12-13% por malezas (Bailey, y otros 2012, 19). Los insectos se presentan en una mayor cantidad con 10 millones de especies aproximadamente; no todos son plagas, muchos insectos proporcionan un medio ambiente vital y generan beneficios para algunos cultivos; también pueden actuar como agentes de control biológico. Investigaciones recientes revelan que diez grupos diferentes de

microorganismos han evolucionado para ser parasitarios en las plantas, en términos económicos los patógenos más importantes son los hongos, *oomicetes* y virus. Atacan e infectan todas las partes de la planta: raíz, tallo, hojas, sistema vascular, en todas las etapas, siendo las semillas y las plántulas más vulnerables.

Entre de los hongos preexisten alrededor de 1.5 millones de especies, la mayoría de los cuales son saprótrofos; de éstos 10.000 son parásitos que afectan a los cultivos. Los *oomicetos*, son considerados parte de un grupo de protistas eucariotas, considerados como stramenopiles, que incluyen las algas marrones y las diatomeas, nadan sobre la planta, germinan y crecen sobre el tejido de las plantas para causar enfermedades.

En la actualidad se conocen 1.600 especies de bacterias; entre ellas 100 son perjudiciales para los cultivos. Por otra parte se encuentran los virus; entre ellos 700 afectan en la producción, la mayoría de virus patogénicos son del tipo de ARN monocatenario; y, finalmente, los nemátodos, especie no segmentada, son parecidos a los gusanos; existen aproximadamente 15.000 individuos que, viven en la mayoría de los diferentes tipos de suelo y atacan directamente las raíces, perjudicando notablemente a los rendimientos. Por otro lado las malas hierbas, son plantas que afectan directamente a la producción y se las puede clasificar en malezas agrícolas, invasoras, parásitas y voluntarios (Bailey, y otros 2012, 29-31).

El sistema agrícola contemporáneo está enfocado en obtener mayores rendimientos, a costes económicos bajos, preservando el medio ambiente y la salud de las personas que se encuentran involucradas directamente con el sector. El objetivo final es conseguir un producto que satisfaga las necesidades del cliente; para cumplir con el objetivo es necesario un manejo que implica el uso de insumos agrícolas como son: semillas, fertilizantes y agroquímicos. Estos últimos están catalogados en herbicidas, insecticidas y fungicidas.

En los años cuarenta, siendo Harry Truman presidente de los Estados Unidos, se inicia la revolución verde, la cual da paso a una serie de programas mediante una política abierta para los grandes consorcios químicos, cuyo uso masivo se generaliza en las décadas de los años 60-70; la agricultura cambia considerablemente, los procesos productivos, se mecanizan cultivos, se logran mayores rendimientos, con la ayuda de paquetes tecnológicos que contienen semillas (transgénicas), principalmente en cultivos de soja, maíz y algodón, tolerantes a herbicidas y resistentes a ciertas plagas y

enfermedades; fertilizantes y pesticidas de origen sintético. Este proceso se implanta a nivel global y se genera la agricultura convencional e intensiva.

El apoyo gubernamental que recibieron las grandes empresas de insumos sintéticos, en el pasado permitió que la industria química se desarrolle sostenida y considerablemente desde entonces hasta la actualidad, monopolizando toda la cadena agroindustrial a nivel mundial.

La agricultura actual sigue arrastrando el objetivo del pasado: obtener máximos rendimientos en los cultivos. El Gobierno, los investigadores y las empresas privadas ante los grandes cambios que sufre el planeta en aspectos ambientales, ecológicos y agronómicos, han puesto en marcha planes con la finalidad de brindar a los agricultores varias alternativas productivas que generen el menor impacto posible sobre los ecosistemas y sobre la salud de los seres vivos.

La rentabilidad y la productividad desde el pasado, son dos objetivos, su aplicación ha originado un desequilibrio en los suelos, el ambiente, la salud de quienes participan en dicho proceso, y en los consumidores. El abuso y mal uso del paquete tecnológico principalmente de los fertilizantes y pesticidas químicos, es una de las principales razones para que en la actualidad los científicos, los gobiernos y las empresas privadas sugieran nuevos métodos alternativos de producción agrícola.

En los años 60, sectores reducidos de la sociedad critican y analizan la supuesta panacea generada por la revolución verde; en consecuencia propician sustituir los insumos agroquímicos por productos y técnicas amigables con el ambiente y con la salud, utilizando insumos biológicos, es decir un paquete tecnológico con semillas, fertilizantes y biopesticidas de origen natural; esto da origen a este segmento de la producción, que ofrece insumos agrícolas alternativos.

Por esta y varias razones más, la industria de biocontroladores se encuentra en la actualidad en etapa de desarrollo, brindando a los productores un opción de utilizar en la producción insumos más amigables con el ambiente, los ecosistemas y con la salud de los seres vivos. Tratando de sustituir la metodología convencional de producción por una nueva que genere beneficios colectivos para los involucrados en la cadena global de valor del sector agrícola.

Es evidente que durante el periodo de la revolución verde, se fortalecieron grandes grupos empresariales en el sector agrícola, que se consolidan como grandes

corporaciones; sin embargo su dominio se ve amenazado por dos factores. El primero la incorporación de nuevos competidores de agroquímicos genéricos, con precios bajos en relación a un producto sintético de marca. La otra es la introducción y desarrollo de la industria de biopesticidas, que como veremos más adelante tiene un gran futuro y gran dinámica en el corto plazo. Por estas dos razones, las grandes empresas de pesticidas se han visto en la necesidad de implementar algunas estrategias; entre ellas se incluye la integración vertical, principalmente con empresas de semillas y elaboración de alimentos, o su vez adquiriendo por millonarias sumas de dinero pequeñas empresas de insumos biológicos.

1.1. Historia y evolución del sector que produce insumos biológicos

Los registros más antiguos revelan que hace 4000 años se empleaban extractos de neem para el control de plagas. La referencia al uso de sustancias derivadas de la botánica data de hace 2000 años en países como Egipto, India, China y Grecia; allí se empleaban estos compuestos con la finalidad de combatir plagas y enfermedades que afectaban las plantas.

Los productos biológicos también se utilizaban, en los años 400 A.C. en la China; sus agricultores fueron los primeros en utilizar enemigos naturales para el control de plagas, principalmente insectos en los cítricos; en el siglo III los nidos de la hormiga *Oecophylla amaragdina* se vendieron en diferentes zonas para ese fin. Así mismo en Egipto se utilizaban a los gatos para controlar a los roedores.

En el año 1602 el italiano Aldrovandi descubre el parasitismo de los insectos; a partir de ello se suscitan acontecimientos como:

- En el año 1700 se liberaron insectos en invernaderos
- En el año 1734 Reaumur sugirió implantar los huevos de una mosca *Afividora crisopa* y colocarlos en invernaderos para el control de áfidos (Agrotterra 2011)¹.

¹ Los adultos colocan los huevos en las hojas, a los pocos días eclosionan y surge un pequeño depredador que se alimenta de áfidos. El modo de acción consiste en inyectar al hospedero veneno que le paraliza por completo para posteriormente absorber todo el contenido del individuo.

- En el año 1762 se introdujo el pájaro Mynah en toda la Costa de Madagascar para el control de la mosca roja.
- En el año 1776 se introdujo en toda Europa al predador *Pricomerus bidens* para el control del chinche (Johnson, History of Biological Control s.f.).

Más tarde en 1835, se descubren microorganismos como *Bauveria bassiana*, por Agostine Bassi, para controlar el gusano de seda; en Rusia en el año 1878 se descubrió el hongo *Metarhizium anisopliae*, que se utilizaba para el control de la larva del escarabajo en la remolacha, y en 1901, el biólogo japonés Shitegane Ishiwata, logra aislar el microorganismo benéfico *Bacillus Thuringiensis*; posteriormente la empresa Pacific Yeast, en el año 1956 logró reproducir el hongo para comercializarlo a gran escala (New Ag International 2013).

En 1930, apareció el hongo *Trichoderma sp*, muy conocido en la actualidad por los agricultores, que permite generar productos biológicos para diferentes cultivos.

En el período moderno, considerando que va desde 1957 hasta la presente fecha, se desarrollan nuevas técnicas y concepciones diferentes en torno al manejo y aplicación de insumos biológicos. Así en 1959 Vern Stern concibe la idea que los sistemas de cultivo tienen un umbral económico, como consecuencia del daño que producen las plagas y enfermedades, generando una estrategia para controlar las plagas y eliminar los planes programados de fumigaciones con pesticidas.

En 1962, se publica el libro de Rachel Carson “Silent Spring”; dicha publicación proporciona un mejor manejo de los cultivos que ayuden a la conservación ecológica y del ambiente; también estimuló a la implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP), dentro del cual el control biológico fue considerado por muchos agricultores como una herramienta en los procesos productivos a nivel internacional (Johnson, Biological Control of Pests 2000).

A.H.S Smith, fue la primera persona en introducir el término “Control Biológico”, para significar el uso de enemigos naturales, introducidos o manipulados de cierta manera, para el control de plagas de insectos. Con el pasar de los años otros científicos reconocidos como B.P DeBach (1964), C. Van den Bosch (1982), han precisado y ampliado el término de control biológico (Luck 1998, 8).

La primera feromona fue registrada en el año 1979 en los Estados Unidos. Antiguamente los agricultores para combatir plagas y enfermedades realizaban una serie de trabajos, por ejemplo implementaban la rotación de cultivos, labranza, selección del sitio, clasificación de semillas, ajuste de fechas de siembra, arado manual. Posteriormente a la segunda guerra mundial, la mayoría de productores empieza con el uso de químicos debido a que éstos son baratos y de fácil aplicación; al final de los años 80-90 la mayoría de los involucrados con la producción agrícola utilizaban agroquímicos (herbicidas, fungicidas e insecticidas).

En la década de los noventa, se evidencia un marcado aumento en la investigación, se descubren varios compuestos químicos de origen natural cuyas características son específicas, ayudan a repeler, y controlar de manera ecológica, una serie de plagas y enfermedades en diferentes cultivos. Entre los insumos biológicos más estudiados se encuentran los botánicos, principalmente los que contienen piretrina, azadiractina, retenona, y los aceites esenciales.

En el campo agronómico, el manejo e implementación de sistemas de control para combatir plagas y enfermedades ha cambiado considerablemente con respecto al siglo anterior. Los productores, empresarios y agricultores se han concientizado por la necesidad de mejorar las técnicas de producción utilizando, insumos más amigables con el ambiente y para quienes los manipulan. Por otra parte se extiende la práctica de un manejo integrado, combinando productos sintéticos con insumos biológicos; el hecho es que existe una creciente voluntad de elaborar productos más sanos con estas nuevas alternativas que ofrece el mercado a nivel mundial.

La concientización de los gobiernos, así como de organizaciones empresariales y de la sociedad civil por la necesidad de garantizar la seguridad y el acceso de alimentos para la población, más el fenómeno social en el cambio de regímenes alimenticios en los humanos, ha provocado que la producción de hortalizas, frutas, oleaginosas y leguminosas tomen nuevos rumbos; éstas implican el uso de nuevas alternativas agronómicas, como el uso de biocontroladores para garantizar la procedencia, calidad y capacidad nutritiva de los productos comestibles.

El presente del sector agrícola mundial es diferente al del siglo pasado; los diferentes fenómenos ambientales, económicos, sociales, culturales y políticos, han concientizado a los agricultores para romper los paradigmas y generar alimentos con

alternativas nuevas de producción sin alterar las condiciones de las plantas y optimizar los recursos.

1.2. Situación contemporánea de la industria de insumos biológicos

Algunos expertos manifiestan que el despegue real de los productos biológicos se dio en los años 60; sin embargo ya en los Estados Unidos se introdujo de manera comercial el *Bacillus popillae* para el control del escarabajo japonés en los años 40. En los años 90 el valor de mercado de los productos biológicos vendidos en los EEUU fue de US \$ 147 millones; en estas transacciones estaban involucradas varias empresas productoras (30), el apoyo de la ciencia, la tecnología con investigación más desarrollo, ha generado una serie de nuevas opciones con excelentes resultados de efectividad para el control de plagas y enfermedades en todo tipo de cultivo.

Los costos para la salud humana y el ambiente son difíciles de cuantificar según investigadores y científicos; así, el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos, en el año 1995, emite un importante informe concluyendo que los plaguicidas han generado resistencia de las plagas, enfermedades y otros problemas, planteando la necesidad urgente de un enfoque alternativo para el manejo y control de plagas, enfermedades que pueda contemplar y reemplazar, parcialmente en su totalidad, el uso de productos químicos en la agricultura.

En el año 2000, el Consejo emite un nuevo reporte, expresando que los sistemas productivos bajo la modalidad de monocultivo, implican desviaciones importantes en los ecosistemas por lo que se dificulta estimar el impacto de los agroquímicos (National Research Council 2000, 60). La agricultura intensiva se basa en el uso permanente de pesticidas; estos han generado la erosión del suelo, destrucción de la microflora, pérdida de los nutrientes básicos en el suelo, por las fumigaciones constantes que deben realizarse en esta práctica agrícola intensiva.

Por estos antecedentes, y al ver que la agricultura industrial perjudica uno de los principales recursos como es el suelo, los empresarios intentan recuperar la vida microbiana que se encuentra en la tierra por medio de un manejo integral, usando y aplicando insumos biológicos.

La agricultura en la actualidad está viviendo una nueva revolución; al ser un sector dinámico se ha visto obligada a una elevada intensificación productiva, principalmente en los cultivos destinados a la exportación. Un factor importante es el constante avance tecnológico y la profunda investigación realizada por el sector privado y público en todo el mundo; así, en este nuevo siglo países, grandes empresas productoras y comercializadoras de insumos apuestan por sustituir los insumos químicos por biopesticidas capaces de controlar eficientemente plagas, enfermedades y mejorar el rendimiento de los cultivos, en condiciones más favorables para el ambiente y la salud humana; esto fortalece e impulsa a los insumos biológicos.

La importancia de la estrategia para la sustitución de insumos debe ser vinculante, esto quiere decir que debería utilizar en sus procesos de producción materias primas que puedan reemplazar a los productos químicos que en su mayoría provienen de materia fósil, que no es renovable. En los últimos diez años se ha intensificado el uso de la biotecnología, la cual tendrá una importante acogida en este siglo XXI.

En la actualidad, la mayoría de las semillas que se comercializan son transgénicas o híbridas, grandes avances han permitido generar semillas resistentes a una serie de plagas y enfermedades, con el objetivo de minimizar los riegos para los productores; el problema radica en que para la generación de estas nuevas semillas resistentes se utiliza una amplia gama agroquímicos, principalmente herbicidas e insecticidas como protectantes. Varias empresas hoy en día han centralizado sus investigaciones utilizando insumos biológicos para el recubrimiento de semillas y controlar hongos, bacterias y virus, el objetivo es sustituir el uso de agroquímicos por insumos biológicos en el tratamiento de semillas (Ver Anexo 2).

La industria de biopesticidas está más enfocada en la protección de cultivos; recientemente algunas empresas a través de múltiples esfuerzos de investigación han logrado realizar un manejo de semillas con el uso de biocontroladores. En la actualidad el 90% de los productos alimenticios proviene de semillas. La semilla es vital para los agricultores; es la primera inversión que realizan, razón por la cual recibe los mayores cuidados a la hora de sembrarse; en su totalidad realizan un manejo químico a la hora de combatir agentes patógenos.

El mercado mundial de tratamiento de semillas en la actualidad está valorado en US \$ 4.000 millones, el uso de insecticidas representa el 50%, seguido de los fungicidas

el 35%. Los biopesticidas representan apenas el 10% -12%; uno de los principales desafíos para utilizar bioinsumos en la fabricación de semillas es garantizar la germinación, cuidado y desarrollo de la raíz, ya que no debe comprometer la inocuidad y calidad (New Ag International 2017).

Uno de los factores importantes para el crecimiento reciente en el uso de los biopesticidas, es la innovación tecnológica para obtener estos insumos. Durante la década de los noventa, se lograron grandes avances significativos en los ámbitos microbiano y bioquímico; los fabricantes en su totalidad son pequeñas empresas que masificaron la producción, aumentaron el almacenamiento y la vida útil de los productos biológicos.

En la actualidad los biopesticidas se encuentran formulados previa una investigación científica y no como sucedía antes de los años 90, cuando las formulaciones eran pobres y prácticamente, el sistema funcionaba en base a creencias. Basados en experiencia hoy las formulaciones son sólidas y eficientes, que permiten una alternativa de producción para los agricultores.

Esta nueva práctica de producción, implica grados de inversión en investigación y desarrollo (I+D); así como la manipulación organismos vivos presentes en los diferentes ecosistemas por parte de los investigadores, especialmente en los países de Norteamérica, Europa Occidental y Asia Oriental; han realizado estos esfuerzos con la finalidad de introducir en los mercados insumos eficaces y de calidad.

Los Estados Unidos es el país más próspero en generar biotecnología agrícola. Por otra parte están los países en vías de desarrollo quiénes han demostrado su interés por esta nueva tendencia, entre ellos están: Brasil, China, India, Malasia, Sudáfrica y los menos tecnificados como Egipto, Filipinas y Vietnam; finalmente Kenia que con muy pocos aportes de I+D en biotecnología pretenden seguir esta nueva tendencia de insumos para la agricultura moderna.

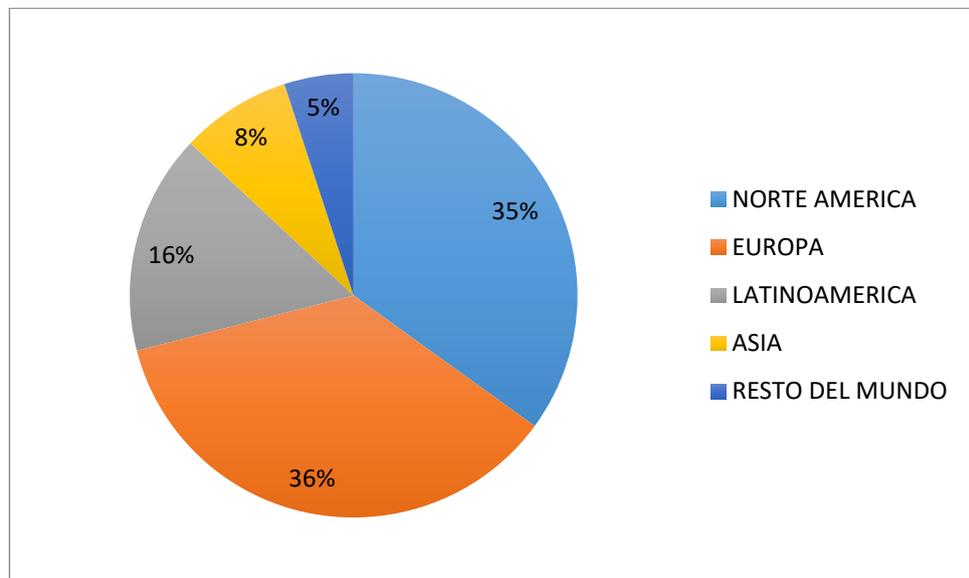
Los biopesticidas, al ser una industria naciente constituyen cada vez un mayor porcentaje frente a la industria de agroquímicos; así por ejemplo en el año 2009 el mercado mundial de bioplaguicidas fue valorado en US \$ 1.6 millones versus el mercado global de pesticidas cuyo valor fue de US \$ 37.5 mil millones (Singh 2014). En el año 2014 el valor total de bioplaguicidas ascendió a US \$ 3.300 millones, un

crecimiento del 206% con respecto al año 2011, mientras que el mercado global de pesticidas fue de US \$ 61.8 mil millones (BCC Research 2014).

