

LA EMPRESA DE BIOINSUMOS COMO UN EJEMPLO DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO SOSTENIBLE

BIOSUPPLY COMPANY AS AN EXAMPLE OF PRODUCTION AND SUSTAINABLE CONSUMPTION

L.A. García - Galindo¹
Agrobiológicos Planta SAS, Villavicencio, Meta, Colombia

RESUMEN

La industria de las flores se ha consolidado como el primer renglón de exportaciones agrícolas no tradicionales en Colombia. Lo anterior, ha traído consigo el cumplir con los requerimientos ambientales que solicitan los países importadores a través de certificaciones e implementación de sistemas de calidad, los cuales coinciden en general en que el uso de plaguicidas por sus efectos ambientales y en la salud y bienestar de los trabajadores requiere disminuirse e incluso eliminarse. La empresa Agrobiológicos Planta S.A.S., buscando ser un aliado estratégico para el sector floricultor, desarrolló y estandarizó la formulación de un producto comercial en presentación líquida a base de cepas del hongo antagonista *Trichoderma spp.*, el cual es biocontrolador de hongos fitopatógenos que afectan este y otros cultivos; al mismo tiempo que diseñó un equipo para mejorar el proceso productivo y la salud de sus trabajadores. La anterior, es una muestra de una empresa colombiana que al aplicar los principios de la producción y consumo sostenible logra cambios en sus hábitos de trabajo, obteniendo ahorros económicos y beneficiando al general de la cadena productiva.

PALABRAS CLAVE: biopesticidas, desarrollo sostenible, *Trichoderma spp*

ABSTRACT

Flowers industry has been consolidated as the first line of non-traditional agricultural exports in Colombia. The above has brought to accomplish the environmental requirements requested by the importing countries through certifications and the implementation of Quality Systems, which agree in general, that the use of pesticides due to their environmental, health and well-being of workers effects needs to be reduced and even eliminated. The company Agrobiológicos Planta SAS, looking for being a strategic ally for the floriculture area, developed and standardized the formulation of a commercial product in liquid presentation based on strains of the antagonistic fungus *Trichoderma spp.*, which is a biocontroller of phytopathogenic fungi that affect this and other crops. At the same time it was designed an equipment to improve the productive process and the health of their workers. This is an example of a Colombian company which, by applying the principles of sustainable production and consumption, achieve changes in its work habits, obtaining economic savings and benefiting the general chain of production.

KEYWORDS: Biopesticides, sustainable development, *Trichoderma spp.*

I. INTRODUCCIÓN

Para el 2015 Colombia celebró 50 años de exportación de flores, tiempo durante el cual el país se ha posicionado como el segundo productor y exportador de este producto a nivel mundial y el primero del mercado en Estados Unidos, en donde cubre aproximadamente el 80% de la demanda de flores de corte en este país (Asociación Colombiana de Exportadores de flores (Asocolflores), 2014). Lo anterior, ha implicado que la floricultura se haya consolidado como el primer renglón de exportaciones agrícolas no tradicionales de Colombia alcanzando para el 2014, 1374 millones de dólares (Asocolflores, 2015),

cifra que ha continuado aumentando en los últimos años. Es así como debido a su expansión e influencia, especialmente en los departamentos de Cundinamarca (87% aproximadamente), Antioquia, Cauca (Arbeláez, 1993; DANE, 2009), Boyacá, Caldas y Risaralda (Asocolflores, 2015) se ha visto como durante cinco décadas la producción y exportación de flores ha generado una dinámica socioeconómica y ambiental muy importante en más de 60 municipios colombianos, observándose efectos tanto positivos como negativos, lo cual lleva a que se indague acerca de la sostenibilidad de esta industria.

Un aspecto importante de la floricultura, está relacionado con la generación de empleo por este sector, ya que más de 130 mil personas se encuentran actualmente vinculadas de manera formal, permanente, directa e indirectamente, aportando aproximadamente el 25% del empleo rural femenino del país, pues su mano de obra está constituida en su mayoría por mujeres (60-70%) (Asocolflores, 2015; DANE, 2009). Conjuntamente, muchas empresas del sector han implementado iniciativas en materia de responsabilidad social relacionadas con la atención a los hijos de sus trabajadores en guarderías y en programas de mejoramiento y adquisición de vivienda, entre otros (Asocolflores, 2015).

