

Uso de agroquímicos en la producción intensiva de piña en Costa Rica

Use of agrochemicals in intensive pineapple production in Costa Rica

Marco Antonio Montiel Segura¹

Recibido: 22/07/2015 / Aprobado: 20/10/2015

Resumen

La piña es una de las frutas tropicales más importantes en el mercado mundial desde el punto de vista económico y en nuestro país se consolida como la número uno en exportaciones; para lograr esto, se necesita contar con suelos fértiles, limpios de plagas y enfermedades. Sin embargo el periodo de producción de la piña es de doce meses (siembra-cosecha), pero la demanda del mercado exige que éste sea más corto, lo cual sólo puede alcanzarse por medio del uso de agroquímicos, que incluyen plaguicidas para el control de plagas hasta inductores de floración y maduración de la fruta, lo que ocasiona impactos ambientales, en especial en los suelos donde se produce. El objetivo de esta revisión bibliográfica es conocer sobre el impacto en el suelo por el uso de agroquímicos en la producción intensiva de piña en Costa Rica. Se determinó que en la última década no existen estudios con respecto al daño causado en suelos dedicados a este cultivo, por lo que es necesario realizar investigaciones, para establecer la situación actual y tomar medidas que eviten daños a la salud y el ambiente en nuestro país.

Palabras claves: Ananas comosus (L.), Impacto Ambiental, Monocultivo, Piña.

Abstract

From an economical point of view, pineapples are one of the most important tropical fruits in the world market, and in Costa Rica, it has become the number one export tropical fruit. Pest and disease-free fertile soils are needed to achieve this. However the length of time needed to harvest pineapples is twelve months (sowing-harvest), but market demands require a shorter period, which can only be achieved through the use of chemicals--pesticides to control pests to induce flowering and fruit ripening, which may potentially impact the environment especially soils where pineapples are produced. The aim of this literature review is to learn about the use of agrochemicals in intensive pineapple production areas in Costa Rica. In the last decade, there have been few studies regarding the damage caused in soils dedicated to pineapple production, so more research is needed, at least in Costa Rica, to determine the current situation and take measures to prevent health and environmental damages.

Key words: Ananas comosus (L.), Costa Rica, Degradation, Environmental Impact, Plague, Pineapple.

Introducción

La piña es una de las frutas tropicales más importantes en el mercado mundial; y se originó como cultivo en varias regiones de América del Sur, específicamente Brasil, noreste de Argentina y Paraguay (Manglianesi, 2013). Tiene diversas características especiales, entre las que se puede destacar su gran adaptabilidad geográfica, por lo que puede ser cultivada en diferentes tipos de suelos incluso aquellos que por sus condiciones no pueden ser empleados para cultivos tradicionales (Aguirre y Arboleda, 2008).

El cultivo de la piña se inicia en Costa Rica desde hace más de 50 años, en un inicio la producción se destinaba para consumo local y en

menor proporción a la industrialización de pulpas, mermeladas y enlatados (PROCOMER, 2005). Su crecimiento se dispara aproximadamente en el año 2000 y hasta ese entonces se estimaba que existían unas 11.000 hectáreas, distribuidas entre la zona Sur y la zona Norte del país; sin embargo, el incremento en la cantidad de productores y hectáreas dedicadas al cultivo de la fruta, se multiplicó con las oportunidades de exportación (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña, 2015).

Desafortunadamente las grandes ventajas económicas experimentadas con este cultivo en Costa Rica contrastan con la problemática ambiental que dicha actividad genera; ya que se

¹ Bachiller en Laboratorista Químico. Estudiante de Licenciatura en Laboratorista Químico, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: marco_ms@yahoo.com

incentivó este cultivo sin una planificación adecuada y se promovió la aplicación de altos niveles de agroquímicos para mejorarla, controlar las plagas e incrementar su productividad, convirtiéndose en un riesgo al medio ambiente y la salud humana (Acuña, 2006, Gutiérrez, Pinzón, Londoño, Blach y Rojas, 2010). Ante tal situación, la presente revisión bibliográfica tiene como objetivo conocer el uso de agroquímicos en la producción intensiva de piña en Costa Rica, con el fin de determinar el impacto al ambiente especialmente en los suelos.