En los análisis de mercado de insumos destinados para biocontrol, la empresa consultora Dunham Trimmer, estima que llegará a los US \$ 5.000 millones para el año 2020, y US \$ 8.000 millones para el 2025. En la actualidad bordea aproximadamente los US \$ 4.000 millones, con tasas de crecimiento entre el 15%-17% anual (Dunham 2016).

En la siguiente figura se puede observar la participación por regiones de los insumos biológicos a nivel regional:

Figura 1. Participación regional de insumos biológicos



Fuente: (Dunham 2016)
Elaboración: El autor

La mayoría de empresas se encuentran localizadas en Europa, seguido de los Estados Unidos; los principales biopesticidas que se fabrican y comercializan son los bio-insecticidas, que representan el 80% del mercado; después son los bio-fungicidas con el 16% y finalmente el resto de insumos (bio-herbicidas, nematocidas), con el 4% de comercialización a nivel global (Dunham 2016).

Estados Unidos en la actualidad posee 400 bioactivos y 1500 productos registrados; la venta de biocontroladores representa aproximadamente US \$3.000

millones anuales, los mismos que se aplican en una superficie de 18 millones de hectáreas, información suministrada por la EPA (Environmental Protection Agency).

La producción de biopesticidas en China empezó a finales de los años 60; alentada por el gobierno central y local aparecieron un número considerable de pequeñas empresas que se dedicaron a la elaboración de biopesticidas. Debido a la falta de una normativa y regulación estos productos se comercializaron libremente, sin ningún control y peor aún un registro; debido a que la producción no se realizaba a grandes escalas llegando a venderse sin marcas; así, desde el año 1990 se ha puesto más énfasis por parte de investigadores, científicos y empresas para formular biopesticidas.

En el año 1997, se publicó la primera ley en China que regula el uso y fabricación de biocontroladores; en octubre del 2008 se registraron 327 insumos que incluyen bacterias, hongos y virus, adoptando esta nueva alternativa como una estrategia de producción aplicada en el país asiático.

Latinoamérica ocupa el cuarto lugar con una participación del 16% del mercado global; lideran el mercado la Unión Europea, Estados Unidos y el Asia del Pacífico. La tasa de crecimiento actual en América Latina es del 15% cada año; se estima que en los futuros años sea mucho mayor.

El Consejo Internacional para la Ciencia, expresa que la biodiversidad del planeta es un proceso de millones de años de evolución orgánica; en esta dimensión Latinoamérica es líder a nivel global en plantas vasculares, ideales para el desarrollo e investigación de nuevos productos destinados para el control de plagas y enfermedades, mediante extractos de plantas.

El mercado global de pesticidas en Latinoamérica en el año 2012, fue de US \$ 8 billones, del cual un 99% fueron ventas de agroquímicos; el mercado de Biocontroladores apenas fue de US \$ 88 millones, de los cuales US \$ 60 millones correspondieron a insumos microbianos con el 11% de participación en el mercado global de Biopesticidas.

Brasil es el país de la región que ha demostrado mayor interés por la sustitución de insumos; así, el Sindicato Nacional de Industrias para Defensa Vegetal (SINDIVEG), a través de uno de los múltiples estudios realizados manifiesta que en el año 2014, el consumo de agroquímicos fue de US \$ 12.249 millones, 6,9% más que el año 2013.

Los pesticidas que se utilizaron fueron: Herbicidas 52,2%, insecticidas 25,5%, fungicidas 13,2%, acaricidas 1,2% y otros 8%.

Para el año 2015, el SINDIVEG emite un nuevo informe en el cual registra una caída del 21% en el consumo de agroquímicos, que llega a un valor de US \$ 9.600 millones anuales; existen varias razones por las cuales se produjo esta baja, una de ellas es la crisis política por la cual atravesó el país, además de las fluctuaciones de la moneda y del tipo de cambio. El mercado de biocontroladores no registró ninguna variación; al contrario, se evidencia un crecimiento del 15% anual. El mercado de insumos sustitutos representa en Brasil alrededor del 3% (New Ag International 2013).

La industria de bioinsumos fue creada por pequeñas y medianas empresas con la ayuda y colaboración de centros de investigación locales; las primeras asociaciones aparecen en los años ochenta. La ANBP (Association of Natural Biocontrol), fue creada en los Estados Unidos con 40 empresas participantes en 1990; posteriormente en el año 1995, fue fundada la IBMA (International Biocontrol Manufactures Association), hoy en día representa a más de 200 empresas.. La BPIA (Biopesticide Industry Alliance), surgió en Estados Unidos en el año 1995, con cinco empresas; en la actualidad la conforman alrededor de 106 asociadas. Se establece la primera ley que regula el sector y en el año 2007 catorce empresas conforman y fundan la Asociación Nacional ABCBIO en Brasil; en la actualidad son 22 las empresas miembros de un total de 59 empresas.

Existen alrededor de 1500 bioproductos que se utilizan en todo el mundo de los cuales el 50% corresponde a microorganismos, 25% a macro organismos; 15% a feromonas y 10% de extractos de plantas. En términos de productos los insumos que más se comercializan son bioinsecticidas y biofungicidas, debido a que el ataque de las plagas y enfermedades es frecuente en los diferentes cultivos (New Ag International 2014).

Los productos semioquímicos son otra alternativa en la agricultura contemporánea; durante casi treinta años se ha investigado y generado feromonas para la prevención y control de plagas en diferentes cultivos.

A penas el 0,2% de los agronegocios representa la comercialización de insumos biológicos en el mundo, los cuales están enfocados a la solución específica de plagas en cultivos que se encuentran a campo abierto y bajo invernadero.

Ante la necesidad que tienen los agricultores, de controlar plagas y enfermedades, en la actualidad es indispensable el uso de insumos eficaces. Las condiciones climáticas desfavorables, frente a las variaciones de temperaturas por el cambio climático, han provocado que las plagas generen resistencia frente a la mayoría de insumos químicos; el uso indiscriminado de los mismos está ocasionando grandes perjuicios en diferentes ámbitos tales como salud, ambiente y económico.

En la actualidad los agricultores tratan de realizar mejor las actividades culturales y retoman lo que se hacía años atrás, antes de la revolución verde con la finalidad de mejorar la producción; así, la labranza, rotación de cultivos, colocación de trampas, procedimientos de saneamiento, programación de riego, fertilización, uso de barreras físicas, pulverizaciones, tratamientos de agua, solarización, calentamiento del suelo, biocontroladores y bioestimulantes juega un rol importante en la producción de bienes agrícolas.

Las formas en que se utilizan los insumos biológicos varían según la plaga o enfermedad a la cual se está combatiendo; su uso depende de las características del producto y del entorno agrícola en el cual se va a realizar la aplicación. La falta de un lenguaje común entre investigadores, agricultores, productores y comercializadores ha generado cierta confusión.

A partir del siglo XXI, existe un impulso por unificar algunos términos en el control biológico, debido que se ha mal interpretado “control biológico clásico”; la denominación como clásico es un término muy general en esta industria, no posee ninguna característica biológica y se estableció décadas atrás.

Países desarrollados como Estados Unidos y los de Europa son los más involucrados en la industria de biopesticidas; al parecer es una cuestión de tiempo para que los agricultores adopten la sustitución de los agroquímicos, con estas nuevas alternativas de producción en el sector agrícola; los avances se evidencian desde el tratamiento de semillas, suelos, bio-fertilizantes y biocontroladores, con mejores beneficios que la utilización de insumos sintéticos.

1.3. Características de los insumos biológicos destinados a la producción agrícola

En la actualidad, y según varias investigaciones realizadas por empresas prestigiosas, entre ellas Dunham Trimmer, se informa que existen alrededor de 400 ingredientes activos para Biocontroladores en todo el mundo; con estas materias primas se formulan más de 1500 productos, de los cuales 800 son bioinsecticidas.

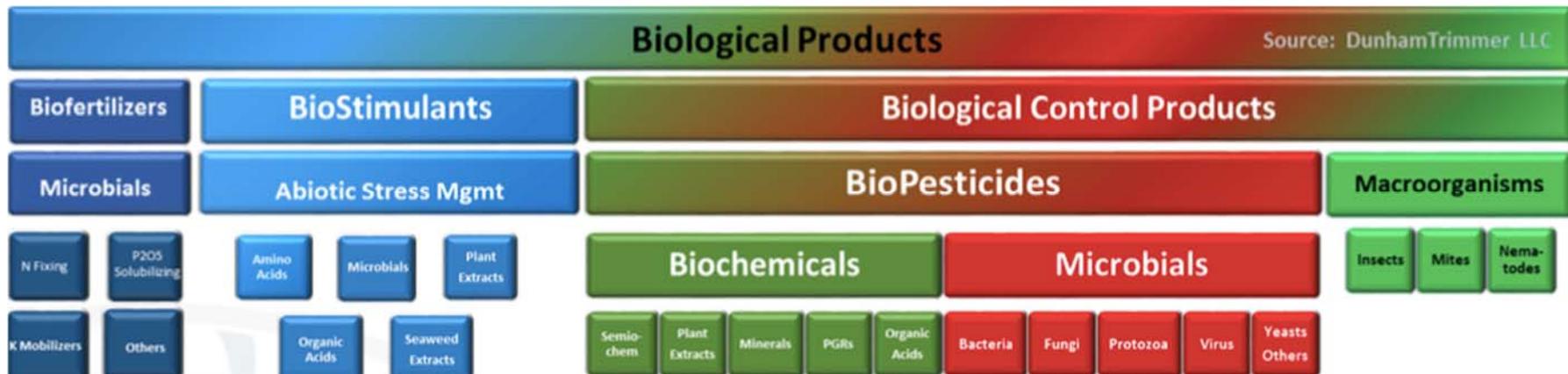
El control biológico aplicado se divide en tres categorías principales:

1. Control Biológico Clásico. Este proceso consiste en introducir enemigos naturales para controlar especies de plagas que afectan el desenvolvimiento natural del cultivo.
2. Aumento de los Enemigos Naturales. En esta categoría se realizan las acciones necesarias para aumentar las poblaciones que genera efectos benéficos en los enemigos naturales.
3. Conservación de los Enemigos Naturales. Se deben realizar las acciones necesarias diseñadas para proteger y mantener a las poblaciones de enemigos naturales y cumplir con el objetivo de contrarrestar las plagas que afectan al cultivo.

Las clasificaciones posteriores y que se detallarán más adelante fueron realizadas por puristas que introdujeron factores tecnológicos para manipular las diferentes especies, sean estos insectos, hongos, virus, plantas, animales, minerales y demás seres relacionados con el ecosistema.

A continuación la siguiente figura detalla el esquema de los insumos biológicos:

Figura 2. Diagrama de los insumos biológicos



Fuente: (Dunham 2016)

1.4. Biofertilizantes, bioestimulantes, biopesticidas, aminoácidos, reguladores de crecimiento, extractos de plantas, bacterias, fungimos, protozoo, virus, levaduras, insectos reguladores, acidos organicos, feromonas, minerales

La clasificación reciente de la industria de Biofertilizantes, Bioestimulantes y Biopesticidas fue descrita por la prestigiosa empresa Dunham Trimmer, miembro activo de Biopesticide Industry Alliance, y de International Biocontrol Manufactures; con experiencia en el mercado de Bioinsumos, se enfoca exclusivamente en el sector a nivel mundial en lo referente a protección de cultivos, y productos biológicos naturales.

Esta empresa liderada por dos expertos, William Dunham y Mark Trimmer, con más de 35 años de experiencia en agronegocios, proporcionan información del sector por medio de diferentes estudios de mercado a nivel global, estadísticas, lanzamientos de nuevos insumos como las más recientes noticias del mundo biológico.

1.4.1. Biofertilizantes

Son productos a base de microorganismos, y se utilizan para mejorar la absorción de los nutrientes existentes en el suelo; la planta sintetiza para un mejor crecimiento y normal desarrollo. Las bacterias fijadoras de nitrógeno, constituyen el grupo más grande; incluyen también movilizadores específicos de nutrientes como las micorrizas (Acuña s.f.).

1.4.2. Bioestimulantes

Los bioestimulantes, son sustancias de origen vegetal, animal y mineral que influyen directamente en la fisiología de la planta, con la finalidad de mejorar el vigor, crecimiento, desarrollo, calidad y rendimiento de los cultivos (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes 2017).

1.4.3. Biopesticidas

Los Biopesticidas son sustancias que se obtiene a partir de microorganismos vivos, de extractos de plantas y minerales; el objetivo es combatir y contrarrestar plagas y enfermedades que atacan a los diferentes cultivos (Fernández y Juncosa 2002).

1.4.4. Aminoácidos

Los aminoácidos son sustancias orgánicas sintetizadas por los organismos vivos, a partir de cinco elementos químicos básicos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. Las plantas producen 300 tipos de aminoácidos; 20 son usados para hacer proteínas, que son necesarias para una serie de procesos bioquímicos y fisiológicos (Koolman y Röhm 2005).

1.4.5. Reguladores de crecimiento

Incluyen categorías de versiones naturales, como la elaboración con sustancias naturales y que afectan a las principales funciones fisiológicas de las plantas; pueden promover inhibir y modificar los rasgos fisiológicos de una alta gama de cultivos. Se los utiliza con la finalidad de mejorar la productividad, calidad de los cultivos y superar las limitaciones genéticas y abióticas de las plantas.

Existen cinco principales hormonas vegetales naturales; bajo cada una de ellas existen varias subcategorías que desempeñan funciones específicas, muy importantes para mejorar la calidad y productividad en los cultivos. Podemos mencionar las siguientes: Citoquininas, Giberelinas, Etileno, Ácido abscísico y las Auxinas. Cada una de éstas se las puede encontrar de manera natural o través de insumos de especialización, para cumplir con los requerimientos productivos necesarios y logran una excelente productividad. Además de estas hormonas existen otros componentes como son, los metabolitos secundarios y algunos microbios asociados a las plantas (New Ag International 2013).

1.4.6. Extractos de plantas

Muchas plantas han desarrollado una variedad de procesos bioquímicos, convirtiéndose en laboratorios naturales para combatir enfermedades y defenderse del ataque de: malezas, insectos, animales y hongos. Las sustancias químicas que fabrican cumplen algunas funciones, como por ejemplo, desalentar la alimentación en animales e insectos; otras proporcionan protección e incluso inmunidad contra algunas enfermedades causadas por patógenos.

Los extractos de plantas se han utilizado por varios años, hoy en día existen diversos insumos destinados para la agricultura ecológica, orgánica y biológica. Estos productos se subdividen en varias categorías como son: Reguladores de crecimiento de insectos, repelentes, compuestos confusantes, reguladores de crecimiento vegetal, extractos fúngicos, de esta manera los extractos de plantas cumplen con varios modos de acción sobre los cultivos y las plantas (New Ag International 2014).

1.4.7. Bacterias

Los productos formulados a base de bacterias son utilizados para contrarrestar plagas y enfermedades presentes en los diferentes cultivos a nivel global; están presentes en el suelo y son microorganismos que poseen varias características, dependiendo de donde se encuentren; forman esporas y durante su formación producen proteínas insecticidas conocidas como endotoxinas; éstas actúan sobre los individuos provocando la destrucción del tracto digestivo ocasionando la muerte del individuo.

Otra característica de las bacterias es que la utilizan para el control de enfermedades, ayudan a prevenir enfermedades, aumentan el rendimiento, producen compuestos antifúngicos que permiten un mejor crecimiento de las plantas y un mejor sistema radicular (New Ag International 2014).

1.4.8. Fúngicos

Entre los biopesticidas que existen se utiliza para combatir enfermedades provocadas por otros hongos, bacterias o nematodos; también sirven para contrarrestar

el ataque de ciertos insectos y malezas. Los hongos se los puede encontrar en todos los ecosistemas alrededor de la tierra; la mayoría tienen ciclos de vida complejos y algunos son parásitos.

Son diversos a nivel global y por lo general su modo de acción consiste en la exclusión competitiva del entorno (espacio y alimentos), el microparasitismo y la producción de metabolitos. Además algunos hongos pueden adaptarse a las condiciones ambientales donde se desarrollan con facilidad para ayudar a prevenir y mejorar las condiciones de vida de las plantas.

Otros hongos cuya particularidad es la evitar el ataque de insectos, su acción la realizan adhiriéndose al huésped donde producen y generan enzimas para introducirse en el hospedero, alimentarse del mismo y causan la muerte del individuo, ya que el hongo cubre toda la cavidad del insecto. Algunas cepas de hongos son capaces de resistir las fumigaciones con agroquímicos.

1.4.9. Protozoo

Son organismos eucariotas unicelulares que se encuentran en el agua como en el suelo; la mayoría se alimenta de bacterias y de materia orgánica en descomposición; una amplia especie de este género son parásitos de insectos. Se realizaron varios ensayos con microsporidia, pero los resultados no fueron los deseados, razón por la cual el interés en este tipo de biopesticidas no ha generado mayor demanda en el mercado (New Ag International 2013).

1.4.10. Virus

También conocidos como Baculovirus, son virus de origen natural conocidos por infectar solo insectos y algunos artrópodos. Los baculovirus utilizados como agentes de control biológico son recubrimientos proteicos los cuales están embebidos en una proteína o cuerpo de oclusión que proporciona cierta protección con la degradación en el ambiente; dependiendo de los virus pueden contener una o varias nucleocápsidas.