Sin embargo, existen otros aspectos que afectan a los trabajadores de los cultivos, especialmente en lo referente a su salud, debido al uso indiscriminado que se venía haciendo de fertilizantes y pesticidas de naturaleza química y sintética para nutrir y proteger a las plantas de plagas como insectos y hongos fitopatógenos. La aplicación de estos productos de forma frecuente y sin las adecuadas medidas de protección personal, especialmente en el trabajo en viveros, puede generar trastornos como insuficiencia respiratoria y asma profesional, enfermedades en la piel como dermatitis e incluso aborto y cáncer, debido a que los gases empleados como plaguicidas durante su aplicación o aquellos que se desprenden posteriormente como reacción con el agua, el suelo y con otros productos tales como Sulfuro de hidrógeno, el fosgeno y el Cloro, pueden ser absorbidos por las vías dérmica, respiratoria y/u oral (Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo (CNSST), 2008; Charry, 2002).

Lo anterior, sumado a que la mayoría de los pesticidas de síntesis química son recalcitrantes y persistentes en el ambiente (Olea & Fernández, 2001) debido a que por sus características de composición no pueden ser fácilmente degradados por los microorganismos presentes en el agua y en el suelo, ha generado un alto impacto ambiental negativo que ha atraído la atención tanto de consumidores como de productores del sector.

Es así como la sociedad en su conjunto ha venido adquiriendo, cada vez con mayor fuerza, una conciencia frente al deterioro ambiental, comprendiendo que como parte del consumo responsable, los productos a adquirir no deben generar daños a su salud o a la de los productores, a la vez que en los procesos productivos se deben minimizar o eliminar, en lo posible, los impactos

ambientales y sociales negativos que se puedan causar (Álvarez, Acevedo, Hernández & Piedrahita, 2007). Lo anterior, ha conducido a que quienes deseen ofertar sus productos en los diferentes mercados asuman posiciones más amigables con el medio ambiente, reconvirtiendo sus procesos de producción e integrando a su misión la protección de los recursos naturales (Ministry of Agriculture and Fisheries (MAF), 1993).

Dentro de los procesos críticos relativos a la sostenibilidad en los cultivos de flores se encuentra el uso de plaguicidas (Álvarez *et al.*, 2007), pues como se expuso previamente, sus efectos son preocupantes tanto para la salud y bienestar de los trabajadores, como para el ambiente; razón por la cual la política nacional de producción y consumo sostenible de 2010, así como todos los sistemas de certificación que desde la sostenibilidad aplican para la floricultura a nivel internacional (EurepGAP, MPS, FLP, Rain Forest Alliance, entre otros) y nacional (Flor verde), a pesar de presentar diferencias en cuanto a sus enfoques y exigencias, coinciden en la necesidad de disminuir al mínimo y de ser posible eliminar, el uso de pesticidas químicos (Álvarez *et al.*, 2007), presentando como opción viable a aquellos denominados insumos biológicos, resaltando en este caso específico a los biopesticidas y los biocontroladores.

La empresa Agrobiológicos Planta S.A.S, se ha preocupado por ser un aliado estratégico para el sector floricultor, generando productos biológicos a partir de microorganismos biocontroladores y fitoestimulantes que fomenten una agricultura más amigable con el medio ambiente (Planta SAS, 2017), teniendo como base la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en sus procesos tanto en laboratorio como en planta. Por esta razón se buscó desarrollar y estandarizar la formulación de un producto comercial en presentación líquida a base de cepas del hongo antagonista *Trichoderma spp.*, como herramienta eficiente, económica y ecológica para garantizar producciones más saludables para las personas y el entorno, así como devolver el equilibrio que se ha perdido por el uso indiscriminado de insumos agrícolas químicos en esta industria.

Lo anterior, partiendo de la premisa de que la implementación de metodologías estandarizadas para la producción a mediana y gran escala de productos biológicos cobra importancia en la medida en que permiten no sólo la legalización de los productos, sino también porque garantizan su calidad y efectividad,

repercutiendo en mejoras de los productos lo cual es percibido por el consumidor y por lo tanto ayudará a aumentar el mercado del bioproducto (Universidad de Concepción (UDC), 2014). Además, de acuerdo a Burges (1998) la formulación de productos biológicos cumple puntualmente con cuatro funciones:

- i) Estabilizar al microorganismo durante la producción, distribución y almacenamiento; ii) ayudar a la manipulación y aplicación del producto para que llegue de la forma más apropiada a su blanco; iii) proteger al agente biológico de daños por factores ambientales en campo y por lo tanto aumentar su persistencia y iv) asegurar la actividad del agente biológico en campo incrementando su actividad, reproducción, contacto e interacción con el organismo plaga que se tiene como blanco (p. 7).