Metodología

Para la localización de documentos se utilizaron varias fuentes documentales, a saber, la biblioteca de la Unidad de Registro de Agroquímicos y Equipos de Aplicación del Servicio Fitosanitario del Estado del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), donde se ubicaron dos estudios en el nivel nacional, uno referente al Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de piña y el otro sobre la Cadena Agroalimentaria del cultivo de piña en Distrito de Chires de Puriscal. Además se realizaron las revisiones bibliográficas en las bases de datos de la Universidad de Costa

Rica, utilizando una combinación de las diferentes palabras claves, *Ananas comosus* (L.), Impacto Ambiental, Monocultivo, Piña, Producción intensiva, Suelos. Finalmente también se realizó una búsqueda en internet en “google académico” utilizando dichas palabras claves. Una vez identificados los documentos se seleccionaron aquellos relacionados con el cultivo de la piña, sus características e implicaciones al medio ambiente.

Generalidades del Cultivo de Piña

La piña es una de las frutas tropicales más importantes en el mercado mundial desde el punto de vista económico y en nuestro país se consolida como la número uno en exportaciones. Por ejemplo, Europa consume el 49% de la piña producida en nuestro país, mientras que Estados Unidos consume el 46%. Del mercado europeo, Holanda es el principal importador con 61,0%, seguido de Bélgica con 43,3%, Alemania con 34,7%, Italia 32,1%, Reino Unido 25,9% y España 3,7% (Manglianesi, 2013).

En el cuadro 1 se observa el comportamiento de las exportaciones de piña entre los años 2002 al 2013.

Cuadro 1. Datos de las exportaciones de Piña Fresca. Cifras en Millones de Dólares

Mes	Año 2002	Año 2003	Año 2004	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013
Millones \$	158,99	207,54	256,25	325,48	429,6	485,92	538,22	571,4	678,53	725,75	789,41	681,17
Variación	7%	24%	24%	27%	32%	13%	11%	6%	19%	6,96%	8,77%	
Cajas	32	42	54	69	91	104	105	124	148	158	172	
%	7%	23%	30%	28%	31%	14%	1%	18%	19%	6,96%	8,77%	

Fuente: Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (2015).

El mayor crecimiento en las exportaciones del cultivo de la piña se inicia aproximadamente en el año 2000, hasta ese entonces existían unas 11000 hectáreas cultivadas, distribuidas entre la Zona Sur y la zona Norte del país (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña, 2015). Sin

embargo, con las oportunidades de exportación, para el año 2009 ya se habían sembrado 42000 hectáreas en 16 diferentes cantones del país, Según la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (2015), la Zona Norte constituye el área más cultivada con 21575 hectáreas, (51%), el Atlántico

con 11675 hectáreas (28%), el Pacífico con 8750 hectáreas (21%).

En la actualidad la piña es cultivada por 1330 productores, de los cuales, 1200 lo hacen en pequeña escala, 95 en mediana escala y 35 son grandes (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña, 2015). Del área total de producción, el 35% pertenece a comercializadoras y el 65% a productores independientes, dentro de los cuales se encuentran varias cooperativas y algunas asociaciones de pequeños y medianos productores (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña, 2015).

Se le conoce como *Ananas comosus* y pertenece al orden Bromeliales, familia Bromeliaceae, subfamilia Bromelioideae, (Bartholomew, Paull y Rohrbach, 2003), incluye unas 2000 especies entre ellas epífitas, poseen hojas tiesas y gruesas con mucha capacidad para retener agua y resistir la pérdida de la misma, son consideradas bellas plantas ornamentales (Jiménez, 1999).

Su sistema radicular es muy superficial, generalmente las raíces se localizan en los primeros 15 cm del suelo, aunque pueden profundizarse hasta 60 cm o más (Sandoval y Torres, 2011). El tallo se encuentra cubierto de hojas lanceoladas, es carnoso, además se encarga de almacenar los nutrientes de la planta, por lo general tiene una longitud de 25 a 30 centímetros de largo y está compuesto por la corteza y el cilindro central (Montilla, Fernández, Alcalá y Gallardo, 1997).