El granolovirus de la polilla de la manzana *Cydia pomonella*, es el insecticida vírico mejor comercializado en el mundo y con gran éxito, tiene la característica de

minimizar el riesgo de crear resistencia frente a los insecticidas químicos (New Ag International 2013).

1.4.11. Levaduras

En la actualidad, se han llevado a cabo una serie de investigaciones con levaduras, con la finalidad de proteger a las plantas de una serie de plagas y enfermedades; entre las que mejor resultado han dado están la *Cryptococcus* y *Candida*, producidas naturalmente en el agua y tejidos vegetales, ayudan a controlar la pudrición de los frutales en post-cosecha.

La levadura actúa como antagonista de los patógenos fúngicos que causan la descomposición después de la cosecha. Estas levaduras operan por competencia de nutrientes y precolonización en sitios donde se presentan heridas en las plantas (Ucha 2013).

1.4.12. Insectos reguladores

Estos productos evitan que los insectos lleguen a las etapas reproductivas, reduciendo la expansión de las poblaciones de la plaga presente. Se dividen en 2 grandes categorías: los que alteran la regulación hormonal de la metamorfosis y los que alteran la síntesis de quitina, un componente principal de los exoesqueletos de los insectos. El compuesto más utilizado en la actualidad es la *Azadiractina*, que es un metabolito secundario, presente en las semillas de árbol de Neem (New Ag International 2013).

1.4.13. Ácidos orgánicos

Los perácidos son utilizados en la desinfección de plagas y algas; su modo de acción consiste en la oxidación de las membranas celulares y la penetración en las estructuras celulares de algas, hongos y bacterias. Otra característica de estos productos es que cuando los perácidos se degradan el subproducto es el oxígeno, lo cual es seguro y brinda beneficios en los diferentes cultivos (Mroz 2005).

1.4.14. Feromonas

Son sustancias químicas, que señalan y desencadenan una respuesta natural sobre otro miembro de la misma especie. Los insectos liberan muchas feromonas para cumplir algunas funciones dentro de su sistema de vida; por ejemplo, secretan feromonas para indicar su ubicación, para advertir de algún peligro, para advertir, para conseguir pareja.

El modo de acción de las feromonas sirve para interrumpir el modo de interacción con el ecosistema dentro de los cultivos y de esta manera reducir el daño o afectación; este proceso se lo realiza mediante la colocación de trampas con varias dosis de feromonas y el objetivo final es realizar un conteo o monitoreo de las plagas para que el técnico pueda tomar las debidas decisiones frente al problema.

Otro uso de las feromonas es la interrupción del apareamiento; se colocan fuertes cantidades de feromonas con la finalidad que el macho no pueda encontrar a la hembra, de esta manera se evita la proliferación. Las feromonas proporcionan beneficios como reingreso, intervalos de cosecha, seguridad a los trabajadores y no afectan al ambiente (New Ag International 2014).

Las feromonas fueron descubiertas hace más de cinco décadas, su uso se ha ido generalizando en diferentes cultivos y países a nivel mundial, los investigadores, productores y comercializadores ven en esta alternativa un crecimiento cada vez mayor, cuyos objetivos es abaratar los costos y mayor eficacia en el control de plagas.

Peter Witzgall investigador de la Universidad Sueca en ciencias agrícolas expresó que existe más de 20 millones de trampas, sebos atrayentes basados en feromonas y semioquímicos que se encuentran monitoreados en todo el mundo y que cubren una superficie aproximada de 10 millones de hectáreas.

La principal característica de estas feromonas y productos semioquímicos, es la detección temprana de insectos principalmente cuarentenarios; otra peculiaridad de usar estos productos, es que pueden detectar niveles de infestación muy bajos que podrían incluso posar inadvertidos, sin que hayan podido ser observados visualmente. Con los datos que arrojan las trampas los agricultores pueden establecer cuál es la distribución de una plaga en los diferentes lotes, y parcelas donde se lleva a cabo el proceso productivo.

Los expertos manifiestan que se les puede dar un uso aún más sofisticado, ya que mediante las trampas y el monitoreo se puede realizar un manejo integrado con la utilización de biocontroladores para combatir con una plaga y evaluar la eficacia de los productos aplicados para el control de las plagas y sus resultados se reflejan en el monitoreo una vez que concluya el tratamiento al cual ha sido sometido el cultivo (New Ag International 2013).

1.4.15. Minerales

Son muy importantes dentro de los bioinsumos, y se dividen en tres categorías: Aquellos que crean barreras protectoras en los tejidos vegetales; los que producen impactos físicos como asfixia, y los que actúan como portadores de sustancias inertes para los biopesticidas asociados. Entre los más utilizados tenemos la arcilla de caolín, silicato de potasio, tierra de diatomeas, aceites minerales. Además los minerales son utilizados como materias primas en la producción de biopesticidas para mejorar y liberar agentes de control sean estos en forma de polvo o líquidos.

Para el control de malezas y malas hierbas, en la actualidad se encuentran registrados ocho bioherbicidas, los herbicidas químicos son económicos, efectivos y abundantes en el mercado, razón por la cual las empresas y los investigadores no han puesto mayor énfasis en la creación de nuevas alternativas. Las cepas de hongos que se utilizan en los Estados Unidos como bioherbicidas son *Colletotrichum gloeosporioides* y el oomicete *Phytophthora plamivora* (New Ag International 2014).

1.5. Debates en torno a la sustitución de insumos agroquímicos por biológicos

El salto cualitativo más importante en la agricultura, surge después de la segunda guerra mundial, cuando evolucionan los productos químicos y se mecanización los cultivos; entonces conceptos de productividad y rentabilidad se plantean como los más importantes objetivos en la agricultura. Facultades de agronomía de varias universidades impulsaron el uso de productos sintéticos; en la actualidad, algunos agricultores comparten el siguiente criterio: abundantes cantidades de N (Nitrógeno)

favorecen un mejor rendimiento de los cultivos, y la aplicación de plaguicidas es necesaria para el control de plagas y enfermedades.

El impulso al uso de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y productos químicos en la agricultura, eje fundamental de la revolución verde, facilitó el camino para que grandes corporaciones transnacionales ofertaran en el mercado mundial diversos insumos sintéticos. Esta tendencia fue impulsada por toda clase de programas de asistencia y ayuda para incrementar los rendimientos agrícolas en diferentes países del mundo, que recibieron también el apoyo de las compañías productoras y comercializadoras, generando una dependencia absoluta de tales insumos para la producción agrícola.

Entre los insecticidas, cuatro grupos se introdujeron con éxito, los organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides. El DDT, insecticida organoclorado, se produce a bajos costos cuyo nivel de eficacia es alto sobre algunos insectos; sin duda fue de gran ayuda para erradicar las plagas de los cultivos.

Seguidamente aparecieron fungicidas, como los ditiocarbamatos, benzimidazoles, acilalinas, y carboxamidas. Finalmente se integran los herbicidas, compuestos, obtenidos de varias materias primas, cuya función es erradicar las malas hierbas; el aporte de estos componentes químicos, ha generado satisfacción en los productores, pues las plagas, enfermedades y malas hierbas no son un obstáculo para obtener elevados niveles de producción en los cultivos.

En la actualidad, la incidencia del factor capital en el sector de insumos químicos ha generado que empresas transnacionales intensifiquen la producción en diferentes territorios a nivel global; éstas compañías juegan un rol crucial en la dinámica del sector; por medio de complejas estructuras organizativas ejercen poder, y gobiernan diferentes eslabones de la cadena de valor, y se encuentran involucrados en instancias que abordan las políticas agrícolas a nivel mundial, regional y nacional.

Hoy en día, los avances en mecanización, riego, y fertilización han provocado una dependencia de los productores, ante estos factores sumados a la utilización de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades. En los Estados Unidos el crecimiento productivo alcanza el 100% de productividad en cereales principalmente y en Europa el 68%, es decir que la implementación de paquetes tecnológicos, genera

beneficios que se expresan en productividad, obtenidas desde el año 1960 (Bailey, y otros 2012, 33).

En los últimos años las diferentes estrategias aplicadas por Basf, Bayer, Dow-Dupont y Chemchina terminaron generando un oligopolio del sector de agroquímicos; efectivamente estas cuatro empresas dominan y controlan el 63% del mercado de semillas, y el 75% del mercado de agroquímicos; en lo referente a fertilizantes tres multinacionales, Agrium, Yara y Mosaic abarcan el 31% del mercado global (Grupo ETC 2016).

Estos gigantes de la agricultura, fabrican agroquímicos, que vienen en forma de aerosoles, líquidos, sólidos; tienen una alta efectividad, amplio espectro y facilidad de aplicación, que permite un control eficaz por primera vez.

La complejidad que tienen los productos ofertados por estas corporaciones, y sus estrategias de ventas han generado dependencia en los agricultores, la demanda de semillas, y demás insumos químicos para la producción se ha convertido en un paquete tecnológico completo que requiere ser adquirido; los acuerdos de licencias cruzadas y complicidad entre corporaciones vincula cada vez más a los agricultores para que sean dependientes de los productos químicos.

El crecimiento de la población, y demanda de alimentos a nivel global está en aumento; alianzas entre empresas de insumos agrícolas y de agroindustria cada día es mayor; estas coaliciones empresariales han implementado zonas productivas en todo el mundo sobre grandes extensiones, este fenómeno global deriva en un problema, la agricultura intensiva, que se presenta en los productos de exportación, y como consecuencia genera mayor dependencia de paquetes tecnológicos principalmente de insumos sintéticos.

En el presente, la agricultura convencional está tomando nuevos rumbos, el ingreso de nuevas empresas productoras y comercializadoras de insumos biológicos en el sector, ha obligado a las empresas transnacionales que producen insumos químicos a replantear sus estrategias, está la de investigar y revalorizar las moléculas antiguas.

El interés por producir insumos alternativos, surge de la investigación en diferentes cultivos de consumo masivo como son: hortalizas y vegetales, donde se evidenciado un alto contenido de residuos tóxicos, perjudiciales para la salud humana y del ambiente.

Otro aspecto importante en torno al uso de agroquímicos, es la resistencia cruzada que genera sobre insectos; una mala dosificación de los insumos por lo general en exceso, provoca que nuevas generaciones de individuos sean cada vez más incontrolables; sucede igual con las bacterias y hongos, razón por lo cual los agricultores buscan nuevas tecnologías para controlar y prevenir daños en los cultivos.

La resistencia de las plagas empezó su ascenso en el año 1960; alrededor de 137 especies de insectos, incluidas especies de insectos que atacan la salud humana presentaron resistencia a las aplicaciones de insumos de síntesis química. Se han publicado más de 1000 documentos técnicos sobre el tema; la influencia de los agroquímicos ha generado nuevos individuos, cada día se dificulta el control (Carson 2002, 137-138).

El posicionamiento de herbicidas, fungicidas, e insecticidas de origen químico durante este siglo es marcado; productores y agricultores ven escépticos la sustitución de éstas moléculas químicas por insumos biológicos. La falta de control por parte de agroquímicos sobre plagas y enfermedades, ha creado una oportunidad de cambio en el paradigma convencional de producción agrícola.

Este cambio ha llevado a incorporar cada vez más un manejo integrado de plagas; los agricultores realizan planes de rotación de agroquímicos con insumos biológicos, para llevar a cabo este mecanismo realizan un monitoreo previo de las amenazas que enfrentan en los cultivos. Las experiencias han sido favorables viéndose beneficiados en productividad.

La práctica de estas tecnologías agrícolas sostenibles, ha generado un crecimiento en el uso de bioplaguicidas, ya que ofrecen beneficios únicos en la cadena agroalimentaria. Las bondades de estos insumos biológicos se reflejan en una mejor calidad de los productos, aportes a la sostenibilidad del ambiente, salud de los consumidores y no provocan resistencia de las plagas.

La investigación y documentación cada vez es mayor con respecto al uso de agroquímicos; las desventajas que genera su consumo ha creado la oportunidad para la industria de bioplaguicidas, las reglamentaciones ambientales cada vez son más rigurosas con el uso de plaguicidas. Está comprobando que el uso de insumos biológicos no atenta contra la salud, aire, agua, suelos, alimentos y puede mejorar la calidad de los cultivos.

Los ingredientes biológicos provienen de materias vivas; al ser aplicados por medio de pulverizaciones, es menos probable que desarrollen resistencia de los huéspedes; su evaporización es rápida, no causa ningún daño a la calidad del aire y a la salud de quienes manipulan los productos.

La desventaja de utilizar insumos biológicos, es que son productos específicos para repeler y combatir ciertos insectos, hongos y bacterias, es decir, es una lucha dirigida que puede traer problemas. No se puede generalizar, debido que los problemas no son universales y va a depender de una serie de factores.

Otra desventaja son los costos, los Bioinsumos tienen un alto valor, con una vida útil que va desde 6 meses hasta 2 años; su eficacia no es igual que la de un insumo químico; la aplicación de un bioplaguicida se retarda aproximadamente 48 horas luego de haber sido aplicado sobre el cultivo. Los resultados no son inmediatos, las aplicaciones tienen que ser frecuentes, se necesita de varios principios activos para combatir diferentes plagas y enfermedades.

Una de las mayores incógnitas, sobre la agricultura biológica, es ¿si ésta puede igualar los rendimientos que se obtiene mediante un manejo convencional?, de igual manera, ¿se puede aplicar agricultura biológica en cultivos intensivos?, es otra gran pregunta. Algunos agricultores bajo el asesoramiento de empresas de insumos biológicos han realizado una serie de ensayos en pequeñas parcelas con excelentes resultados principalmente en la producción de hortalizas.

La comercialización es otra desventaja, al ser los bioactivos específicos para diferentes plagas y enfermedades, los costos de registro son elevados, las empresas no intentan realizar esa inversión debido que el mercado es específico para cada insumo.

Países del norte de Europa, como Dinamarca, Suecia y los Países Bajos, mediante leyes han propiciado la reducción de agroquímicos en el sector agrícola, o a su vez incentivan mediante subsidios a los agricultores para que produzcan orgánicamente los alimentos, y finalmente mediante programas de ayuda estatal realizan campañas para reducir el uso de químicos en la agricultura.

Esta serie de regulaciones, para el mercado de pesticidas principalmente insecticidas y fungicidas, y el crecimiento de los biopesticidas, generó que grandes corporaciones de productos químicos implanten nuevas estrategias, la principal razón, los biocontroladores presentan bajos residuos en los alimentos de consumo humano; los

requerimientos regulatorios rara vez requieren de largos estudios sobre la toxicidad, la inversión en colocar un insumo nuevo es mucho menor que introducir un producto químico, los tiempos de registro son menores y la inversión es corta, comparada con la de un compuesto sintético.

Existe gran expectativa en la industria de biopesticidas, el camino es largo y se necesita de mucha investigación para que el sector biológico pueda brindar nuevos insumos que no atenten con el ambiente, los ecosistemas, y la salud de los seres vivos. De igual manera la tendencia por el consumo de alimentos más limpios va a permitir que los agricultores cambien el paradigma convencional para sustituir las viejas prácticas agrícolas.

Las estadísticas recientes muestran un crecimiento sostenido del sector de biopesticidas; países desarrollados como los Estados Unidos y Europa son los principales en adoptar estas nuevas alternativas de producción; los principales productos son los biofungicidas y bioinsecticidas, instrumentos para el control de plagas y enfermedades. La mayoría de empresas se encuentran ubicadas en Europa, seguidamente en los Estados Unidos.

Las iniciativas tomadas por estos países, sirven de ejemplo a nivel mundial; es cuestión de tiempo que los demás Estados implanten y adopten estas nuevas prácticas agrícolas en beneficio de la salud humana y de la conservación del ambiente.

Por un lado se encuentra la agricultura convencional que genera mayores rendimientos con paquetes tecnológicos químicos y por otra la nueva agricultura que conserva los ecosistemas, el ambiente y salud alimentaria, cuyo reto en el presente es igualar y sobrepasar los rendimientos de la agricultura convencional que ha dejado marcada una gran huella en todo este tiempo.

El comercio que genera la industria de biopesticidas, se encuentra enmarcado bajo normas, reglas, acuerdos que permiten un normal desenvolvimiento, es por esta razón que a continuación se analiza algunos de estos temas.

1.6. Propiedad intelectual, acuerdos comerciales y normativas en la producción de insumos biológicos

1.6.1. Propiedad intelectual

En la actualidad, las empresas biológicas que se encuentran en el proceso de fabricación y comercialización de insumos buscan patentar, y les resulta atractivo por dos razones importantes:

1. Los costos de producción, investigación y desarrollo son relativamente bajos, aproximadamente entre US \$ 3-7 millones, los costos que implica un agente químico bordean entre US \$ 250-350 millones, para registrar y patentar una molécula nueva.
2. El factor tiempo es el último factor para registros e inscripciones, en el caso de un nuevo producto biológico el tiempo máximo es de 5 años, las materias primas biológicas abarcan varios campos de acción, mientras que los insumos químicos el tiempo de investigación es desde los 5 años en adelante, cuya característica es específica con objetivos definidos; la mayoría de moléculas nuevas que se producen tienen susceptibilidad para generar resistencia.

Las creaciones biológicas, en la actualidad están siendo analizadas por el Consejo de las ADPIC; ciertos países desean proteger la biodiversidad y conocimientos ancestrales tradicionales, de igual manera solicitan se aclaren algunos temas como son el significado de la palabra microorganismo, y la diferencia entre proceso biológico versus microbiológico. Por otra parte existen países que consideran que no deben patentarse las diferentes formas de vida y que se deben debatir también los aspectos éticos asociados a este tema.

En el anexo 1C, artículo No. 27 del acuerdo sobre los aspectos de propiedad intelectual; se menciona que, las patentes podrán obtenerse para los insumos biológicos siempre y cuando los procedimientos sean biológicos, caso contrario los Estados podrán excluir la patentabilidad de los mismos (The World Trade Organization s.f.).

1.6.2. Acuerdos comerciales

Durante la década de los 80 y principalmente en los 90, la preocupación por el cambio climático provocó que varias organizaciones pusieran mayor énfasis en los diferentes problemas, con el tiempo éstos se han agudizado, varios acuerdos internacionales involucran la disminución del uso de agroquímicos, como por ejemplo el protocolo de Montreal.

Dicho acuerdo, prohíbe el uso de metilbromuro, el consumo en países desarrollados se suspendió en el año 2001 y para países en vías de desarrollo en el año 2011.