II. DISEÑO METODOLÓGICO

A. ESTANDARIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE SURFACTANTE Y ANTIBIÓTICO

Inicialmente se realizaron pruebas con tres (3) concentraciones diferentes del surfactante Tween 80, manteniendo constante una (1) concentración de ácido láctico (como bactericida). Cada tratamiento contó con duplicados, los cuales se dejaron en incubación a temperatura y humedad ambiente (25°C y 88% HR) durante 5 días. Los tratamientos se especifican en la Tabla 1. De esta prueba se logró establecer la concentración adecuada de surfactante, pero los resultados mostraron que el ácido láctico en la concentración empleada como agente controlador del crecimiento microbiano fue ineficiente.

TABLA 1.

TRATAMIENTOS REALIZADOS A ESCALA LABORATORIO PARA SELECCIONAR CONCENTRACIÓN DE SURFACTANTE

TRATAMIENTO	TWEEN 80	ÁCIDO LÁCTICO
T1	0,1%	0,5%
T2	0,3%	0,5%
T3	0,5%	0,5%

FUENTE: PROPIA.

Por esta razón, se procedió a realizar pruebas con el antibiótico comercial Depomicina 20/20, el cual es un producto inyectable de uso veterinario de acción bactericida de amplio espectro, ya que por su composición, este antibiótico ataca un amplio rango de

microorganismos, especialmente aquellos considerados como patógenos para los animales y el ser humano. Para determinar su eficiencia en el control de la flora bacteriana en el producto final se realizaron dos (2) ensayos a escala laboratorio probando en cada caso tres (3) concentraciones diferentes del antibiótico comercial Depomicina 20/20. Cada tratamiento se probó por triplicado con el fin de obtener datos suficientes para la realización de pruebas estadísticas y resultados confiables. Se realizaron dos ensayos debido a que en el primero la concentración de antibiótico no fue suficiente para el control de la contaminación bacteriana en el producto biocontrolador (ver Tabla 2). Para todos los ensayos se empleó la concentración de Tween 80 ya seleccionada, debido a que esta variable debe ser tenida en cuenta en los ensayos pues el surfactante también hace parte de la formulación final del producto.

TABLA 2.

TRATAMIENTOS REALIZADOS A ESCALA LABORATORIO PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE ANTIBIÓTICO A EMPLEAR

ENSAYO	TRATAMIENTO	TWEEN 80	DEPOMICINA 20/20
1	T1	0,3%	0,5%
	T2	0,3%	0,5%
	T3	0,3%	0,5%
2	T4	0,3%	0,7%
	T5	0,3%	1%
	T6	0,3%	1,2%

FUENTE: PROPIA.

Los tratamientos se realizaron a escala laboratorio (Figura 1), para economizar sustrato (arroz) crecido con *Trichoderma spp.* Se emplearon dos bolsas con 160 g de arroz cada una, para un total de 320 g de arroz y 1L agua adicionada con la cantidad de Tween y ácido láctico o Depomicina 20/20 de acuerdo al tratamiento respectivo.

Todos los tratamientos realizados y sus respectivas repeticiones contaron con controles de calidad por duplicado, los cuales se dejaron en incubación a temperatura y humedad ambiente (28°C y 75%HR) durante 5 días, para evidenciar crecimiento tanto de bacterias en agar nutritivo (AN) como del microorganismo de interés *Trichoderma spp.*, en agar papa dextrosa (PDA). A cada réplica se le realizó además la prueba de germinación del hongo, buscando evidenciar que los tratamientos en las concentraciones probadas no surtieran efectos negativos sobre las cepas

de *Trichoderma spp.*, sino sólo sobre el crecimiento bacteriano. Finalmente, se dejó una muestra de 300 mL en anaquel para revisar si se generaba o no gasificación en los tratamientos, lo cual es un presuntivo de contaminación del producto.



FUENTE: PROPIA.

Figura 1. Pruebas a escala de laboratorio realizadas.