Sus hojas son nombradas de acuerdo a su posición en el tallo, las que se localizan en la parte más baja son las A, B, y C; las localizadas en la parte superior son nombradas D, E, y F; las hojas "D" son las que se usan como muestra para la inducción floral (Sandoval y Torres, 2011), los bordes de las hojas pueden ser lisos o provistas de espinas en el tercio final o completamente espinosos según la variedad (Montilla, *et al.*, 1997). La espiga que sobresale del meristemo apical de la planta, se denomina inflorescencia la cual contiene entre 150 y 200 flores colocadas en forma espiral, fusionadas al eje central (Bonatti, Borge, Herrera y Paaby, 2005).

El fruto maduro se obtiene 135 días después de haber emergido la flor y su floración se prolonga entre 30 y 70 días aproximadamente (Acosta, 2007). La misma está compuesto por entre 50 y 200 pequeños frutos, alrededor de un mismo eje central, cada ojo o escama de la cáscara es un fruto verdadero que crece a partir de una flor, el cual se funde en un sincarpo (Bartholomew *et al.*, 2003). Del tallo central brotan los diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para propagar la piña, como por ejemplo, las basales que se forman en la base del fruto; los hijuelos de tallo que se desarrollan a partir de yemas axilares del tallo y los retoños que se origina en la base de éste (Acosta, 2007).

a) Manejo agronómico del cultivo

Una buena preparación del terreno es muy importante para facilitar la siembra y permitir el rápido crecimiento de las raíces; se recomienda arar a una profundidad de 6 a 8 pulgadas y de 8 a 12 pulgadas si se va a encamar, posteriormente realizar de 2 a 3 pases de rastra para que el terreno quede bien suelto (OIRSA, 1999).

La piña necesita un suelo fértil para poder crecer y producir el fruto, pero si el objetivo principal de los productores es exportar, se deben mantener niveles nutricionales acordes a la calidad que exige el mercado internacional. A partir de ese nivel hay que aplicar fertilizantes para suplir el faltante que la planta necesita para producir el fruto esperado. Como medidas de apoyo para manejar la nutrición de la piña, se deben realizar análisis foliares y de suelo para medir la cantidad de nutrientes que se están aportando a la plantación, con el objetivo de determinar los niveles de elementos, como el nitrógeno (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2010).

El nitrógeno y el potasio son los nutrimentos más importantes para la piña, el primero influye sobre el rendimiento y el segundo sobre la calidad de la fruta, pero para los primeros estados de desarrollo del cultivo se recomienda la aplicación de fósforo para contribuir a un buen desarrollo radical

(Aldana, 2011). La fertilización se efectúa mediante varias aplicaciones parciales durante el período de crecimiento. La primera aplicación de nutrientes se realiza al suelo y al follaje aproximadamente dos meses después de la siembra, cuando ya están desarrolladas las raíces, por medios de abonos granulados; sin embargo, la piña, como todas las *Bromeliáceas*, presenta una absorción foliar más eficaz (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2010).

La inducción floral es un tratamiento químico que se emplea aproximadamente un año después de plantar la piña, la efectividad del tratamiento, va a depender del estado de desarrollo de la planta y de las condiciones climáticas sobre todo de la temperatura, además es muy importante que las plantas tengan el peso adecuado en el momento de la inducción para que no se vea afectado directamente el peso que va a tener el fruto cosechado (Bartholomew *et al.*, 2003). Los inductores de la floración más utilizados en piña son el carburo de calcio, ethefon o etileno con carbón activado los cuales tiene muchas ventajas, las más importantes son, que pueden reducir el ciclo del cultivo; uniformizar y compactar el período de cosecha y programar la producción de acuerdo a las necesidades del mercado y del productor (Ávila, 2011).