La industria de bioinsumos ha venido creciendo en los últimos años, en el 2012 se realizaron una serie de acuerdos comerciales corporativos que oscilan entre los US \$ 2.000-3.000 millones anuales, principalmente en biocontroladores y bioestimulantes. Grandes empresas como Syngenta, Basf, Bayer, son las principales en realizar adquisiciones millonarias, por otra parte existen acuerdos de menor escala, según datos recabados en promedio se registran 20 acuerdos desde el 2014 en adelante.

Estas compras, por parte de las empresas se debe al crecimiento que ha tenido la industria, entre el 15%-17% en los últimos 10 años; las ventas de estos biocontroladores y bioinsumos han sobre pasado los US \$ 1.000 millones y se estima que para el 2020 sobre pasen los US \$ 5000 mil millones.

Las empresas formuladoras y comercializadores de agroquímicos están al margen de la situación y han puesto la mirada en aquellas empresas cuyas barreras de entrada son difíciles de acceder, poseen tecnologías innovadoras, propiedad intelectual patentada; se estima que en el corto plazo continuaran múltiples acuerdos comerciales.

Los modos de acción y efectos de los insumos biológicos sobre los cultivos, han demostrado tener menor impacto sobre la salud humana y el ambiente; la industria se ha convertido en un punto clave y con mucho futuro.

Syngenta, empresa de agroquímicos fue la primera en adquirir Circle One Global en el año 2009; posteriormente en el año 2012 negoció con Pasteuria Bioscience por un valor de US \$ 113 millones, Bayer en el año 2012 compró la empresa Agra-Quest por un monto de US \$ 403 millones, y finalmente Basf no se quedó atrás, en el mismo año

2012 se adueñó de Underwood por un precio de US \$ 1020 millones (New Ag International 2017).

El mercado de bioestimulantes es el de mayor movimiento; así tenemos que la empresa italiana Biolchim adquiere a Cifo en agosto del 2014, Valagro en abril del 2015 compra Sri Biotech Laboratories. Las multinacionales de agroquímicos han dudado al momento de invertir y adquirir empresas en el sector de bioestimulantes, esto se debe a las pocas barreras de entrada a la falta de propiedad intelectual.

Otras empresas, representativas en el sector agrícola mundial como Monsanto y Novozymes, en diciembre del año 2013 anunciaron una alianza estratégica para I+D en microorganismos bajo el nombre de BioAg Alliance.

En la siguiente tabla se aprecian los diferentes acuerdos en el sector de biocontroladores.

Tabla 1: Acuerdos comerciales en el sector de biocontroladores

Negociaciones y Acuerdos			
Año	Fusión y Adquisición	Distribución	I+D
2014	24	22	16
2015	27	11	9
2016	24	13	8

Fuente: (New Ag International 2017)

Elaboración: El autor

El mercado de biocontroladores se encuentra fragmentado; la incorporación de nuevos competidores crece cada año, algunos tienen limitantes como capital y talento para desarrollar de mejor manera las tecnologías que poseen. Esto demuestra que existe espacio para nuevas fusiones y adquisiciones en el sector.

1.6.3. Normativas en la producción de insumos biológicos

La normativa y regulación de biopesticidas, se lleva a cabo dentro de un marco regulatorio que tiene relación con los productos químicos, características propias y ajenas a la de un insumo biológico. Los bioplaguicidas se obtienen de seres vivos, que

tiene sus propias particularidades y su funcionamiento es totalmente diferente al de un insumo químico.

En los Estados Unidos de América los biopesticidas están regulados y controlados por las mismas leyes, reglas, normas que los plaguicidas tradicionales químicos. Todos los productores deben registrarse y entregar información a través de un procedimiento científico legal, composición del insumo, residuos, degradación, toxicología, efectos ambientales, pruebas de eficacia, pruebas ambientales no objetivas, más otras características del producto, con la finalidad de precautelar la salud de los seres humanos y del ambiente, dicha información se debe entregar ante la Biopesticides and Pollution Prevention Division (BPPD), perteneciente al Pesticide Program (OPP).

The United States Environmental Protection Agency (EPA), regula tres clases de bioplaguicidas:

Plaguicidas bioquímicos, microbianos y protectores incorporados en la planta, en vista que los bioinsumos tienen menor impacto que los químicos, la EPA requiere menos datos para registrar un bioinsumo que para registrar un producto químico nuevo, en promedio para obtener el registro una empresa se demora aproximadamente un año lo que no sucede con un químico que por lo menos requiere tres años de trámite. Aunque el proceso de registro de un biopesticida puede ser menos costoso que un químico, se ha visto que los ensayos, pruebas de productos biológicos en cultivos especiales de alto valor pueden resultar descomunales.

La EPA es el mayor ente regulador de los EEUU sobre el registro de biopesticidas; su acción se basa en la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (FFDCA, 1938), Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA, 1947), Ley de Protección de la calidad de los Alimentos (FQPA, 1996); para fines regulatorios el término biopesticida incluye: plaguicidas microbianos, proteínas virales y su material genético, bacterias, hongos, protozoos y algas, sustancias bioquímicas, incluidas sustancias alimentarias y aditivos alimentarios, feromonas, reguladores de crecimientos, aceites y muchas otras sustancias presentes en la naturaleza. Finalmente incorpora protectores incorporados a las plantas. A diferencia de otros países EEUU y Canadá no requieren el registro de insectos benéficos, nemátodos entomopatógenos, rizobacterias, o inoculantes microbianos no necesitan

registro por parte de la EPA siempre y cuando el destino de los mismos no sea para el control de plagas y enfermedades.

En la Unión Europea, en el año 2009 la Directiva sobre el uso sostenible firmó un documento, en el cual solicita a todos los gobiernos que introduzcan planes de acciones nacionales para la reducción significativa del uso de químicos en la agricultura. Es así que el número de plaguicidas registrados convencionales paso de 1000 a una lista actual de 300.

Países como Francia, Dinamarca y Suecia ya han implementado una reducción agresiva del uso de químicos en la agricultura, por más del 30%, a través de su plan Ecophyto 2018, que incluye una planificación rigurosa sobre la educación a los agricultores. Francia a pesar de la reducción que ha realizado tiene previsto reducir en un 50% el uso de agroquímicos hasta el año 2018.

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), junto con un grupo de 34 países ayuda a los gobiernos a evaluar de forma ágil y rápida los riesgos de los biopesticidas en los seres humanos y en el ambiente. De igual manera que los Estados Unidos de América (USA), para poder registrar un nuevo insumo biopesticida se realiza como si fuera una plaguicida convencional.

El sistema regulador europeo se basa en dos niveles, el primero, el registro de sustancias activas y segundo, los productos registrados posteriormente deben ser aprobados por los Estados miembros.

Los procedimientos, normas y directrices para la evaluación previa a la comercialización de insumos Biopesticidas es parecida a nivel global. El marco regulador es eficaz y capaz de proporcionar protección contra cualquier adversidad, de igual manera debe disponer de productos que sean útiles.

Las necesidades de los agricultores se deben reconocer al igual que los intereses comerciales de los fabricantes; deben pagar ciertas cantidades de dinero para poder llegar a los mercados y ser comercializados con normalidad, tienen un periodo determinado y una vez que se caduca pueden renovar la licencia de comercialización.

Es evidente que la producción y comercialización de insumos biológicos es una industria relativamente nueva; por tal razón se observa que los sistemas regulatorios implementados en los países muestran una desventaja, enmarcan a los biopesticidas dentro de los insumos químicos. Un producto químico es una molécula específica y los

biopesticidas tienen la característica de amplio espectro para el control de plagas y enfermedades.

Uno de los problemas que enfrenta la industria de biocontroladores es el mercado negro; la Asociación Europea de Protección de Cultivos (ECPA), estima que entre el 5%-7% de suministros de insumos es falso (Bailey, y otros 2012, 154). Las organizaciones delictivas están involucradas directamente con la comercialización de sustancias ilegales, destinadas para los cultivos, el ritmo de crecimiento es acelerado y alarmante.

Las falsificaciones se producen en la China, con una tasa de falsificación del 90%, seguida por la India. Las empresas que se dedican a esta actividad son: pequeñas y medianas; las grandes corporaciones fabricantes de químicos por medio de sus abogados han impuesto una serie de demandas con la finalidad de impedir el contrabando.

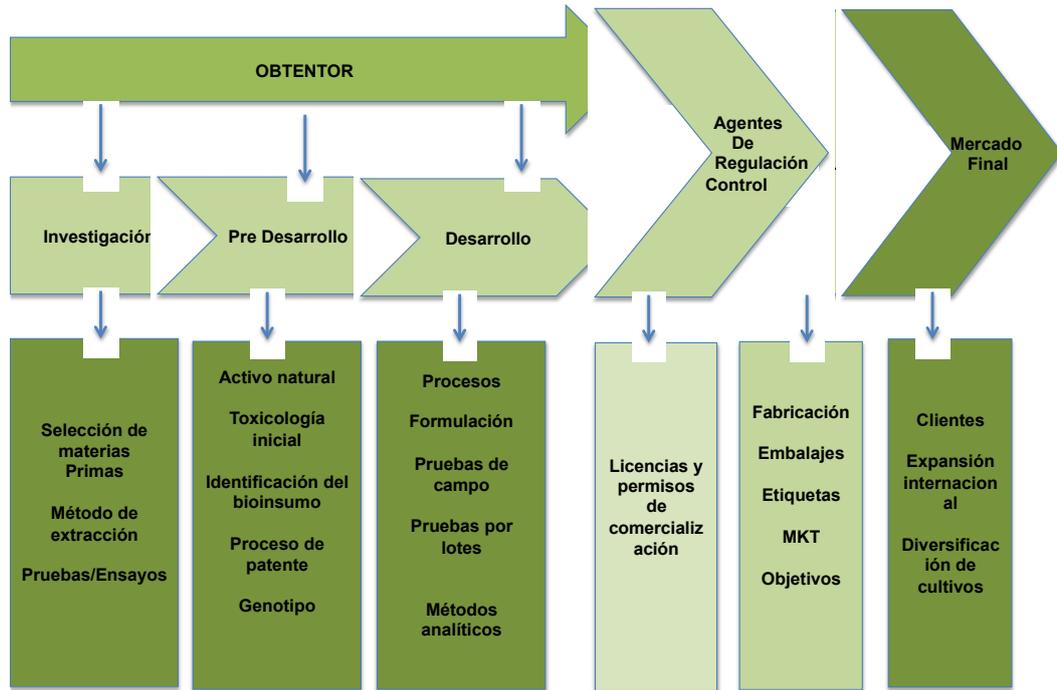
En el caso de América Latina, los países coinciden en la mayoría de parámetros definidos para el registro y comercialización de bioplaguicidas, incluyendo requisitos como la identidad y origen del biocontrolador, métodos de producción, ensayos analíticos, uso propuesto del bioinsumo; todo dirigido hacia el control de plagas y enfermedades.

La mayoría de documentos y procedimientos establecidos se sustentan en bases legales de Estados Unidos y Europa. Todos los países de América Latina tienen sus propias bases para el registro de bioplaguicidas, se diferencian en los objetivos y alcances de cada entidad reguladora.

Expertos en el tema, proponen un sistema armonizado de insumos biológicos, con elementos diferenciadores con respecto a la industria de productos sintéticos, reducción en los tiempos de registro, y un trato diferente a la hora de realizar los ensayos para evaluar la eficacia, enfocándose principalmente en el control de plagas y enfermedades.

A continuación se incluye una figura que presenta un breve esquema del proceso de generación de un bioinsumo.

Figura 3. Diagrama para un biopesticida



Fuente: (Dunham 2016)
 Elaboración: El autor

Capítulo Segundo

Continuando con el desarrollo de la investigación, en este capítulo se revisarán los antecedentes básicos del sector florícola ecuatoriano, como uno de los principales consumidores de agroquímicos, y cuyo reto es implementar el uso de insumos biológicos; seguidamente examinaremos las principales características del sector floricultor en el Ecuador, incluyendo sus especificidades productivas, dinámica exportadora, particularidades técnicas, uso de insumos; finalmente se analizará la sustitución de insumos agroquímicos por insumos biológicos en los procesos productivos del sector florícola ecuatoriano y sus repercusiones.

2. El Sector Florícola Ecuatoriano

El sector florícola, surge gracias a las ventajas comparativas que posee el Ecuador, el clima, temperatura, altitud ha generado que se produzcan flores de verano y rosas con características únicas; tallos largos, gruesos, botones grandes especificaciones apetecidas por clientes principalmente internacionales.

Los productores se encuentran ubicados a lo largo de la Región Andina, fincas grandes, medianas y pequeñas que están desde la provincia del Carchi hasta la provincia de Azuay, las provincias de Pichincha y Cotopaxi son la de mayor producción, generan fuentes de trabajo directa e indirectamente; la participación de la mujer es importante para el desarrollo y crecimiento del sector.

Dentro del sector existen varios actores; los obtentores, proveedores del material vegetativo para la producción de flores y rosas, de igual manera están las empresas comercializadoras de agroquímicos, fertilizantes, maquinaria, semillas, cartones, capuchones y demás implementos que se necesitan para la producción de rosas y flores de verano. Finalmente se encuentran las cargueras, encargadas de la logística para que el producto final llegue a su destino.

Los Estados Unidos es el principal cliente de las rosas y flores de verano ecuatorianas, seguidamente está Europa; Rusia es el más importante importador. Las flores y rosas ecuatorianas se encuentran en más de 100 países y se han convertido en un producto destinado para regalo y decoración. Para acceder a estos mercados los

países exigen una serie de normas, procedimientos y certificaciones que garanticen la calidad de los productos.

2.1. Antecedentes del sector florícola en el Ecuador

Históricamente el Ecuador es un país agrícola; en los años ochenta surge una nueva actividad económica conocida en la actualidad como floricultura. Es en 1980 donde comienzan a ensayarse y producirse rosas bajo invernadero principalmente en la Región Andina. Haciendas que producían leguminosas, hortalizas, papas, pastos y ganaderas fueron las primeras en cambiarse a la elaboración de flores, considerando sus mejores precios y una mayor rentabilidad.

Las comunidades, áreas rurales se ven invadidas por la agroindustria rompiendo el sistema agrario que predominó en aquella época, la agricultura ancestral y las formas de vida de los indígenas toman nuevos caminos, principalmente en la Zona Sierra. La primera unidad de producción de rosas para exportación se registró en el año 1982, con 2 hectáreas en la provincia de Pichincha, localizada en Puembo (Expoflores 2017).

En los años 80-90 se da inicio a la fase de cultivo de rosas y flores de verano en Ecuador; existían pequeñas empresas que se enfocaron en satisfacer el mercado local. En el año de 1984 se crea la Asociación de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador, con la finalidad de enfrentar algunos problemas relacionados principalmente con procesos de exportación de flores frescas cortadas.

Los precios de las tierras aptas para el cultivo de rosas y flores en aquella época, oscilaban entre US \$ 10.000 y US \$ 30.000 dólares por hectárea, dependiendo de su localización, cercanía a vías, acceso a servicios básicos entre otros factores; la influencia campesina en las principales zonas donde empezó el cultivo de flores era predominante por lo que se debía realizar negociaciones razonables con la finalidad de evitar conflictos y establecer así unidades de producción bajo invernadero o a campo abierto.

Los costos por hectárea en la etapa inicial de la floricultura en el Ecuador dependían de las características y grado de tecnología utilizada, oscilaban entre US \$ 50.000 – 350.000, en relación a los de la competencia de países como Holanda,

Colombia e Israel, que manejaban precios muchos mayores para implementar una hectárea de producción (US \$ 500.000).

Los inicios de la floricultura arrancan con la producción de rosas y flores de verano en la primera mitad de los años 80, las primeras son las de mayor aceptación, pero en ocasiones las flores de verano representaban el 55% de las exportaciones. Los volúmenes de producción fueron bajos no superaban el 0,02% de las exportaciones no tradicionales totales y el 0,1% de las exportaciones agrícolas en el Ecuador (Harari 2004, 57).

La tecnología se basó en la utilización masiva de insumos (fertilizantes, agroquímicos), combinados con mano de obra barata, en promedio empleaban 20 trabajadores por hectárea y en algunas etapas del proceso productivo, algunas fincas poseían riego y cuarto frío. En los inicios los empresarios les otorgaron a los trabajadores las mínimas condiciones legales, con la finalidad de recuperar más rápidamente la fuerte inversión inicial requerida.

La limitada tecnología utilizada y la búsqueda del máximo ahorro por parte de los empresarios, indujo a que se realizarán fumigaciones manuales con equipos poco prácticos para el cultivo, perjudicando la salud de los trabajadores y el ambiente. Algunos estudios (Harari 2004, 57) demuestran que el uso indiscriminado de agroquímicos perjudico a la mayoría de fumigadores de las fincas, provocando problemas respiratorios, intoxicaciones y la disminución de la Acetilcolinesterasa² en sus organismos.

A partir de los años ochenta, cuando los productores de flores empiezan a darse cuenta de estas ventajas comparativas³; el apoyo estatal a través de la Corporación Financiera Nacional, quienes otorga créditos exclusivos para la producción, comercialización y exportación de flores, con beneficios como tasas de interés preferenciales y años de gracia, los productores potencializan y dinamizan al sector florícola ecuatoriano. Además se creó el Fondo de Promoción de Exportaciones.

² Enzima humana que se encuentra en los tejidos nerviosos y glóbulos rojos, su principal función es hidrolizar al neurotransmisor, acetilcolina. Al entrar en contacto con los agroquímicos, ésta enzima empieza a perderse, situándose por debajo de los niveles normales, perjudicando la salud humana.

³ Altitud, luminosidad, fertilidad de los suelos, temperatura, factores que determinan la calidad de las rosas y flores de verano en el Ecuador con respecto de la competencia.

En los años 90, las empresas profundizaron la producción de rosas, reduciendo considerablemente el cultivo de flores de verano; a inicios de la década el sector florícola empieza a fortalecerse; los volúmenes de producción, comercialización y exportación crecieron en cantidades considerables. Las empresas se consolidan, crecen con la formalización y creación de nuevas compañías; el Estado establece un marco regulatorio generando mayor control por medio del Ministerio de Salud; las áreas productivas, administrativas y de comercialización aplicaron estándares que orienten su funcionamiento.

Buena parte de las inversiones se lograron recuperar y las fincas empezaron a crecer, la mayoría de las fincas se expandieron, en algunos casos sin un previo análisis comercial lo que ha futuro les traería consecuencias. Este crecimiento se pudo observar en todo la Región Andina; es así que algunos analistas y organizaciones expresaron su preocupación por el enorme crecimiento del sector florícola. Solo en 1998 la superficie creció 142,54% con respecto a la de 1997 (Harari 2004).