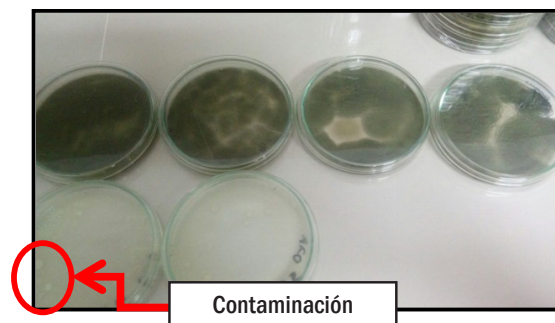
B. DISEÑO DE TOLVA PARA LA RECUPERACIÓN DE ESPORAS DE *TRICHODERMA SPP.*

Debido a que el proceso de recuperación de esporas para el producto comercial se realizaba de forma manual y muy artesanal aumentando las posibilidades de contaminación por contacto con el operario y con el medio ambiente, se diseñó y estandarizó un equipo exclusivamente para este fin, buscando mejoras tanto en el bienestar de los trabajadores de Agrobiológicos Planta S.A.S que intervienen en el proceso productivo, como en la calidad del producto terminado. Lo anterior para cumplir con las promesas de producción y consumo sostenible. Para esto, se realizaron en compañía de la empresa Ambientizar SAS, tres (3) prototipos, los cuales fueron probados en su labor y con las cargas de producción necesarias para su aprobación, obteniendo mejoras estructurales, eléctricas y mecánicas que resultaron en el prototipo que se muestra en la Figura 3.

III. RESULTADOS

A. ESTANDARIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE SURFACTANTE Y ANTIBIÓTICO

Los controles de calidad realizados a las pruebas en donde se revisó crecimiento, germinación y pureza del producto final a base esporas de cepas nativas del hongo biocontrolador *Trichoderma spp.*, permitieron observar que la cantidad óptima de surfactante Tween 80 es de 0,3 mL por Litro de producto, y que la concentración de antibiótico Dopamina 20/20 debe ser de 0,7 mL/L. En la Figura 2, se muestran algunos de los resultados de pureza y crecimiento del hongo en el producto final.



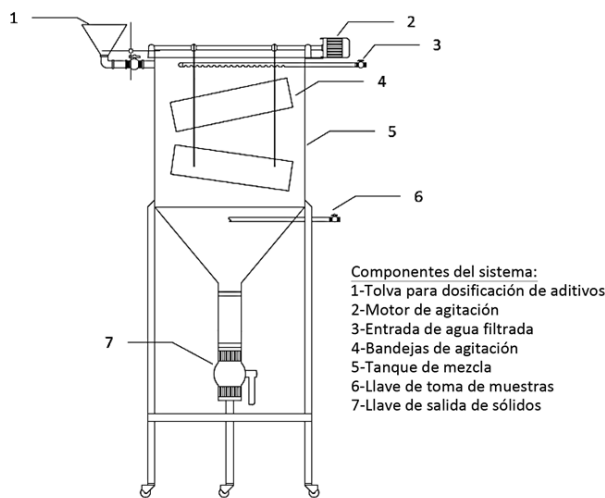
FUENTE: PROPIA.

Figura 2. Resultados de pureza Tratamiento con 0,5 mL/L (izq-abajo) 0,7 mL/L (der-abajo) de Depomicina 20/20 en donde se observa contaminación con bacterias en la concentración inferior más no en la superior; Así como crecimiento del hongo *Trichoderma* en concentraciones de 108 UFC/mL.

Lo anterior, también se corroboró con la prueba de gasificación realizada, ya que a partir del tratamiento de 0.7mL/L de dopamina 20/20, no se observó presencia de gas en los tarros dejados en anaquel.

B. DISEÑO DE TOLVA PARA LA RECUPERACIÓN DE ESPORAS DE *TRICHODERMA SPP.*

El equipo diseñado para la obtención de esporas del hongo *Trichoderma spp.*, se compone de diferentes partes construidas en variados materiales con el fin de hacer más resistente y duradero al equipo a las condiciones de trabajo, pero sin que estas fueran costosas. Con este equipo la producción ha subido en un 15% respecto a su eficiencia y ha disminuido en 1 h la labor de la persona encargada del proceso, puesto que cuenta con un diseño ergonómico y con puertos de alimentación para la entrada de los ingredientes tanto activos como coadyuvantes para la estabilidad y pureza del producto comercial.



FUENTE: PROPIA.

Figura 3. Tolva de cultivo de espores de *Trichoderma spp.*
 Fabricada para Agrobiológicos Planta S.A.S.