b) Condiciones Agroecológicas requeridas

La piña que se cultiva comercialmente en nuestro país requiere de un clima caliente y siempre húmedo, mejor entre los 100 y 800 msnm, con temperaturas poco oscilantes, siendo el rango ideal para el crecimiento entre 28 °C y 30 °C (óptimo 27 °C); temperaturas menores de 22 °C, aceleran la floración, pero disminuyen el tamaño del fruto; en caso contrario, mayores de 30 °C, queman la epidermis (golpe de sol), sin embargo la inducción floral requiere entre 15.5 °C y 16.0 °C. (Rodríguez, Farrés, Placeres, Peña, Fornaris y Mulen, 2009). Se debe tomar en cuenta que al tener las raíces tan superficiales no alcanzan a extraer agua de las profundidades, por lo que en periodos de excesivo

calor y sequía es mejor regarlas. Para disminuir la evapotranspiración se siembran las plantas lo más juntas posible para aumentar la sombra (Aravena, 2005).

c) Zonas de producción piñera en Costa Rica

En la figura 1 se puede observar cómo la producción piñera hoy en día se ha concentrado principalmente en tres regiones, donde la Región Huetar Norte es la más importante en cuanto a cantidad de territorio dedicado al cultivo de piña (52% de la producción), seguida por la Huetar Atlántica (22% de la producción) y la Brunca (24% de la producción) (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña, 2015).

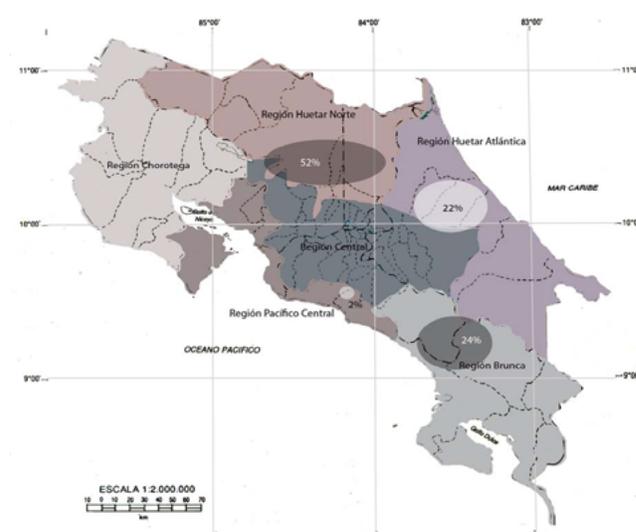


Figura 1. Distribución de la producción piñera en el territorio nacional (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña, 2015).

Control de Malezas y su impacto en el ambiente

El control de malezas se puede realizar de forma química, manual y mecanizado unas cuatro veces por año, evitando tanto que las malezas sobrepasen la altura de la piña como la competencia por humedad, luz, nutrientes y prevención de enfermedades (Sandoval y Torres, 2011).

Pueden ser malezas tanto de hoja ancha como angosta por lo cual se debe aplicar herbicidas durante todo el ciclo del cultivo, pero estos deben ser usados cuando la maleza todavía no ha germinado o cuando tiene de dos a tres hojas (OIRSA, 1999), complementadas con sus correspondientes deshierbes manuales dos o tres meses después de la aplicación de los herbicidas para eliminar las malezas que escaparon a dichos tratamientos (Ávila, 2011).

La primera aplicación química se debe realizar inmediatamente después de la siembra, antes de que los vástagos emitan sus raíces; la segunda, la cual va dirigida al suelo, se efectúa del mes seis al mes ocho después de la siembra, antes de que la plantación cubra totalmente la superficie del terreno (Ávila, 2011).

Principales enfermedades en el cultivo de la piña

a) Cochinilla harinosa, (*Dysmicoccus brevipes*) (Figura 2)

Es un pequeño insecto de forma ovalada, de cuerpo blando y casi aplanado, cubierto de un polvo seroso y blanquecino, con filamentos laterales de igual color (Sandoval y Torres, 2011), sus estados iniciales son móviles y se dispersan por la planta hasta establecerse para su posterior desarrollo afectando todas las partes de la misma. La figura 3 muestra el ciclo de vida de la cochinilla, que además por lo generalmente se encuentra en simbiosis con hormigas y es el vector de la enfermedad conocida como Marchitez de la piña (Rodríguez et al., 2009).