La tecnología utilizada por la floricultura en esta etapa mejoró gracias a la incorporación de una serie de herramientas productivas como riego centralizado, mejoramiento en la construcción y adecuación de los invernaderos, tractores con varias funcionalidades, equipos de fumigación, cable vías para el transporte de la flor, cuartos fríos, adecuación de cuartos para el manejo en la post-cosecha. Un antecedente importante, es que los empresarios pusieron mayor énfasis en la parte técnica, reclutando profesionales especializados en el área agrícola, mejorando el rendimiento y productividad del cultivo.

Las empresas adoptaron e implementaron una serie de prácticas superficiales, como por ejemplo la entrega de canastillas de comestibles, agasajos navideños, obsequios de flores en San Valentín, día de la madre, entre otras fechas festivas; para evitar el sindicalismo dentro del sector florícola, realizaban cualquier actividad; éstas maneras de proceder incentivó al personal, que sirvió para limitar la alta rotación de personal y poder estructurar estrategias al corto y largo plazo con los trabajadores.

Por otro lado las entidades de control empezaron a aplicar una serie de regulaciones, a través de los permisos de funcionamiento y las ordenanzas municipales; con el objetivo de regular el crecimiento de las empresas de una manera ordenada. Ante esta tendencia los productores implementan en las fincas una serie de mejoras en los

procesos productivos; se realizan adecuaciones en las infraestructuras, incorporando guarderías, espacios de recreación, comedores, guardianías, áreas de higiene y medidas de seguridad para los trabajadores; entre ellas se incluyen la dotación uniformes, ropa de trabajo y equipos de protección específicos para cada área (botas, mascarillas, guantes, tijeras).

El Ministerio de Salud, considerando alto número de personas que emplea el sector decide obligar a las empresas a realizar revisiones médicas a los trabajadores, y generar conciencia sobre el alto riesgo al que están expuestos por las constantes fumigaciones de agroquímicos que se realizan en las plantaciones.

En los años 1998-2000, el desarrollo y crecimiento en la producción de rosas logró que las empresas se especializaran en el cultivo; se alcanzaron picos extraordinarios en las exportaciones, fortaleciendo la presencia de las flores y rosas a nivel internacional y local; se lograron abrir nuevos mercados. Los empresarios ante la gran aceptación de los productos enviados, deciden implementar nuevas estrategias de ventas; así algunas fincas deciden abrir sus propias comercializadoras en los países hacia los cuales se dirige el mayor porcentaje de ventas.

Aparecen y se incrementan en Ecuador las comercializadores de rosas y flores de verano, unas formales otras informales; según datos disponibles llegaron a perder alrededor de US \$ 15 millones de dólares los exportadores; por efectos de estafas La falta de ética y seriedad en el pago por parte de los brókers perjudicó a algunos productores; la mayoría de las fincas se manejaba sin contratos o acuerdos de venta.

La evolución de la tecnología en esta etapa de la floricultura se acentúa con la finalidad de mejorar la productividad y optimizar los recursos disponibles; así se cambian los plásticos y las estructuras usados en los invernaderos; se fijan puntos de fumigación tecnificados, equipos, bombas, contando con mayor asesoramiento en la producción, con profesionales de la rama; mejoraron el transporte y las redes de mercadeo, se redujo el personal por hectárea y mejoran los sistemas de riego.

Dispuestos a mejorar los rendimientos y su productividad los empresarios deciden extender los horarios de trabajo, fijan salarios mínimos, tercerizan parte del personal y otros servicios; no pagan horas extras. Estas decisiones acarrearán una serie de problemas en el corto plazo; los trabajadores empezaron a presentar una serie de

anomalías como por ejemplo agotamiento físico; finalmente no se cumplió con la mejora esperada en la productividad del cultivo.

Entre el 2001 y el 2016, la industria de flores y rosas evolucionó 337% (Ver Anexo 3) en valor FOB, presentando un crecimiento sostenido en 15 años. El sector floricultor es el más próspero en exportaciones de la Región Sierra; el sector que mayor empleo genera en la zona andina.

La adhesión al acuerdo multipartes suscrito entre Ecuador y la Unión Europea en el año 2014, abrió las puertas para que el sector florícola pueda diversificar la oferta exportable hacia nuevos mercados. El beneficio obtenido permitió que las rosas y flores de verano ingresen a los mercados con arancel cero; los productores conscientes de esta oportunidad han empezado a implementar estrategias de mercadeo con la finalidad de posicionar a las rosas en la Unión Europea.

2.1.1. Crisis del sector florícola ecuatoriano

La falta de una visión clara para el desarrollo sostenible del sector por parte de los gobiernos de turno y demás entidades involucradas en la producción florícola, desembocó en el año 2000 en una crisis, que fue determinada por algunos factores y en diferentes escenarios como la dolarización, sobreoferta de flor, elevados costos de insumos, fletes internacionales y nómina de costos fijos; adicional a esto se sumó que los obtentores, proveedores del material vegetativo obligaron a pagar las respectivas regalías a las fincas productoras; \$ US 80.000 por hectárea aproximadamente.

El sector florícola se ve condicionado por una serie de acontecimientos que afectan directa e indirectamente su normal desenvolvimiento: la aparición de nuevos competidores, devaluaciones de monedas extranjeras; cambios climáticos y la intensificación del cultivo. Los empresarios cambian sus estrategias, aunque siempre procuraron sobre todo en menores costos por hectárea.

El efecto de la crisis fue inmediato, alrededor del 10% de las fincas quiebra por falta de calidad, y competitividad y por el sobre endeudamiento; las empresas quebradas pasan a manos de las entidades financieras, bancos o a su vez son absorbidas por otras empresas. El sector en esta etapa se concentra; las empresas se ven forzadas a adoptar una serie de cambios sobre todo en lo administrativo financiero. Pese a toda estas

adversidades las exportaciones no cayeron, hubo un crecimiento del valor US FOB exportado entre el año 1999-2000 del 7,90% (Ver Anexo 3).

El periodo comprendido entre el año 2001-2007, el sector florícola mantiene un crecimiento sostenido a una tasa promedio del 13% en sus ventas en US \$ FOB. Las fincas en esta etapa diversifican las variedades; algunas empresas poseen más de 100 especies de rosas. El mercado ruso se vuelve atractivo, las fincas empiezan a introducir flores en ese país atraídos por el buen precio que pagan los clientes.

En el año 2008-2009 el sector floricultor vuelve a tener una recaída debido a la crisis global que enfrentó el mundo; las exportaciones en ese año cayeron en un 1,94%, el principal importador Estados Unidos redujo las importaciones en un 43,08% (Ver Anexo 3), los precios por unidad se redujeron, y seguidamente los empresarios tuvieron que aplicar políticas de ajuste, entre las que se incluyen reducciones de la nómina del sector en 15,6% (SINAGAP 2010).

La crisis en Rusia en el año 2014, originó que el sector florícola diera un giro en la producción y exportación de rosas hacia ese país; ante los conflictos bélicos; sumados a la inestabilidad social y política en Ucrania el comportamiento de compra cayó de una manera considerable en el mercado ruso. Antes de la crisis no les importaba el precio por adquirir rosas de calidad.

Tras la caída del mercado ruso, vino el cierre de algunas fincas en Ecuador, los productores al verse invadidos de flor optaron por ofertar las variedades de exclusividad rusa en el mercado norteamericano; la aceptación fue inmediata, las características del producto eran diferentes al que habitúan comprar, tallos más largos al igual que el botón. La limitante fue el precio; aceptaron las nuevas variedades pero al mismo precio.

Los diferentes problemas, fenómenos y circunstancias que se suscitan a nivel mundial y principalmente en los países donde se venden las rosas y flores ecuatorianas, influyen directamente en la parte económica del sector, afectando directa o indirectamente en la cadena productiva.

2.2. Características del sector florícola ecuatoriano

Las condiciones que posee el Ecuador son óptimas para la producción de flores; los suelos, la luminosidad, la altitud, entre otras características, hacen que se pueda

obtener durante todo el año el producto. Estas ventajas comparativas han logrado que el Ecuador sea el tercer mayor exportador de flores y rosas de calidad en el mundo, frente a competidores como Holanda, Colombia, Kenia, y Etiopía.

2.2.1. Requerimiento climático

Para el cultivo de rosas, el Ecuador al encontrarse en la línea ecuatorial, las zonas de la Región Andina presentan las mejores condiciones para la propagación y producción de rosas. Las temperaturas óptimas para el crecimiento son de 15⁰C-25⁰C, las variaciones extremas de temperatura tanto en el día como en la noche afectan directamente a la productividad del cultivo. La altitud de siembra va desde los 2600-3100 metros. La luz es indispensable para el crecimiento del cultivo; las cantidades necesarias están alrededor de 800 uEinstein/seg.cm².

Al igual que las rosas, las flores de verano necesitan ciertas condiciones climatológicas, similares que el rosal y la única diferencia se encuentra en la altitud, pues las flores de verano necesitan una altura que va desde 2200 a 2400 metros sobre el nivel del mar. Las condiciones que posee el Ecuador son favorables, dando como resultado flores y rosas de calidad, apetecibles en todo el mundo.

En comparación con otros países exportadores de flores y rosas, Ecuador tiene el privilegio de producir todo el año; los competidores tienen que realizar grandes inversiones en tecnologías que permitan controlar la climatización, y una vez que de cierta manera acceden al control bajo invernadero, los resultados no son comparables con las flores y rosas ecuatorianas, debido a que las condiciones deben mantenerse durante todo el día bajo el invernadero, los tallos son delgados, los botones pequeños y el follaje diferente.

Por otra parte, para el cultivo de rosas es necesario que los suelos contengan altos porcentajes de materia orgánica, por ser un monocultivo los requerimientos son mucho mayores, de manera que necesitan realizar enmiendas físicas o químicas antes de la siembra, y durante el ciclo del cultivo. De igual manera se necesita incorporar varios nutrientes que aporten mayor crecimiento y una evolución normal del cultivo. El pH del suelo que se recomienda es de 5.5 a 6.5.

2.2.2. Producción del sector florícola

En el Ecuador actualmente existen 629 empresas; el último censo agrícola que se realizó en el año 2013 registró que 4200 hectáreas se encuentran en producción; de éstas 471 ha siembran rosas y las restantes 158 ha, fincas producen flores de verano; entre ambas unidades de producción generan 10500 puestos de trabajo de manera indirecta, 50000 plazas de trabajo se generan directamente; en la actualidad se maneja 12 personas por hectárea, de las cuales el 61% son mujeres. La importancia de la mujer en el sector florícola ha generado que las empresas obtengan mayor calidad de las rosas y flores (Arcos 2017).

El 62% de las fincas son pequeñas, 28% medianas y el 10% son grandes empresas, según el tamaño de superficie. La producción de rosas sigue siendo un rubro importante de exportación, para el año 2016 se obtuvo un valor de US \$ 605.6 millones FOB (Expoflores 2017).

El Ecuador posee una gran variedad de flores de verano; el 98% de la producción se exporta hacia diferentes lugares del mundo. El 77% de la producción mundial de gypsophila es ecuatoriano, ubicando al Ecuador como el primer productor a nivel internacional; es la segunda variedad que se produce después de las rosas en el país.

Por las condiciones climáticas favorables para flores de verano, en el Ecuador se producen todo el año en condiciones de altitud que van desde los 2200-2600 metros sobre el nivel del mar. Las fincas a través de los proveedores del material vegetativo, producen flores con características propias de cada mercado, como son tallos más largos, variedad de colores y con mayor tiempo de duración en los floreros. El porcentaje global de producción de flores de verano es del 25% (Revista Líderes 2015). En el año 2016 se exportaron flores por un valor de US \$ 196.9 millones FOB. El total de exportaciones para el año 2016 fue de US \$ 802.4 millones (Ver Anexo 3).

El Ecuador posee gran variedad de rosas; en la actualidad existen alrededor de 400 especies (Cifuentes 2017) que se comercializan en todo el mundo; dependiendo de las exigencias de los mercados se encuentran rosas con tallos cortos, mediados y largos; botones grandes y con una variedad selección de colores, los principales, rojo, blanco, amarillo y bicolor, la durabilidad en el florero es única, 15 días promedio de vida. El 75% de la producción florícola ecuatoriana es de rosas.

En la actualidad existen empresas que realizan fuertes inversiones para cuidar y mejorar la calidad de las flores que producen; estas compañías proporcionan un ambiente laboral favorable y digno para los trabajadores, incluyendo varios servicios como guardiana, guarderías, áreas de recreación, centro médico, transporte, comedores, servicios higiénicos. Respetan todas las leyes y normas locales e internacionales con respecto a precautar el ambiente, a través de sistemas de riego eficientes, sistemas de tratamiento de agua, uso y manejo adecuado de agroquímicos. De igual manera están al día con el sistema de regulación estatal ecuatoriano en los ámbitos, políticos, sociales, legales, económicos, ambientales y culturales.

Por otra parte, existen fincas que son lo opuesto a lo mencionado en el párrafo anterior, su objetivo principal es obtener mayores utilidades economizando las fumigaciones con agroquímicos y fertilizantes baratos; ninguna preocupación por el ambiente y la salud de los trabajadores. Las pocas ganancias obtenidas las colocan en otros negocios provocando que la permanencia en el mercado sea vulnerable, variable e inestable. Los niveles de producción varían y casi siempre necesitan de canales de comercialización especializados.

Finalmente se encuentran los pequeños productores, que en su mayoría son pequeñas unidades familiares; tienen producciones bajas en comparación con fincas medianas, y su acceso a los mercados es restringido; realizan mingas para las labores preculturales, culturales y cosecha del cultivo, satisfacen la demanda local y en las fechas claves de la floricultura realizan entregas a las fincas grandes cuando éstas carecen de flor. Para ello aplican protocolos de producción y tales rosas deben pasar por rigurosos controles de calidad.

Dentro del comercio mundial los principales proveedores de flores y rosas en el mundo son: Holanda con una participación de mercado del 45%, seguidamente viene Colombia con el 17%, en tercer lugar, Ecuador con 10%, Kenia 9%, Etiopía 2% y el resto de países con el 17%. Los precios de las rosas y flores tienen un comportamiento cíclico y volátil, determinado por las variaciones en la demanda, tipos de cambio, y la capacidad de los exportadores de tener filiales en los países de destino, todas las variaciones de precio están dadas en el corto plazo.

Las principales fechas para el consumo de las flores y rosas son: San Valentín, día de la madre, difuntos y navidad; los precios en estas fechas fluctúan

considerablemente con una clara tendencia creciente. San Valentín es una fecha clave para el sector floricultor, la demanda de variedades rojas es abundante y para la mayoría de los productores representa el 50% de sus ingresos anuales.

El sector florícola ecuatoriano tiene que cumplir con certificaciones que son obligatorias como la PCFOE (Certificación Fitosanitaria de Ornamentales de Exportación), para acceder a los mercados internacionales, otras tienen un carácter voluntario, a las cuales optan las empresas para ser competitivos frente a la competencia. Entre las principales certificaciones se mencionan: Fair Trade, Ethical Trading Initiative, Global GAP, Hazard Analysis Critical Control Points, JAS Organic Certification, Kosher, Naturland, USDA Organic Certification.

Cada una de estas certificaciones tiene objetivos y propósitos definidos; para las empresas se genera en desafíos el poder obtenerlas. En el sector florícola el 80% de las fincas grandes posee la mayoría de certificaciones, 50% las medias y el 30% las pequeñas empresas (Viteri 2018).

En la actualidad el sector florícola está innovando en la comercialización de rosas eternizadas; el proceso consiste en extraer la humedad de cualquier variedad y sustituir la sabia por un compuesto químico manteniendo la textura, tamaño de botón; el color se tinte de acuerdo a las exigencias del cliente; la desventaja de utilizar este método es que la rosa pierde su olor característico. Con este tratamiento las rosas llegan a mantenerse hasta 5 años en condiciones normales; es un producto de lujo cuyo precio oscila entre los US \$ 5-15 dólares por rosa y ha sido apetecida en los principales países importadores Estados Unidos y Rusia.

2.2.3. Exportaciones del sector floricultor

El mercado mundial de flores de verano y rosas bordea los US \$ 8000 millones anuales, de los cuales los principales exportadores son los Países Bajos, seguidos de Colombia, Ecuador, Kenia, Etiopía y China.

Los mercados de Europa y Estados Unidos son los más apetecidos por los productores de flores de verano y rosas. Las primeras exportaciones de rosas y flores de verano se realizaron en el año 1985 por un monto fue de US \$ 53 millones FOB. Ecuador en la actualidad exporta a 110 países, el principal mercado de exportación

sigue siendo los Estados Unidos de América, a pesar que en el año 2014 la mayor participación de exportaciones fue en Europa 44,93%, seguidamente de Estados Unidos con 38,39% y finalmente el resto del mundo con 16,68% (Ver Anexo 5).

En el Año 2015 las exportaciones hacia los Estados Unidos ocupan el primer lugar con 43,85%, seguido de Europa con 38,63% y el resto del mundo con 17,52%. Se evidencia una caída en el mercado europeo del 14,02% y un ligero aumento del 5,03% en las exportaciones hacia el resto del mundo, frente al año 2014.

Para el año 2016 las exportaciones hacia los Estados Unidos crecen en 8,75% frente al año 2015, el mercado europeo decrece en 4,58%, de igual manera acontece con las exportaciones hacia el resto del mundo 11,75% frente al año 2015.

El sector florícola empieza a dinamizarse en los años noventa, las políticas aperturistas de la época y la firma del Acuerdo de Preferencias Arancelarias Andinas (ATPDA) en el año 1991 fomentó el crecimiento sostenido, en la década comprendida del año 1991-2001 la floricultura manifiesta un aumento del 289%, a una tasa promedio del 28,9% anual. En la siguiente década que comprende entre el año 2002-2012, las exportaciones reflejan un crecimiento a una tasa promedio del 11%, a excepción del año 2008-2009 en donde decrece las exportaciones en un 43,08%, etapa en la cual el mundo se expone a una crisis mundial.

En el año 2012 hasta el 2014, el sector expresa un crecimiento del 26,95%, es así que el valor FOB para el año 2014 fue de US \$ 918.2 millones, cifra record en toda la historia del sector florícola ecuatoriano, seguidamente en el año 2015 decrecen las exportaciones en un 10,70% y finalmente para el año 2016 de igual manera existe una caída del 2,13% con respecto al año 2015.