IV. DISCUSIÓN

Las especies del género *Trichoderma* han sido reconocidas desde hace muchos años como agentes de control biológico (BCA), y aproximadamente, desde hace 20 años su producción teniendo como fin la comercialización de las mismas.

Las numerosas especies de *Trichoderma*, se caracterizan por contar con diversos mecanismos que les permiten ser empleados en múltiples cultivos para el control de una amplia gama de hongos fitopatógenos. Dentro de los mecanismos biocontroladores del género se destacan el efecto micoparasítico y antagónico asociado a la producción de enzimas líticas (Harman, Howell, Viterbo, Chet & Lorito, 2004), la producción de antibióticos con características antifúngicas (Ghisalberti & Rowland, 1993; Brunner, Zeilinger, Ciliento, Sheridan, Lorito, Kubicek & March, 2005), rápida velocidad de crecimiento lo que hace que sea buen competidor en suelo, promotor de crecimiento vegetal (Imbar, abramshy, Cohen, & Chet, 1994) e indicador de resistencia (Howell, 2003).

Estas características biológicas observadas tanto en campo como en laboratorio han generado, un amplio interés en la producción de *Trichoderma*, para lo cual se han empleado diversas metodologías y sustratos. De acuerdo a Chávez-García, Montaña-Lara, Martínez-Salgado, Mercado-Reyes, Rodríguez & Quevedo-Hidalgo (2008) se ha reportado producción mediante fermentación sólida, sumergida o bifásica y ha sido

estudiada con diferentes sustratos como arroz, avena, soya, trigo, cebada, zanahoria, cascarilla de café solos y en mezcla con otros sustratos como melaza.

En concordancia a lo observado en el presente estudio, en otros trabajos como los de Lomer & Lomer (2002), Pandey (2003) y Chávez-García (2006), se destaca el uso de la fermentación sólida en arroz para la producción de cepas de *Trichoderma*, mencionando ventajas como bajos costos, mejor resistencia de las esporas al ambiente y una menor contaminación con bacterias.

Sin embargo, no se han reportado muchos procesos en los que se diseñen equipos que permitan dejar a un lado la producción artesanal y den inicio a producciones semindustriales de bioproductos generados a mediana escala para su comercialización. Es así como la implementación de metodologías estandarizadas para la producción a mediana y gran escala de productos biológicos cobra importancia en la medida en que permiten no sólo la legalización de los productos, sino también porque garantizan su calidad y efectividad (UDC, 2014). Lo anterior, repercute en mejoras de los productos que son percibidas por el consumidor y por lo tanto ayuda a aumentar el mercado del bioproducto.

Además, dado que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, viene adelantando acciones a través del Proceso de Marrakech, tendientes a modificar los actuales modelos insostenibles de producción y consumo, incentivando a los países a trabajar conjuntamente en el desarrollo y la adopción de una política integrada de producción y consumo sostenible y al fortalecimiento del diálogo, participación y cooperación con todas las partes interesadas para avanzar en el tema (Minambiente, 2015), con ejemplos como el presentado en este trabajo, se observa que Colombia no ha sido ajena a esta realidad y desde la Constitución Política ha sentado las bases para que el crecimiento económico del país vaya de la mano con el desarrollo sostenible, otorgándole una importancia fundamental.

V. CONCLUSIONES

Las metodologías, materiales y equipos desarrollados para la obtención de un bioproducto a base de cepas del hongo biocontrolador *Trichoderma spp.*, fueron exitosos y cumplieron no sólo con los parámetros de calidad exigidos por los entes certificadores de

estos tipos de producto, sino con los parámetros de la producción y el consumo sostenible y responsable.

Fue posible observar que las prácticas productivas amigables con el medio ambiente no son necesariamente costosas, pero sí requieren de investigación, desarrollo e ingenio, el cual se encuentra en el recurso humano colombiano interesado en los procesos sostenibles y en prácticas que agregan valor y aumentan productividad y competitividad en las industrias.

Es importante continuar trabajando desde el área de I+D+I para cada vez generar un menor impacto ambiental (producción en medio líquido directamente) y unas mejores condiciones en seguridad e higiene ocupacional para nuestros colaboradores.

El respeto por el medio ambiente y el asumir la responsabilidad como industria de los impactos generados, así como buscar la forma de disminuirlos debe ser un deber de todo proceso productivo (PML).