Sin embargo aunque el insecto no ocasiona ningún daño directo a la fruta, la misma es descartada para exportación por aspectos cuarentenarios ya establecidos en los países de destino. Para evitar esta plaga se debe seleccionar muy bien los semilleros que no hayan tenido historiales de incidencia del insecto, junto con monitores previos a la elección de los mismos (Vargas, 2011).



Figura 2. Adulto Cochinilla harinosa, (*Dysmicoccus brevipes*) (Sandoval y Torres, 2011).

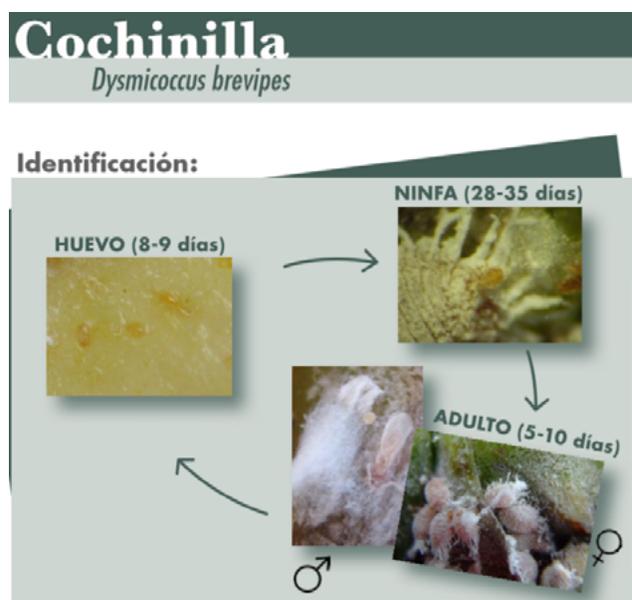


Figura 3. Ciclo de vida de la Cochinilla harinosa, (*Dysmicoccus brevipes*) (Vargas, 2011).

b) Thecla o gusano barrenador de la Piña *Strymon basilides* (*thecla basilides*)

Son larvas de color rosado las cuales penetran al fruto y causan cavidades internas, que luego sirven de entrada a bacterias y hongos como *Fusarium sp* y *Penicilium sp* (Figura 4), causan en la pulpa una necrosis conocida como clavo de la piña, el fruto continúa su desarrollo, se deforma y pierde su valor comercial (OIRSA, 1999, Sandoval y Torres,

2011). Para tratar este organismo se recomienda hacer aplicaciones de insecticidas, preferiblemente desde la apertura de las primeras flores hasta el final de la floración (Figura 5) (Sandoval y Torres, 2011).

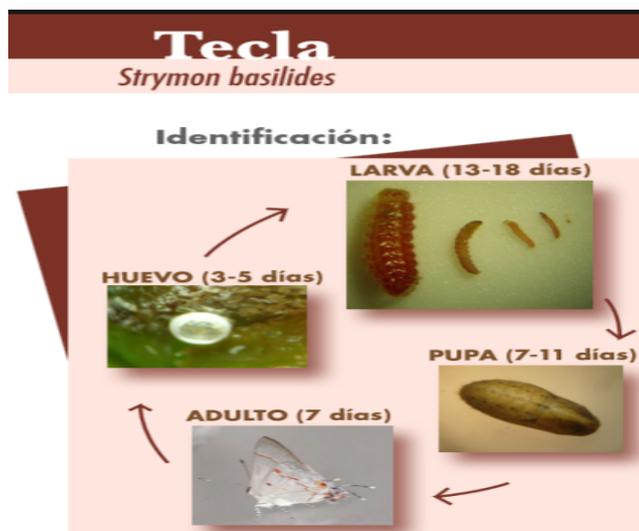


Figura 4. Tecla (*Strymon basilides*) (Vargas, 2011).