Los conflictos bélicos entre Rusia y Ucrania a inicios del 2015 y la devaluación del rublo provocaron que la demanda de rosas y flores caiga en esos mercados, adicionalmente se puede determinar que el decrecimiento se debe a que las flores y rosas no se encuentran el Sistema Generalizado de Preferencias (SGP)

Las exportaciones no petroleras en el año 2016 alcanzaron los US \$ 11.302 millones, la participación del sector florícola fue del 7,10%. El banano sigue liderando las exportaciones no petroleras, seguido del camarón, las rosas y flores ocupan el tercer lugar de las exportaciones. Si el Ecuador no firmaba el acuerdo multipartes con la UE,

el sector exportador tenía que pagar alrededor de US \$ 400 millones de dólares anuales por concepto de aranceles.

2.2.4. Insumos del sector florícola

La industria florícola ecuatoriana está compuesta de varios actores involucrados directamente e indirectamente, los obtentores o breeding son los encargados de proveer el material vegetativo para el sector florícola, realizan además investigaciones, aclimataciones y adaptaciones de nuevas variedades para el país. En un 80% el material es importado de Holanda, principal proveedor para las empresas que se encuentran en Ecuador y éstas a su vez lo comercializan hacia el sector floricultor.

La creación de una nueva variedad puede tardar entre 5-6 años; se requiere de alta tecnología para llegar al producto final, y la vida en el mercado va a depender de los consumidores.

Los obtentores poseen materiales vegetativos, a través de distribuidores y representantes comerciales en el Ecuador ofertan el material que pueden ser en forma de yemas cuyos precios oscilan entre US \$ 0,12 centavos y US \$ 0,15 centavos cada yema; o de mini plantas cuyo valor está entre los US \$ 0,50-0,60 centavos por unidad. En el caso de variedades antiguas los precios pueden ser US \$ 0,08 a 0,10 centavos. La mayoría de las florícolas prefieren el material en yemas principalmente por costos.

En el mercado se encuentran alrededor de 10 empresas que satisfacen la demanda del sector floricultor, una vez entregados los materiales a las fincas productoras, éstas deben pagar regalías; este pago va depender de la negociación que se realiza entre el obtentor y la finca; su costo va desde US \$ 1 a 1,10 dólares por planta. En la actualidad el pago de regalías por ha oscila entre los US \$ 80.000-88.000.

El sector florícola requiere de dos recursos fundamentales para la producción de flores y rosas, suelo y agua. El recurso hídrico es el que se utiliza con mayor intensidad dependiendo de las condiciones climáticas este puede variar. El factor suelo de igual manera es indispensable y según el tipo de suelo se va a reflejar en la producción.

Por otra parte se encuentran los fertilizantes, la mayoría de estos son fosfatados y nitrogenados se utilizan en la mayoría de las fincas, su mal uso provoca la acidificación

del suelo, afectando a las raíces del cultivo; el exceso hace que la planta se vuelva vigorosa lo que trae consigo plagas y enfermedades.

La producción continúa por casi 35 años de rosas en el Ecuador, ha generado una serie de problemas a nivel agronómico; se suma a esto el mal de uso de pesticidas que perjudica la productividad y a la salud de las personas que trabajan en los diferentes procesos de las florícolas.

Para la producción de una ha, se necesitan 2800 kilos de plástico, entre 80000-85000 plantas, todo va depender de la densidad de siembra, abonos que en su mayoría son de origen químico, en ocasiones de origen vegetal y orgánico, las aplicaciones se realizan cada tres meses, fertilizantes de procedencia química de origen nitrogenados y fosfatados; las fertilizaciones se realizan a través del sistema de riego 5 días a la semana y 2 días solo aplican agua con ácidos, con la finalidad de liberar los nutrientes del suelo, agroquímicos como son herbicidas, fungicidas, e insecticidas. El empleo del agua para fertilizantes es 200 m³ ha/mensual (Chávez 2018)

La mayoría de las fincas realizan tres aplicaciones por semana de agroquímicos y emplean alrededor de 2.4 m³ de agua por hectárea/mensual. Por otra parte se encuentran los fertilizantes foliares, productos de especialización que cumplen roles específicos dentro de la producción, los cuales se emplean dependiendo de las condiciones climáticas, ambientales; por lo general cada 15 días, junto con las aplicaciones de los químicos sintéticos.

El mercado de agroquímicos para el año 2015 fue de US \$ 244.3 millones; el requerimiento del sector florícola ecuatoriano ascendió a US \$ 26.9 millones anuales; en volumen se han consumido alrededor de 1280 toneladas de pesticidas químicos en el sector. El 11% es el aporte de la floricultura a la importación de insumos sintéticos. Los principales problemas que tiene la floricultura son de origen fúngico, por esta razón cinco productos abarcan el 20,5% de lo importado (EDIFARM 2015, 29-32).

2.3. Análisis en torno a la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos en el sector florícola ecuatoriano

La producción y exportación de flores, específicamente rosas para algunos críticos es la manifestación de un modelo que genera crecimiento, desarrollo, empleo,

activación de negocios indirectos a la industria, que implanta nuevas culturas de vida en las áreas rurales. Dentro del modelo, se utilizan paquetes tecnológicos (fertilizantes y agroquímicos) que maximizan la rentabilidad de los empresarios. A través de este sistema el sector florícola ha ingresado al mundo de la globalización.

En el ámbito agronómico, la aplicación y utilización de agroquímicos es indispensable para la producción del cultivo, sin la consideración de estos insumos el volumen y productividad caería, porque las plagas y enfermedades acabarían con las plantaciones. Al ser un monocultivo intensivo, es indispensable el uso de agroquímicos para combatir todo tipo de plagas y enfermedades. El costo y la eficacia de la fertilización y control de plagas y enfermedades son los principales factores para producir rosas y flores de verano.

Los técnicos responsables de la producción manifiestan que la aplicación de agroquímicos se convierte en el umbral para la toma de decisiones, en la que el factor tiempo juega un rol importante a la hora de combatir o contrarrestar una plaga u enfermedad. La percepción del riesgo es relativo a la hora de utilizar pesticidas, es necesario seguir todos los procedimientos y normas que implican la manipulación y uso de un químico, si todo se realiza bajo lo establecido no se corre ningún peligro. Es cuestión de prestar atención y tomar en cuenta las instrucciones para emplear un pesticida.

Los cuestionamientos a los agroquímicos han generado que las empresas productoras implementen mejores sistemas de obtención, con la finalidad de garantizar mayor eficacia a la hora de combatir y erradicar una plaga, enfermedad, para la protección del ambiente y de la salud humana. Los pesticidas son los insumos más utilizados por el sector florícola ecuatoriano.

Desde la perspectiva económica por ejemplo, los herbicidas ayudan a disminuir considerablemente el uso de mano de obra, lo que implica menos dinero, menos fatiga, impidiendo el crecimiento de las malas hierbas en las plantaciones.

Lo mismo acontece con los insecticidas y los fungicidas sintéticos, son insumos indispensables en la producción de flores y rosas.

La viabilidad financiera de implementar flores orgánicas es altamente costosa; los insumos biológicos y orgánicos son caros y requieren de un manejo diferente que el convencional; el empresario para cambiar su esquema productivo tiene que realizar un

análisis minucioso que involucra todas las variables y va a depender mucho de los precios de mercado, la productividad por planta es fundamental para el desarrollo y crecimiento de las florícolas.

En el tema productivo, los rendimientos son mayores al utilizar fertilizantes químicos frente a los fertilizantes orgánicos; el proceso se torna más lento, se requiere más mano de obra y a la hora de erradicar y controlar plagas y enfermedades es necesario establecer cronogramas en los cuales no se debe fallar con biopesticidas porque son insumos específicos tanto para los insectos, como para hongos y bacterias.

Adicionalmente el traslado, y almacenaje de tales insumos en las bodegas requiere otros sistemas que los insumos químicos; esto implica una serie de costos adicionales que finalmente inciden en el precio final de las rosas y flores de verano. Otro problema que involucra al manejo de insumos biológico es el abastecimiento por parte de las comercializadoras, al ser materias primas de origen natural el inconveniente surge cuando son estacionales o únicas de las zonas, complicando su elaboración y disponibilidad.

Por otra parte existen críticos que cuestionan al sistema del sector floricultor, argumentan que es un esquema falso, cuyos únicos beneficiados son las grandes corporaciones y exportadores de flores que monopolizan el uso del suelo agudizando la desigualdad entre los campesinos y estos empresarios, quienes utilizan esta mano de obra como una ventaja competitiva.

El sector florícola es una herramienta para las grandes transnacionales, en este caso los obtentores, comercializadores de agroquímicos y genetistas, quienes manipulan y determinan los ritmos y dinámicas de los productores de rosas y flores de verano. El caso de los agroquímicos es evidente, que las plantaciones se ven obligadas a implementar planes de fumigación con la finalidad de prevenir y erradicar cualquier amenaza al cultivo.

En la actualidad el sector florícola cumple con las condiciones que establecen los clientes, dependiendo el tipo de mercado al cual se exporta, son las exigencias, como por ejemplo el mercado ruso, exige tallos largos, botones grandes con un follaje limpio, sin ninguna mancha. Para poder cumplir estos requerimientos las fincas se ven obligadas a utilizar agroquímicos. Agrocalidad, entidad estatal frente a los problemas fitosanitarios continuamente está capacitando a los técnicos y agrónomos de las fincas

lo que ha generado cierto grado de conciencia sobre los efectos y riesgos en el uso y manejo de plaguicidas.

Este acontecimiento se da en la empresa que si cumplen con las normativas de uso y manipulación de agroquímicos, en el otro caso, el uso indiscriminado sin ningún tipo de responsabilidad contaminando el ambiente y la salud de los trabajadores.

La era química que prevaleció en los años 50 fue el motor para el desarrollo de la revolución verde, que trajo beneficios para los agricultores en términos de productividad, pero en la actualidad y tras varios años de investigación de varias entidades públicas y privadas, se convierte en una amenaza para los seres vivos y el ambiente, principalmente de los ecosistemas existentes.

Las empresas con la finalidad de focalizar y optimizar el uso de agroquímicos en la actualidad, utilizan sistemas de control de plagas y enfermedades, realizan planes preventivos de fumigaciones y focalizan los problemas por tipo de variedades, evitando así la vieja práctica de aplicaciones diarias de los pesticidas.

La legislación prohíbe el uso de ciertas moléculas para precautelar la salud de los trabajadores y el ambiente. Ahora bien la discusión se plantea en cuanto a la degradación que generan los agroquímicos, existen técnicos que prefieren aplicar un producto de sello rojo utilizando todas las normas de procedimiento, en tres días se volatiliza en el aire, que comparando con otro agroquímico que puede ser sello azul, cuya degradación es mayor a los tres días, el objetivo de las fumigaciones con pesticidas es contralar y erradicar las plagas o enfermedades del cultivo.

En la producción de flores los mayores problemas son las plagas y enfermedades (*ácaros, trips, botrytis, oídio, velloso, nemátodos y bacterias*), para poder controlarlos y contrarrestarlos, la mayoría de fincas utiliza insumos agroquímicos en diferentes combinaciones, dosis y frecuencias de aplicación, estas amenazas al cultivo en la actualidad son cada días más difíciles de controlar. Una de las razones es la sobredosificación de los químicos que produce resistencia a las plagas y enfermedades.

El uso de estos agroquímicos en la floricultura, sumado al cambio climático ha originado una serie de problemas como son: la erosión, salinización, acidificación y la contaminación química de los suelos, aire y agua.

Organismos internacionales como la FAO, conscientes de la problemática a través de la División de Producción y Protección Vegetal (AGP), realizan programas de

cooperación para contrarrestar el uso indiscriminado de agroquímicos, convenios como el Convenio Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), establecen normas con la finalidad de prevenir la expansión de plagas y enfermedades, de igual manera existen convenios como el de Rotterdam, que se encargan del comercio de algunos productos químicos perjudiciales para la salud humana y el ambiente, y finalmente la Organización Mundial de la Salud (OMS) que ayuda por medio de campañas a la erradicación y prevención de los riesgos por el uso de agroquímicos en el mundo.

Todos estos convenios y tratados están entrelazados por medio de las certificaciones que obtienen los exportadores cuando realizan los procesos comerciales con los clientes finales fuera del país.

Existen alrededor de 150 insumos plaguicidas (EDIFARM 2015, 417-552) que se utilizan en el sector florícola ecuatoriano; la mayoría de estos rotan en los programas fitosanitarios con la finalidad de contrarrestar las amenazas que atacan al cultivo, su mala utilización ha generado que los insectos, hongos generen resistencia, afectando directamente a la productividad y que en la mayoría de los casos la molécula ya no tenga la misma eficacia.

Factores como el riego, fertirriego, nutrición vegetal y la fitosanidad son indispensables para la producción de flores y rosas; pese que el cultivo de rosas lleva años, las fincas no establecen parámetros productivos que les permitan optimizar los costos y lograr una alta calidad del producto.

El sector florícola ecuatoriano, está especializado en la producción y comercialización de rosas y flores de verano; las plagas y enfermedades atacan frecuentemente al cultivo generando algunos factores de riesgo en la salud de los trabajadores. Las aplicaciones de plaguicidas en los invernaderos se realiza por varios métodos: pulverizaciones de líquidos, nebulizaciones de nieblas, polvos, vapores, humos, gránulos y aerosoles; en todos éstos existe una exposición directa que afecta a las vías respiratorias y cutáneas.

En la novena edición de Edifarm, Vademécum Florícola, se puede observar los insumos disponibles para el sector florícola ecuatoriano, aquí se encuentran registrados 70 activos utilizados como biocontroladores y 44 productos con certificación orgánica; cada uno con diferentes o similares funciones para el desarrollo del cultivo de rosas y flores de verano.

Productores grandes de rosas y flores, están incorporando laboratorios especializados para generar y obtener insumos biológicos que les ayude a mejorar la producción y optar por otra alternativa productiva. El caso específico es el grupo Hilsea Investments, quién elabora su propio material vegetativo, para rosas y flores de verano; años atrás viene incursionando en la fabricación de bioinsumos.

Los trabajos de investigación, por parte del grupo Hilsea se realizan en flores de verano, de ciclo corto; la productividad de godetia resulta un problema, debido al ataque de nemátodos en el suelo; los ensayos con insumos biológicos iniciaron en ese cultivo, Los resultados se detallan a continuación:

Tabla 2: Resultados del ensayo

Ensayo Ecológico Hilsea			
Variedad	No. Plantas Sembradas	No. Tallos Cosechados	Productividad/Tallo/Planta/Ciclo
Grace White	1080	2540	2.35
Grace Pink	1080	2427	2.24
Grace Red	1080	2740	2.53
Ensayo Convencional Hilsea			
Variedad	No. Plantas Sembradas	No. Tallos Cosechados	Productividad/Tallo/Planta/Ciclo
Grace White	1080	2674	2.55
Grace Pink	1080	3030	2.80
Grace Red	1080	2942	2.72

Fuente: (Peñañiel 2017)

La empresa Hilsea emplea vaporizaciones para la desinfección del suelo, los costos totales para el ensayo representaron \$ 655,80 USD, sobre un área productiva de 217,2 m² de los cuales \$ 557,06 USD, fueron utilizando calderos, frente a \$ 98,74 USD, aplicando un paquete con insumos biológicos. La implementación de bioinsumos resulta más económico, que seguir utilizando calderos para la desinfección y producción de godetia.

Después de obtener excelentes resultados, el objetivo del grupo Hilsea en el corto plazo es replicar los ensayos en los demás cultivos de flores de verano y rosas,

para posteriormente erradicar por completo el manejo de plaguicidas en el largo plazo; de esta manera se pretende reemplazar los insumos sintéticos por productos más amigables con el ambiente y salud de los trabajadores.

En el Ecuador existieron dos empresas medianas que se dedicaron a la producción de rosas orgánicas, Biogarden y Nevado Roses, ambas empresas emplean extractos de manzanillas, ajo, chile, ají, y bicarbonato de sodio como biopesticidas para combatir plagas y enfermedades; adicionalmente aplicaron fertilizantes de origen natural, extractos de plantas, humus y materia seca, que cumplen varias funciones para el crecimiento del cultivo. La desviación de fondos en otras actividades por parte de los propietarios, hizo que desaparezca Biogarden del sector, y Nevado Roses, produce rosas convencionales bajo una nueva administración.

Extractos de ruda, arrayan y biopesticidas como *Verticillium lecani* y *Beauveria bassiana*, se utilizan para el control de trips y pulgones en la producción de rosas, el uso de estos biocompuestos ayuda a reducir considerablemente el uso de los agroquímicos (Carpio y Tamayo 2017). La aplicación de productos biológicos, se debe realizar semanalmente con la finalidad de romper el ciclo de los individuos, caso contrario la efectividad se reduce, y la proliferación de las plagas es rápida, perjudicando la productividad.

Los floricultores para la producción de rosas a través de un manejo químico, destinan un valor que bordea entre los \$ 2000 USD y 2500 USD por hectárea, los principales insumos son: abonos, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, productos para la estimulación de las rosas, foliares, coadyuvantes, ablandadores. Sumado a los otros rubros obtienen costos por tallo de \$ 0,25 USD; este valor final va a depender de las fechas de despacho de los pedidos. Las plantas trabajan más como por ejemplo en San Valentín; cuando el trabajo de las matas es menor, los costos por tallo pueden llegar a los \$ 0,50 USD (Chávez 2018).

En el caso de la producción de rosas orgánicas, el esquema es diferente, se necesita un manejo integrado donde la incorporación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio es fundamental, al ser las fuentes de origen natural, el acceso y costo de estos elementos en el mercado es considerable.

El manejo de plagas y enfermedades se realiza con insumos biológicos, de igual manera los precios de estos productos son costosos y el presupuesto para la producción

varia entre los \$ 3000 USD hasta los \$ 4000 USD por hectárea, el costo por tallo está en los \$ 0,40 USD hasta los \$0,50 USD. El precio al consumidor final en el los mercados internacionales llega a \$ 1,50 USD por cada tallo de rosa (Vargas 2018).

Capítulo Tercero

3. Conclusiones

El trabajo de investigación desarrollado, nos permite establecer las siguientes conclusiones.

El mundo agrícola, históricamente emplea una serie de herramientas para erradicar las plagas y enfermedades; en la producción de varios cultivos; la productividad y los rendimientos son parámetros presentes como objetivos agrícolas; los pesticidas se utilizan de manera cada vez intensa y frecuente, provocando una serie de problemas agronómicos, afectaciones en los suelos, el aire, el agua, el ambiente y en la salud de los seres vivos. Las plagas crean resistencia a varios productos químicos, su control se dificulta cada vez más.