REFERENCIAS

- Álvarez, C.F., Acevedo, J., Hernández, C. & Piedrahita, S. (2007). Gestión y certificación agroambiental: camino a la sustentabilidad de la floricultura. *Producción + Limpia*. 2(1). Disponible en http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n1/PL_V2_N1p067-90_floricultura.pdf
- Arbeláez, G. (1993). La floricultura colombiana de exportación. *Agronomía Colombiana*. 10(1), 5-11
- Asociación Colombiana de Exportadores de flores (Asocolflores). (2014). *Informe de gestión Asocolflores*. Disponible en <https://asocolflores.org/>
- Asociación Colombiana de Exportadores de flores (Asocolflores). (2015). *Informe de gestión Asocolflores*. Disponible en <https://asocolflores.org/>
- Brunner, K., Zeilinger, S., Ciliento, R., Sheridan, W., Lorito, M., Kubicek, C. & March, R. (2005). Improvement of the fungal biocontrol agent *Trichoderma atroviridae* to enhance both antagonism and induction of plant system disease resistance. *Applied and Environmental Microbiology*, 71, 3959-3965.
- Burges, H.D. (1998). *Formulation of microbial biopesticides, beneficial microorganisms, nematodes and seed treatments*. USA: Springer Sciencies.
- Charry, L. (2002, 8 de diciembre). No sólo de flores vive Colombia. *El Tiempo*. Disponible en <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1342351>
- Chávez-García, M., Montaña-Lara, J.S., Martínez-Salgado, M.M., Mercado-Reyes, M., Rodríguez, M.X. & Quevedo-Hidalgo, B. (2008). Efecto del sustrato y la exposición a la luz en la producción de una cepa de *Trichoderma sp.* *Scientarium*, 13(3). Disponible en <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/1434/4449>
- Chávez-García, M. (2006). Producción de *Trichoderma sp.*, y evaluación de su efecto en cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*). (Tesis de pregrado en microbiología). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo (CNSST). (2008). *Criterios para la evaluación del riesgo por exposición a productos fitosanitarios*. Madrid: CNSST.
- Departamento Administrativo Nacional Estadístico (DANE). (2009). *Censo de fincas productoras de Flores*. Disponible en <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuaria/censo-de-fincas-productoras-de-flores>
- Ghisalberti, E. & Rowland, G. (1993). Antifungal metabolites from *T. harzianum*. *The Journal of Natural Products*, 56, 1799-1804
- Harman, G., Howel, C., Viterbo, A., Chet, I. & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species - Opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews*, 2, 43-56
- Howell, C. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*, 87(1), 4-10.
- Imbar, J., Abramsky, S., Cohen, D. & Chet, I. (1994). Plant growth enhancement and disease control by *T. harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 100, 337-346.
- Lomer, H. & Lomer, C. (2002). *Pathologie d'insectes*. Paris: Ed. Lubilosa
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (Minambiente). (2015). *Producción y consumo sostenible*. Disponible en <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/154-plantilla-asuntos->

- ambientales-y-sectorial-y-urbana-7
- Ministry of Agriculture and Fisheries. (MAF). 1993. Sustainable agriculture, *MAF policy position paper 1*, New Zealand: Ministry of Agriculture and Fisheries
- Olea, N. & Fernández, M. (2001). *Plaguicidas persistentes*. Congreso de implementación de convenio de contaminantes orgánicos persistentes. Madrid, 26-27 de noviembre
- Pandey, A. (2003). Solid fermentation state. *Biochemical Engineering Journal*, 13, 81-84.
- Planta SAS. 2017. Disponible en <http://plantasas.com/>
- Universidad de Concepción (UDC) (2014). Curso evaluación de calidad de productos a base de *Trichoderma*. 10 a 13 de Marzo. Concepción, Brasil.

AUTORES

Luisa Alejandra García Galindo. Bióloga y microbióloga Industrial con Maestría en Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente se desempeña como asesora en investigación y desarrollo de la empresa Agrobiológicos Planta S.A.S. en Villavicencio, Meta. (e-mail: bonssai23@hotmail.com).

Recibido el 30 de Octubre de 2017.

Aceptado el 15 de Diciembre de 2017.

Publicado el 15 de Junio de 2018

Citar este artículo como

García-Galindo, L.A. (2018). La empresa de bioinsumos como un ejemplo de producción y consumo sostenible. Revista TECKNE, 16(1), 15-21