Figura 5. Daño causado por barrenador en fruto de piña. (Sandoval y Torres, 2011).

c) Pudrición del corazón de la piña (*Phytophthora* sp)

Este hongo ataca las plantas adultas, en especial los tallos y al meristemo de las hojas, además el patógeno se ve favorecido por la presencia de agua y las salpicaduras de lluvia (Figura 6), por lo cual se debe evitar los excesos de agua ya que se puede dispersar por este medio (Rodríguez *et al.*, 2009). El daño del fruto se caracteriza por un amarillamiento de las hojas, las cuales se

desprenden fácilmente y presentan un olor fétido (Sandoval y Torres, 2011). El manejo preventivo de la enfermedad comienza previo al establecimiento de la plantación, primero se debe seleccionar un terreno libre de estancamientos, segundo realizar un buen trazado de drenajes con la profundidad adecuada para evacuar excesos de humedad, tercero seleccionar y utilizar semillas sanas. Para este último caso las mismas se pueden curar por inmersión con productos fungicidas para una mejor cobertura y si aparecieran plantas afectadas con la enfermedad en los primeros 30 días, se puede realizar un proceso de resiembra con semilla de mayor tamaño, o se podrían utilizar agroquímicos a base de fosetil-Al, mancozeb, metalaxil, carbendazina y otros permitidos para uso en el cultivo (Vargas, 2011).



Figura 6. Pudrición del corazón de la piña (*Phytophthora* sp) (Fundación PROAGROIN, 2009).

d) Marchitez de la piña

Las consecuencias de la Marchitez están relacionadas con la presencia del insecto Cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*), el cual produce un enrojecimiento en las hojas, posteriormente los márgenes de las mismas se tornan amarillentos y las partes centrales adquieren un color rosado vivo (Figura 7), seguido de encorvamiento de los bordes de las hojas hacia la cara inferior y su extremidad hacia el suelo (OIRSA, 1999, Rodríguez *et al.*, 2009). El manejo preventivo de la Marchitez se inicia al combatir a la cochinilla y a las hormigas; además de

eliminar restos de las plantaciones anteriores para evitar fuentes de infección (Rodríguez et al., 2009).



Figura 7. Plantas afectadas por la enfermedad Marchitez de la piña (OIRSA, 1999).

e) Pudrición negra del fruto (*Thielaviopsis paradoxa*)

Es una enfermedad causada por un hongo que penetra a través de heridas que puede tener la planta en condiciones de alta temperatura (25 °C a 32 °C) y humedad relativa (90% a 100%). Se manifiesta por la secreción de un líquido café-rojizo en la base del tallo, de donde la enfermedad sube gradualmente hasta cubrir toda la planta (Figura 8), (Sandoval y Torres, 2011). Si no se protege la plantación pueden ocurrir grandes afectaciones en un periodo de 72 a 144 horas por lo que se considera una de las enfermedades más graves de la pos-cosecha, (Rodríguez et al., 2009).



Figura 8. Pudrición negra del fruto (*Thielaviopsis paradoxa*) (Sandoval y Torres, 2011).

Impacto de la actividad piñera en Costa Rica

Los plaguicidas están diseñados para matar, reducir o repeler insectos, hierbas, roedores, hongos y otros organismos que puedan amenazar la salud pública y las economías de las naciones, cuando estos productos químicos se manejan o se depositan inadecuadamente pueden afectar la salud humana, (Goldman, 2004).

La utilización de plaguicidas debe ser específica y según la enfermedad y dosis recomendada, pero si se usa una dosis de aplicación más alta, es posible que se dañe el cultivo, se genere presencia de residuos no deseables, exceso de deriva del producto o daño a plantas o animales no objetos de control. Por el contrario el uso de dosis menores puede no ser efectivo, sin embargo es común que el productor, frente a un problema fitosanitario aplique dosis más elevadas que la necesaria para asegurar un mejor control (Cubero y Sandí, 2014).

Su producción normalmente se hace bajo la modalidad de monocultivos, por lo que la biodiversidad es eliminada reemplazando la fertilidad natural del suelo con plaguicidas contaminantes (ver cuadro 2), los cuales se acumulan a niveles mayores de los recomendados y finalmente se concentran en los productos destinados a consumir (Aguirre y Arboleda 2008, Acosta, 2008).