La industria de biocontroladores, surge en las décadas recientes, con amplios antecedentes históricos, la alternativa de utilizar insumos biológicos, para evitar los efectos negativos señalados en el suelo, ambiente y seres vivos. Empresas con avances tecnológicos en la biofabricación de biopesticidas, se dedican a la producción y comercialización de estos productos; los agricultores se benefician porque disponen de nuevas alternativas para la producción agrícola; biofertilizantes, bioestimulantes, y biopesticidas entre otras opciones disponibles en los mercados; los insumos tienen modos de acción y características diferentes que los pesticidas químicos; en consecuencia, existen varios beneficios para los cultivos, los ecosistemas y la salud de quienes los manipulan.

Las grandes corporaciones fabricantes y comercializadoras de pesticidas se benefician económicamente con la comercialización de estos insumos; después de la segunda guerra mundial, globalizaron y posicionaron rápidamente los químicos en el sector agrícola; se generó una gran dependencia en la mayoría de los agricultores a nivel global. Estas empresas transnacionales, modifican sus estrategias frente a los cambios en los sistemas agrícolas, principalmente fitosanitarios, la sustitución de insumos por biopesticidas, les obliga a realizar acciones comerciales como la fusión, y adquisición de pequeñas y medianas empresas formuladoras de insumos biológicos.

La principal característica de los pesticidas, es su modo de acción, son productos de amplio espectro, controlan un rango grande de plagas, sean benéficas o no y enfermedades, a un costo relativamente bajo. El mal uso, sobredosificación y exceso de pesticidas, cuestiona su eficacia, la resistencia de las plagas en los cultivos se prolifera cada día, dificultando el control. El posicionamiento de la industria química a nivel global es fuerte, tiene injerencia en ámbitos políticos y económicos, dos dimensiones importantes para la toma de decisiones dentro del sector agrícola.

Los agroquímicos contaminan el aire, agua, ambiente, suelos, salud de los seres vivos y productos alimenticios. La sobredosificación de los fertilizantes, provoca la pérdida de nutrientes en el suelo; la lixiviación, contamina el agua de los subsuelos afectando a la cadena trófica. Por otro lado ante el crecimiento de los problemas alimentarios en el mundo, la población, exige alimentos más saludables con mejores contenidos nutricionales, libres de pesticidas.

La sustitución de insumos químicos por biológicos, pretende brindar otras alternativas de elementos para la producción agrícola, cuyos efectos no deterioren el aire, suelo, ambiente y salud de quienes practican la agricultura; de esta manera, se propicia la reducción en el uso de pesticidas y la resistencia de plagas; es necesaria la voluntad de los agricultores, para que adopten estas herramientas agrícolas.

El uso de insumos biológicos, presenta cada año un crecimiento sostenido, ya que se introducen cada vez más insumos que poseen además diferentes características como, mayor eficacia en la producción; las empresas están invirtiendo en investigación y desarrollo, factores claves para el éxito de la industria. La información y capacitación, de los agricultores es fundamental en el proceso de cambio hacia una mayor sustitución de insumos.

La implementación de un Manejo Integrado de Plagas, es el primer paso de los agricultores para involucrarse en el uso de biopesticidas, las empresas que poseen más recursos económicos cuentan con el personal especializado e implementan este esquema en sus unidades de producción. Los pequeños productores tienen problemas para incorporar e implementar este sistema de manejo; no existe un nivel de educación agrícola especializada, y los recursos económicos son escasos; además, el apoyo por parte de los gobiernos es pequeño. En ocasiones los gobiernos, subvencionan paquetes tecnológicos con pesticidas agudizando más el problema de contaminación.

Los países desarrollados, y también los que están en vías de desarrollo, aplican un esquema, legal y normativo en base a un insumo químico para la industria de biocontroladores; cabe agregar que los costos a nivel global para registrar un bioinsumo en las instancias públicas especializadas, requisito previo a su comercialización, son menores que un pesticida químico; es necesario que las entidades involucradas en el proceso de registro, realicen estudios para considerar el tiempo y la documentación exigidas para un biopesticida, de esta manera se agiliza el proceso y los agricultores dispondrían rápidamente de nuevos insumos biológicos en el mercado.

Los países desarrollados, están implementado políticas públicas que fomentan la conservación del ambiente y calidad de los alimentos, a través de incentivos y el uso de insumos más amigables; este tipo de prácticas debe multiplicarse a nivel mundial, para garantizar la seguridad alimentaria, la procedencia de los alimentos y su calidad.

El sector florícola ecuatoriano, está formado por varios actores que se involucran directa e indirectamente en el proceso productivo; genera plazas de trabajo y es el principal rubro de exportación de la Región Andina. Las rosas y flores, son catalogadas como las mejores del mundo, ya que poseen características únicas, deseadas por los clientes en los mercados internacionales. Los agroquímicos son insumos de consumo masivo que se utilizan en los procesos productivos; la huella que dejan en el ambiente y en la salud de los trabajadores es marcadamente nociva; por ello, es necesario cambiar los esquemas de producción por alternativas más sustentables y reemplazar los pesticidas por insumos biológicos.

Las condiciones climáticas, y la ubicación geográfica que posee el Ecuador, permiten que las rosas y flores tengan ventajas comparativas frente a las de los países competidores; los productores se especializan en su producción, y cada año el sector crece, diversificando la producción con nuevas variedades.

Las fincas productoras, para obtener rosas y flores, emplean una gran cantidad de agroquímicos; el cultivo sufre una serie de ataques de plagas y enfermedades constantemente; la causa principal, es el monocultivo intensivo; para contrarrestar estos patógenos, las fincas fumigan entre 3 y 5 veces por semana, los fungicidas son los productos de mayor uso; afectan la salud de los trabajadores, el aire, el suelo y el ambiente. El presupuesto destinado para el rubro de agroquímicos, en ocasiones sobre

pasa el 60% de los costos totales de producción; el objetivo final debe ser precautelar la productividad de las plantaciones.

Las condiciones de la floricultura ecuatoriana actuales son diferentes a la de 35 años atrás; la tecnificación del cultivo a través de sistemas de riego, varios insumos, maquinaria, infraestructura y comercialización, han permitido ubicar al Ecuador como el tercer exportador de rosas y flores de verano a nivel mundial.

La concientización por el cambio climático y la salud de los trabajadores, ha generado una oportunidad para realizar cambios en los procesos de producción, la mayoría de fincas han implementado el sistema MIP (Manejo Integrado Plagas), con la finalidad de contrarrestar las plagas y enfermedades a través de la incorporación de biocontroladores, reduciendo considerablemente el uso de pesticidas.

Grandes empresas florícolas, están ensayando y evaluando paquetes tecnológicos ecológicos, cuyo objetivo es reducir considerablemente el uso de agroquímicos; cada vez la tendencia por el uso de insumos ecológicos y biológicos gana espacio en el sector. El uso de bioestimulantes, como extractos de plantas y la incorporación de microorganismos en el cultivo es un claro ejemplo.

Las entidades gubernamentales, universidades y empresas privadas no centran sus objetivos en promover más la investigación, desarrollo e implementación de nuevas alternativas de producción. Expoflores, entidad que representa al sector floricultor ecuatoriano, realiza pocas actividades investigativas para contrarrestar los problemas del sector, como son plagas y enfermedades a través de medios alternativos.

El sistema regulatorio ecuatoriano de normas y procedimientos para el registro de bioinsumos, es regulado por la entidad gubernamental Agrocalidad, que se encarga de todo el proceso para el registro de insumos agrícolas. El esquema y la normativa que aplican es demasiado exigente, complicada asigna tiempos para registrar un biopesticida que se prolonga a veces más de 3 años. Los protocolos son iguales a un pesticida químico, no existe una diferenciación clara y específica entre el insumo químico y el biológico; el proceso se torna lento, costoso y con fallas administrativas.

Los trámites, normas, procedimientos y protocolos no agilitan el proceso para obtener rápidamente los permisos de comercialización; les falta definir claramente las categorías de los biopesticidas, para que el mercado cuente con nuevos insumos. La falta de control por parte de las entidades encargadas, ha generado que en el Ecuador los

insumos biológicos se comercializan sin permisos, provocando desconfianza en los consumidores.

La transferencia de conocimientos y tecnología, por medio de la educación es fundamental para el desarrollo de estas alternativas agrícolas; la implementación ayuda a la conservación de los ecosistemas, regeneración de la vida microbiana del suelo, no atentan con el aire, agua, suelo, ambiente y salud de los seres vivos, ni atentan contra la sostenibilidad del entorno agrícola.

Finalmente, existen alternativas de producción agrícola como la agroecología, la agricultura orgánica y de precisión, que están ligadas a la industria de biocontroladores, componentes integrales para la producción, control y prevención de plagas y enfermedades en los diferentes cultivos agrícolas.

Bibliografía

- Acuña, Óscar. *El uso de biofertilizantes en la agricultura*. s.f. <http://www.cep.unep.org/repcar/capacitacion-y-concienciacion/cenat/biofertilizantes.pdf> (último acceso: 15 de febrero de 2018).
- Agrotterra. *Crisopas para el control biológico de pulgones*. 26 de junio de 2011. <https://www.agrotterra.com/blog/actualidad/crisopas-para-el-control-biologico-de-pulgones/69862/>.
- Aguilar, C., L. Melgarejo, y M. Romero. *Fitohormonas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología, 2005.
- Álvarez, A. «Los protozoos: Características generales y su rol como agentes patógenos.» *Ciencia Veterinaria* 8, n° 1 (2017): 62-71.
- Amato, Iván. «Plankton Planet.» *Discover* 25, n° 8 (2004).
- Apella, C., y Z. Araujo. «Microbiología del agua: Conceptos Básicos.» *Tecnologías Solares para la Desinfección y Descontaminación del Agua*, 2005: 33-50.
- Arcos, Carolina. *Información sector flores*. 2017. <https://www.proecuador.gob.ec/exportadores/sectores/flores/>.
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. *Bioestimulantes Agrícolas*. 2017. <https://aefa-agronutrientes.org/bioestimulantes-agricolas> (último acceso: 10 de febrero de 2018).
- Bailey, Alastair, David Chandler, Wyn Grant, Justin Greaves, Gillian Prince, y Marck Tatchell. *Biopesticides : Pest management and regulation*. Boston, MA: Wallingford, Oxfordshire, 2012.
- Baldauf, Sandra. «An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes.» *Journal of Systematics and Evolution* 46, n° 3 (2008): 263-273.
- Banco Central del Ecuador. *Exportaciones de flores e importaciones de abonos fertilizantes y afines*. Recop. Elba Vasconez. evasconez@bce.ec. Quito, Pichincha, 23 de octubre de 2017.
- BCC Research. *Global Markets for Biopesticides*. Junio de 2014. <https://www.bccresearch.com/market-research/chemicals/biopesticides-chm029e.html>.
- Bernal, Marisela, María Mercado, y Carmen Durán. *Uso del ditiocarbamato de sodio como agente biocida contra "Leuconostoc mesenteroides" en los ingenios azucareros*. México D.F.: UNAM, 2014.

- California Department of Pesticide Regulation. *¿Qué es un pesticida?* 13 de junio de 2016. <http://www.cdpr.ca.gov/docs/dept/factshts/spanish/what-s.pdf> (último acceso: 25 de enero de 2018).
- Canavilhas, J. «El nuevo ecosistema mediático.» *Index: Comunicación* 1, n° 1 (2011): 13-24.
- Carpio, Alejandra, y Wendy Tamayo. *Evaluación del uso de extractos botánicos y biopesticidas para el control de pulgones y trips en Rosa sp. var. Leonidas*. 12 de julio de 2017. <http://expofloresflorecuador.blogspot.com/2017/07/evaluacion-del-uso-de-extractos.html>.
- Carson, Rachel. *Silent Spring*. Springdale, PA: Houghton Mifflin Company, 2002.
- Chase, A., M. Daughtrey, y G. Simone. *Diseases of Annuals and Perennials, A Ball Guide*. Batavia, IL: Ball Publishing, 1995.
- Chávez, Marco, entrevista de José Luis Hidalgo. *Costos de producción de rosas* (26 de enero de 2018).
- Cifuentes, Hugo, entrevista de José Luis Dávila. *Empresas proveedores de material vegetativo en el Sector Florícola Ecuatoriano* (22 de noviembre de 2017).
- De Lucas, P. «Las feromonas de insectos y su aplicación en agricultura.» *Revista Palmas* 17, n° 3 (1996): 27-32.
- Dunham, William. *Global Biologicals Market Update March 2016—BPIA*. 2 de marzo de 2016. <http://www.bpia.org/wp-content/uploads/2016/03/DunhamTrimmer-Global-Biologicals-Market-Update-Mar-2016.pdf>.
- EDIFARM. *Vademécum Florícola*. 9na. Quito: EDIFARM, 2015.
- Expoflores. «Floricultura Ecuatoriana: Situación actual.» Quito: Expoflores, 2017.
- Ezziyyani, M., C. Sánchez, A. Ahmed, M. Requena, y M. Castillo. «Trichoderma harzianum como biofungicida para el biocontrol de Phytophthora capsici en plantas de pimiento (Capsicum annum L.)» *In Anales de biología*, n° 26 (2004): 35-45.
- Fernández, C., y R. Juncosa. «Biopesticidas: ¿La agricultura del futuro?» *Phytoma* 141 (2002): 14-19.
- Ferrer, Ana. «Intoxicación por plaguicidas.» *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* 26, n° 1 (2003): 155-171.
- Fry, William, y Niklaus Grünwald. «Introducción a los Oomicetes.» Editado por Alberto Valencia. *The Plant Health Instructor*, 2010.
- Gepp, V., y P. Mondino. *Control químico de enfermedades de cultivos*. Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía, 2000.

- Grupo ETC. *Fusión entre Syngenta y ChemChina*. 11 de febrero de 2016. <http://www.etcgroup.org/es/content/fusion-entre-syngenta-y-chemchina>.
- Guzmán, Óscar, Jairo Castaño, y Bernardo Villegas. «Principales nemátodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica.» *Revista Agronomía* 20, n° 1 (2012): 38-50.
- Harari, Raúl. *Seguridad, Salud y Ambiente en la Floricultura*. 2004. <http://www.ifa.org.ec/floricultura.pdf>.
- Hernández, Luis, y Miguel Escalona. «Microorganismos que benefician a las plantas: Las bacterias PGPR.» *La Ciencia y el Hombre* 16, n° 1 (2003): 29-32.
- Johnson, Marshall. «Biological Control of Pests.» *Nature and Scope of Biological Control*, 2000: 1.
- Johnson, Marshall. «History of Biological Control.» *History and Development of Biological Control*, s.f.: 6.
- Jordán, M., y J. Casaretto. «Hormonas y reguladores del crecimiento: etileno, ácido abscísico, brasinoesteroides, poliaminas, ácido salicílico y ácido jasmónico.» *Fisiología vegetal*, 2006.
- Koolman, Jan, y Klaus-Heinrich Röhm. *Bioquímica: Texto y atlas*. 3ra. Madrid: Ed. Médica Panamericana, 2005.
- La Finca de Hoy. *Producción industrial de microorganismos*. 13 de junio de 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=j14LjsISLrA>.
- Luck, Robert. *The Role Biological in the Evolution of Citrus Pest Management*. Riverside: Department of Entomology, University of California, 1998.
- Maidana, N., I. Izaguirre, A. Vinocur, G. Mataloni, y H. Pizarro. «Diatomeas en una transecta patagónico-antártica.» *Ecología austral* 15, n° 2 (2005): 159-176.
- Marchena, L., y otros. «Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud.» *Perspectivas en Nutrición Humana* 11, n° 1 (2011): 27-38.
- Merchán, Xiomara. *Control biológico con hongos entomopatógenos: Una estrategia de aula para promover el cuidado del medio ambiente*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2015.
- Meyling, N., y J. Eilenberg. «Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: potential for conservation biological control.» *Biological control* 43, n° 2 (2007): 145-155.
- Mroz, Z. «Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs.» *Advances in Pork Production* 16, n° 1 (2005): 169-182.

- Murray, R., D. Bender, K. Botham, P. Kennelly, V. Rodwell, y A. Weil. *Harper's illustrated biochemistry*. 29va. New York: McGraw-Hill Medical, 2009.
- National Research Council. *The Future Role of Pesticides in US Agriculture*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.
- Negrín, S., y otros. «Enseñanza popular de la biotecnología.» *Biotecnología aplicada* 1, nº 24 (2007): 53-57.
- New Ag International. «Agricultura High Tech en Sudamérica.» *Biocontrol con Semioquímicos*, 2013: 16.
- New Ag International. «Biocontrol Products.» *Plant Protection Corner*, 2013: 26.
- New Ag International. «El Mercado de los Fertilizantes Líquidos en Latinoamérica.» *Un Mercado Atrayente*, 2014: 18-19.
- New Ag International. «Germany: A highly efficient, however contrasted agriculture.» *Biocontrol con Semioquímicos*, 2017: 30-31.
- New Ag International. «Greensys 2017: Novedades en tecnología de invernaderos.» *Revista New Ag International*, 2017: 24-25.
- New Ag International. «Latin América: The Potential to become a major player in Biocontrol.» *Plant Protection Corner*, 2013.
- New Ag International. «Los Desafíos de la Agricultura High Tech en España: El triunfo de las feromonas como herramienta fitosanitaria.» *Revista New Ag International*, 2014: 14-16.
- Oliveira, I., J. Pereira, A. Bento, y P. Baptista. «Viability of *Beauveria bassiana* isolates after storage under several preservation methods.» *Annals of Microbiology* 61, nº 2 (2011): 339-344.
- Olmedo, R., y otros. «Aceite esencial de *Tagetes filifolia* contra *Tribolium castaneum* y su relación con la actividad acetilcolinesterasa y peroxidación de lípidos.» *AgriScientia* 32, nº 2 (2015): 113-121.
- Paredes, Alberto. «Generación de recursos económicos apuntalando el turismo como alternativa para la no explotación del Yasuní ITT en el Ecuador.» *Tur y Des: Revista de investigación en turismo y desarrollo local* 6, nº 15 (2013): 1-19.
- Paredes, J., L. Cazón, E. Bisonard, y A. Rago. «Efecto de fungicidas con carboxamidas en el control de *Thecaphora frezii*.» *Jornada Nacional de Maní* 30 (2015): 1-2.
- Pei, W., A. Liou, y J. Chen. «Two caspase-mediated apoptotic pathways induced by rotenone toxicity in cortical neuronal cells.» *The FASEB Journal* 17, nº 3 (2003): 520-522.
- Peñañiel, Patricio. *Pruebas y Ensayos*. Quito: Hilsea Investments, 2017.

- Porras-Alfaro, Andrea, y Paul Bayman. «Hidden fungi, emergent properties: Endophytes and microbiomes.» *Annual review of phytopathology* 49 (2011): 291–315.
- Reddy, Parvatha. *Climate Resilient Agriculture for Ensuring Food Security*. Bangalore, Karnataka, India: Springer, 2015.
- Revista Líderes. *El 2015 es un año de ajustes para el sector floricultor ecuatoriano*. 8 de febrero de 2015. <http://www.revistalideres.ec/lideres/sector-floricultor-rusia-mercado-ecuador.html>.
- Robert, Marlen. «Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba.» *Revista CENIC* 45, n° 1 (2014): 25-36.
- Rocha, Jorge, y Fernando García. «Insecticidas clásicos y biopesticidas modernos: avances en el entendimiento de su mecanismo de acción.» *BioTecnología* 12, n° 1 (2008): 50-63.
- Rojas, Alberto. *Conceptos y práctica de microbiología general*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2011.
- Rosset, Peter. «La Crisis de la Agricultura Convencional, la sustitución de Insumos, y el Enfoque Agroecológico.» *Revista de CLADES*, n° 11 (1998).
- Sauka, D., y G. Benintende. «Bacillus thuringiensis: generalidades: Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas.» *Revista Argentina de Microbiología* 40, n° 2 (2008): 124-140.
- SINAGAP. *Catastro de flores de exportación en función de su rentabilidad y uso del suelo*. Junio de 2010. http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/modulos/censo_encuestas/censo_floricola/censo_floricola.pdf.
- Singh, Dwijendra. *Advances in Plant Biopesticides*. Lucknow, Uttar Pradesh, India: Springer, 2014.
- The World Trade Organization. *Acuerdo sobre los aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio*. s.f. https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/27-trips.pdf.
- Ucha, Florencia. *Definición ABC*. 10 de diciembre de 2013. <https://www.definicionabc.com/general/levadura.php> (último acceso: 10 de febrero de 2018).
- Vargas, Juan, entrevista de José Luis Hidalgo. *Costos de producción de rosas orgánicas* (18 de enero de 2018).
- Viteri, Víctor, entrevista de José Luis Hidalgo. *Clasificación del Sector florícola ecuatoriano* (2 de febrero de 2018).

Anexos

Anexo 1: Principales insumos biológicos utilizados en el mundo

1. ***Gliocladium catulentalum J1446***.- Microorganismo que se utiliza principalmente en invernaderos, posee varios modos de acción, hiper-parasitismo, actividades enzimáticas, colonización del sistema radicular y de la superficie foliar de las plantas, no presenta ningún riesgo de generar resistencia y se lo utiliza para controlar *Botrytis*, *Didymella*, *Pytuim*, *Fusarium*, *Pytophthora*, no deja residuos y no tiene tiempo de carencia.
2. ***Paecilomyces lilacinus***.- Es un hongo parásito que ataca los estadios sedentarios de los nematodos, ayuda a proteger el sistema radicular de los ataques de los enemigos y su control es sobre los huevos los nematodos.
3. ***Trichoderma viride***.- Es utilizado como un hongo antagonista para contrarrestar los ataques de patógenos fúngicos y su modo de acción es por contención y espacio.
4. ***Pseudomonas flourecens***.- Protege a las raíces de hongos y nematodos, además genera metabolitos secundarios que ayudan a contrarrestar enfermedades, colonizan agresivamente el sistema radicular e inhiben los patógenos del suelo por competencia.
5. ***Cotesia flavipes***.- Es un endoparásitoide larval que se lo utiliza en control biológico, el modo de acción consiste en depositar los huevos en el hospedero, manipula así el estado fisiológico para que se desarrollen con éxito los huevos y larvas, éstas últimas emanan un líquido que mata al hospedero.
6. ***Trichoderma harzianum***.- Es un hongo que se reproduce fácilmente en el suelo y actúa contra un amplio rango de enfermedades, descompone la materia orgánica existente y facilita la liberación de los nutrientes para una mejor asimilación por la planta, posee metabolitos que desarrollan al crecimiento vegetativo de los cultivos, ayuda a un mejor sistema radicular y es un hongo que no causa efectos dañinos al medio ambiente.
7. ***Metarhizium anisopliae***.- Es un patógeno que ataca a más de 300 especies de insectos de forma natural, infecta a todos los estadios del hospedero a través de la cutícula penetrando sustancias químicas que causan la muerte del individuo.

8. *Deladenus siricidicola*.- Es un nematodo que sirve principalmente para controlar insectos que atacan a los árboles, la principal característica es que posee dos ciclos de vida distintos, el uno de vida libre y el otro un ciclo de vida nuevo que lo realiza al introducirse dentro del hospedero, alimentándose y reproduciéndose por medio del hospedero, éste sigue su vida normal pero al momento de colocar huevos lo realiza el nematodo.
9. *Thichogramma galloi*.- Es un parasitoide cuyo control biológico sirve para evitar el barrenador del tallo principalmente en el cultivo de caña de azúcar.
10. *Stratiolaelaps scimitus*.- Es una especie nativa de ácaros que se alimenta de otros insectos, viven y se reproducen en el suelo, la característica es la controlar trips y algunas plagas del suelo.
11. *Telenomus podisi*.- Es un insecto cuyas larvas se desarrollan y alimentan del hospedero ayuda principalmente a controlar chinches en los cultivos donde se considere a éste como plaga.
12. *Trichograma pretiosum*.- Es un insecto que su modo de acción es inyectar una sustancia con la que inicia la pre digestión, causando la muerte del hospedero e iniciando así el desarrollo del nuevo individuo.
13. *Neoseiulus barkeri*.- Es un ácaro predador principalmente de ácaro blanco y trips en los diferentes cultivos sean bajo invernadero y campo abierto.
14. *Neoseiulus californicus*.- Es un ácaro depredador que se alimenta de otros ácaros e insectos como trips, la liberación depende de la incidencia de la plaga.
15. *Oruis insidisus*.- Es un insecto benéfico que se alimenta de varias especies de ácaros, trips, arañas rojas, chinches, pulgones, huevos y larvas de los mencionados anteriormente.
16. *Phytoseiulus macropolis*.- Es un agente de control biológico, depredador de ácaros.
17. *Beauveria bassiana*.- Es un hongo que ayuda a controlar varios insectos que atacan a los cultivos establecidos, su modo de acción consiste en que las esporas ingresan a través de la cutícula del hospedero, iniciando así un proceso de inserción por medio de enzimas, un vez que ingresa inicia su crecimiento vegetativo, consumiendo proteínas y nutrientes lo que a su vez acelera la muerte del individuo.

18. *Lecanicilium lecanii*.- Es un agente biológico que ataca a varios insectos, principalmente mosca blanca, al igual que los otros agentes a base de hongos su modo de acción es penetrar por la cutícula de los insectos, emana toxinas que producen la muerte del hospedero en ese proceso se alimenta de las proteínas y nutrientes iniciando así su crecimiento.
19. *Nomuraea rileyi*.- Es una cepa de hongo que ayuda a controlar la mayoría de larvas que se encuentran en los diferentes cultivos, principalmente de las mariposas, su modo de acción es ingresar por la cutícula por acción de varias enzimas, una vez a dentro absorbe todas las proteínas y nutrientes acelerando la muerte del hospedero.
20. *Bacillus thuringiensis*.- Es un bacteria, la más utilizada a nivel global, ayuda a combatir una serie de insectos, plagas que existen en la agricultura contemporánea, su característica es la de poseer cuatro cristales proteicos llamada delta endotoxina causando la parálisis del estómago larval creando desbalances osmóticos, causando la destrucción del aparato digestivo y la muerte del hospedero.
21. *Paecilomyces fumoso-roseus*.- Cepa patógena que controla plagas como son los trips, ácaros, chinches, mosca blanca que se encuentran en los diferentes cultivos agrícolas, su modo de acción es adherirse y penetrar por la cutícula de los individuos, se alimenta de las proteínas y nutrientes lo que genera una rápida muerte del hospedero.
22. *Bacillus subtilis*.- Es una bacteria benéfica que ataca hongos y bacterias que se encuentran en los cultivos, al incorporarse promueve el crecimiento de las plantas por medio de la estimulación de la absorción de los nutrientes.
23. *Trichoderma harzianum*.- Es un patógeno que al aplicarse en los cultivos produce un hifa que va creciendo junto con el hongo dañino, luego de reconocerlo penetra, lo enrolla y estrangula compitiendo por espacio, luz y energía, destruyendo y generando un proliferación rápida en el suelo, ayuda a mejorar el sistema radicular de los cultivos y crea mayor resistencia en la planta frente a enfermedades y plagas.

- 24. *Trichoderma lignorum*.**- Es un hongo que se encuentra en el suelo, se alimenta de hongos malignos por medio de adherencia y penetración, destruyendo las estructuras de crecimiento conocidas como hifas por último ayuda a librear el fósforo que se encuentra en el suelo y permite que la planta lo asimile rápidamente.
- 25. *Trichoderma viride*.**- Es un hongo con funciones fúngicas ayuda a controlar las enfermedades que se encuentran en el suelo, ayuda a detener el crecimiento del enemigo generando rupturas en las paredes del hongo, se alimenta de los nutrientes y produce un antibiótico que produce fungistasis sobre el patógeno.
- 26. *Trichoderma koningii*.**- De igual manera que los anteriores hongos, este de igual manera ayuda a controlar y prevenir enfermedades del suelo, penetra en el fitopatógeno rompiendo las hifas y secando por completo al hongo enemigo.
- 27. *Paecilomyces lilacinus*.**- Es un hongo que ayuda a controlar varias especies de nematodos en el suelo de los cultivos, ataca directamente a los huevos, larvas, jóvenes y adultos destruyéndoles por completo, produce metabolitos tóxicos que alteran el sistema nervioso de la plaga por lo que su reproducción se dificulta y los niveles de infestación se reducen completamente.
- 28. *Gliocladium*.**- Es un hongo que ha sido estudiado en la actualidad y que posee algunas características como: las hifas son extremadamente finas que ayudan a penetrar rápidamente en el hongo enemigo de manera que lo enrolla y destruye, en las raíces produce una cobertura que ayuda a que las enfermedades no penetren y causen daño.
- 29. *Metarhizium*.**- Es un hongo que se adhiere y penetra a través de la cutícula de los insectos, una vez en su interior produce unas toxinas que causan la muerte del hospedero.
- 30. *Clonostachys*.**- Es un hongo que se alimenta de otros hongos y también tiene la característica de atacar a los nematodos que se encuentran el suelo por medio de hifas que los envuelve y les secreta una sustancia que los mata en un lapso de 3-5 días.

- 31. *Verticillium lecanii*.**- Es un hongo cuyo mecanismo de acción es por contacto se adhiere al hospedero en donde las hifas comienzan con su etapa de esporulación, se alimenta del individuo para posteriormente causar la muerte cuando libera toxinas en el organismo.
- 32. *Pochonia*.**- Es un hongo que ataca directamente a los nematodos, huevos, quistes y formadores de agallas que se encuentran en el suelo.
- 33. *Arthrobotrys*.**- Es un hongo depredador de nematodos, desarrolla micelios en forma de argolla con las cuales atrapa a los enemigos, secreta una sustancia adhesiva con las cuales forma redes para los individuos que pasen cerca.
- 34. *Pasteuria spp.***- Es un hongo que en la actualidad se lo utiliza para el control de nematodos en los cultivos, las esporas se adhieren a todos los estados del individuo en el que secretan toxinas que causan la muerte del nematodo.

Anexo 2: Agentes microbianos utilizados en semillas

AGENTES MICROBIANOS UTILIZADOS EN SEMILLAS	
Nombre	Cultivo
<i>Agrobacterium radiobacter</i>	Viveros y frutales
<i>Bacillus amyloliquefancies</i>	Muchos cultivos
<i>Bacillus firmus</i>	Maíz, algodón, sorga, soja, remolacha
<i>Bacillus Subtillis</i>	Varios cultivos
<i>Pseudomonas sp. Proradix</i>	Papas
<i>Burkholderia spp.</i>	Cereales, maíz, algodón, soja, hortalizas
<i>Pseudomonas trivialis</i>	Lechugas y demás cultivos de hojas
<i>Pasteuria nishizawae</i>	Soja, remolacha
<i>Phytium oligandrum</i>	Frutales, hortalizas, ornamentales
<i>Streptomyces griseoviridis</i>	Ornamentales, hortalizas, plantines
<i>Streptomyces lydicus</i>	Muchos cultivos
<i>Trichoderma sp.</i>	Muchos cultivos

Fuente: (New Ag International 2017)

Elaboración: El autor

Anexo 3: Exportaciones de rosas y flores de verano del sector florícola ecuatoriano

Año	Descripción	Toneladas métricas	US \$ Millones FOB
1991	Rosas y Flores de Verano	9948,87	19246,72
1992	Rosas y Flores de Verano	13542,52	29936,48
1993	Rosas y Flores de Verano	16439,21	39754,65
1994	Rosas y Flores de Verano	22478,50	59164,31
1995	Rosas y Flores de Verano	30627,52	84325,75
1996	Rosas y Flores de Verano	65426,92	104803,86
1997	Rosas y Flores de Verano	45948,25	131010,09
1998	Rosas y Flores de Verano	57769,67	161961,85
1999	Rosas y Flores de Verano	60935,17	180399,65
2000	Rosas y Flores de Verano	78824,86	194650,42
2001	Rosas y Flores de Verano	74229,79	238050,17
2002	Rosas y Flores de Verano	83630,53	290325,84
2003	Rosas y Flores de Verano	80362,61	308738,20
2004	Rosas y Flores de Verano	84852,63	354817,37
2005	Rosas y Flores de Verano	122185,39	397906,95
2006	Rosas y Flores de Verano	104165,11	435847,33
2007	Rosas y Flores de Verano	89925,04	469424,44
2008	Rosas y Flores de Verano	107033,65	557559,58
2009	Rosas y Flores de Verano	100740,84	546698,51
2010	Rosas y Flores de Verano	105732,75	607761,17
2011	Rosas y Flores de Verano	117059,08	675674,82
2012	Rosas y Flores de Verano	117298,50	713498,14
2013	Rosas y Flores de Verano	153714,90	830250,60
2014	Rosas y Flores de Verano	165189,10	918243,10
2015	Rosas y Flores de Verano	145824,30	819939,10
2016	Rosas y Flores de Verano	143186,80	802461,30

Fuente: (Banco Central del Ecuador 2017)

Elaboración: El autor

Anexo 4: Principales empresas proveedoras de material vegetativo para el sector florícola en Ecuador

Empresa	Actividad	Productos
Plantec S.A.	Cultivo de Plantas	Material vegetal de flores y rosas
Rosen Tantau	Propagación de flores y rosas	Material vegetal de flores y rosas
De Ruiter	Propagación de flores y rosas	Material vegetal de flores y rosas
Connective Flor	Propagación de flores y rosas	Material vegetal de flores y rosas
Esmeralda Breeding	Propagación de flores y rosas	Material vegetal de flores y rosas
Dümmen Orange	Propagación de flores y rosas	Material vegetal de flores y rosas
Conectiflor S.A.	Propagación de flores y rosas	Material vegetal de flores y rosas
Unique Latin Selection	Propagación de flores y rosas	Material vegetal de flores y rosas

Anexo 5: Participación de mercado del sector florícola ecuatoriano año 2014

Año	Mercado	Producto	US \$ Millones FOB	Toneladas métricas	Participación de Mercado
2014	Estados Unidos	Rosas y Flores de Verano	352605,20	63962,70	38,39%
	Europa	Rosas y Flores de Verano	412599,10	74391,10	44,93
	Resto del Mundo	Rosas y Flores de Verano	26835,30	153038,80	16,68%

Fuente: (Banco Central del Ecuador 2017)

Elaboración: El autor

Anexo 6: Participación de mercado del sector florícola ecuatoriano año 2015

Año	Mercado	Producto	US \$ Millones FOB	Toneladas métricas	Participación de Mercado
2015	Estados Unidos	Rosas y Flores de Verano	35987,20	61998,30	43,85%
	Europa	Rosas y Flores de Verano	316815,20	59825,20	38,63%
	Resto del Mundo	Rosas y Flores de Verano	143536,70	24000,80	17,52%

Fuente: (Banco Central del Ecuador 2017)

Elaboración: El autor

Anexo 7: Participación de mercado del sector florícola ecuatoriano año 2016

Año	Mercado	Producto	US \$ Millones FOB	Toneladas métricas	Participación de Mercado
2016	Estados Unidos	Rosas y Flores de Verano	382724,90	64410,60	47,69%
	Europa	Rosas y Flores de Verano	295772,00	56653,50	36,85%
	Resto del Mundo	Rosas y Flores de Verano	123964,40	22122,70	15,46%

Fuente: (Banco Central del Ecuador 2017)

Elaboración: El autor

Anexo 8: Importaciones de fungicidas en el sector agrícola ecuatoriano

Año	Insumo	Toneladas métricas	US \$ FOB millones	US \$ CIF millones
2013	Fungicidas	10516,60	100676,20	102795,70
2014		11948,10	124770,90	127108,70
2015		11687,70	118116,50	120231,70
2016		13157,30	117402,70	119311,00

Fuente: (Banco Central del Ecuador 2017)

Elaboración: El autor

Anexo 9: Importaciones de insecticidas en el sector agrícola ecuatoriano

Año	Insumo	Toneladas métricas	US \$ FOB millones	US \$ CIF millones
2013	Insecticidas	8385,70	68159,90	69688,50
2014		9590,40	75713,00	77281,00
2015		8095,20	63467,30	65179,70
2016		7002,70	53899,20	55347,40

Fuente: (Banco Central del Ecuador 2017)

Elaboración: El autor

Anexo 10: Importaciones de herbicidas en el sector agrícola ecuatoriano

Año	Insumo	Toneladas métricas	US \$ FOB millones	US \$ CIF millones
2013	Herbicidas	9916,70	50247,10	51604,30
2014		12124,00	60321,80	61988,80
2015		12815,60	57177,30	58747,00
2016		13443,20	52112,20	53654,80

Fuente: (Banco Central del Ecuador 2017)

Elaboración: El autor