Cuadro 2. Plaguicidas más usados en cultivo de la piña en Costa Rica y su forma de aplicación

Categoría (acción específica)	Ingrediente Activo	Forma de aplicación
Insecticidas	diazinón, etoprofos, carbaril	Spray-boom, bomba
Herbicidas	ametrina, bromacil, diurón, paraquat para desecar las plantas después de la cosecha	Spray-boom, bomba
Regulador de crecimiento	etefón (hasta tres veces por ciclo)	Spray-boom, bomba
Fungicidas	fosetil, mancozeb, metalaxil, triadimefón	Spray-boom, bomba
Fungicidas pos-cosecha:	triadimefón	Empacadora

Fuente: Ramírez et al., 2012

De acuerdo con las investigaciones realizadas por el Departamento de Agricultura de los EE.UU, entre 97% y 99% de los agroquímicos aplicados no alcanzan los organismos que se desean combatir. Otras investigaciones realizadas por el mismo departamento han corroborado que el porcentaje de la cantidad de los plaguicidas aplicados que alcanzan las plagas es menor al 0,1% (ERF, 1991).

En Costa Rica se inició la producción de la piña de manera acelerada ante la gran demanda en el mercado; como consecuencia se han venido

generando una serie de impactos ambientales negativos, además de los sociales y aquellos que afectan la salud humana (Manglianesi, 2013).

Entre las mayores preocupaciones en torno a la actividad piñera están, la contaminación de diferentes cuerpos de agua por el uso indiscriminado de agroquímicos, el cambio de uso del suelo de miles de hectáreas que antes estaban destinadas a la defensa del bosque y de mantos acuíferos, la erosión por no utilizar terrenos aptos, el cambio en el cultivo de granos básicos por piña, cambio

de la actividad ganadera, pérdida de tierra que anteriormente estaba en manos de campesinos e indígenas, desvalorización de las tierras y viviendas vecinas a las plantaciones piñeras y la propagación de la mosca de establo (*Stomoxys calcitrans*) por el manejo incorrecto de los desechos de piña (Revista GLOOBAL hoy, 2015).

Los pequeños agricultores se vieron obligados a vender sus tierras y pasaron de ser propietarios a ser proletarios, pues una vez que se ven obligados a deshacerse de las tierras generalmente se quedan trabajando en las mismas empresas en calidad de peones. También existe un impacto en la biodiversidad, lo que es ilustrado por la disminución de poblaciones de monos de la región norte del país (Acuña, 2006).

Otro problema de la producción piñera es que se está desarrollando en una de las regiones del bosque tropical lluvioso que pertenece al Humedal de Caño Negro y sus alrededores, lo que contribuye a reducir los hábitats de la flora y fauna al fragmentar y eliminar la vegetación, donde queda expuesta únicamente pequeños islotes de cobertura arbórea que imposibilita la integración de corredores biológicos naturales y fragmenta esos sitios (Tribunal Ambiental, 2010). También existe la preocupación de que este tipo de actividad comercial (piñeras) pueda poner en riesgo la salud humana de las poblaciones que consumen o utilizan el agua en las comunidades vecinas, por la deposición de residuos de agroquímicos en los cauces o fuentes de agua (Tribunal Ambiental, 2010).

Para combatir las plagas a las que es susceptible el cultivo de la piña, se utilizan de forma intensiva herbicidas y fungicidas, lo cual produce que la actividad microbiológica de los suelos se deteriore poco a poco; estos plaguicidas actúan de manera integral y a causa de su efecto remanente, producen la muerte no sólo de los patógenos para los cuales se aplica, sino de todas aquellas especies que viven en asociación en el suelo, incluso aquellas que no tienen ningún efecto adverso sobre la piña, poniéndose además en riesgo su capacidad para

producir la piña o cualquier otro cultivo (Quijandría *et al.*, 1997).

La búsqueda de antecedentes sobre análisis residuales de plaguicidas en suelos donde se cultiva la piña no demostró datos con evidencia científica a nivel nacional, no obstante; en Costa Rica se han realizado varias investigaciones que abarcan la problemática residual de agroquímicos en aguas y en suelos de otros cultivos.

Masis *et al.* (2008), realizaron investigaciones en los sedimentos propios de los ríos Colorado, Poás, y Poasito donde se detectó, principalmente en el río Colorado y Poasito la existencia de agroquímicos, concluyendo que existe relación entre la concentración de plaguicidas y la cantidad de materia orgánica del sedimento.

Mora (1990), realizó un estudio del nivel de contaminación por plaguicidas organoclorados de los suelos de la zona de Guápiles, en la Región Atlántica de Costa Rica. Los resultados obtenidos demostraron que el nivel de concentración de los plaguicidas organoclorados en todas las muestras de los suelos fue muy bajas, sin embargo, se demostró que en el tejido cárnico de los peces existían trazas por bioacumulación de los mismos plaguicidas, en concentraciones similares o en algunos casos mayores a las determinadas en los suelos.

De la Cruz *et al.*, (2004), enfatizan en que los cultivos de exportación como melón (producción concentrada en cinco meses), piña, banano, café y ornamentales (todo el año) son los que utilizan más plaguicidas por hectárea y por extensión de cultivo; esto los llevó a realizar también estudios y análisis de residuos de plaguicidas en agua superficiales de quebradas y ríos de zona con cultivo de piña en Buenos Aires de Puntarenas, sus resultados dieron positivo a los plaguicidas bromacil (19,9 µg/L) y el clorpirifos (0.03 µg/L). Estos autores además cuantificaron que el 60 % de las muestras del estudio presentaron concentraciones de bromacil superiores a 5 µg/L siendo este el valor definido en Canadá para la protección de la vida acuática; los autores establecen que aspectos propios del cultivo

como carencia de cobertura, falta de sistemas de control de escorrentía y pérdidas de suelos, son aspectos que favorecen la presencia de plaguicidas en los cuerpos de agua.

Boeglin, (2015), menciona que la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) celebró una audiencia para escuchar los alegatos de comunidades de Costa Rica víctimas de los efectos de la producción de la piña en nuestro país. Se trata de las comunidades del Cairo, Francia, Luisiana y Milano (región de Siquirres) cuyos acuíferos fueron contaminados por empresas dedicadas a la producción de la piña, razón por la cual se realizaron una serie de análisis en aguas y suelos de las comunidades mencionadas por autoridades del Servicio Fitosanitario del Estado, MAG. El plaguicida encontrado en el agua fue el bromacil, aunque este no se encontró en las muestras de suelos. El autor concluye que se le da más la atención a la calidad de la fruta, que a la salud de los trabajadores o la de las comunidades, a los efectos de la producción de la piña en los suelos y a la prodigiosa biodiversidad de Costa Rica.

El análisis con base científica y la revisión bibliográfica de los antecedentes no evidenciaron resultados sobre la condición residual de plaguicidas en los suelos piñeros en Costa Rica. Ante esta carencia de conocimiento y al existir una problemática fundamentada por el uso inadecuado de agroquímicos en el cultivo, se justifica realizar investigaciones futuras que puedan aportar información relevante para determinar qué tan afectados están nuestros suelos piñeros.

Por otro lado, la existencia de estudios internacionales sobre la condición residual de plaguicidas en suelos donde se cultiva la piña son muy escasos. Así por ejemplo, en México, Leal *et al* (2014), investigaron la acumulación de plaguicidas en el suelo y de determinaron la afectación de la capacidad del mismo para efectuar sus funciones de producción biológica, protección ambiental y sustento de la salud humana; los suelos que fueron analizados se encontraban contaminados

por plaguicidas organofosforados debido a la persistencia característica de estos agroquímicos, favoreciendo la degradación del mismo y con ello la disminución de la capacidad de producción de los terrenos agrícolas.

Zhu y Li, (2002), realizaron un estudio para determinar la degradación de los plaguicidas bromacil y hexazinona en seis suelos piñeros de Hawaii; el estudio reveló que el bromacil se detectó en todas las muestras de suelo por encima de 60 cm y un 74% de las muestras por encima de 400 cm. Por otro lado, la hexazinona se detectó en tres de los seis suelos de 0-60 cm solamente. La detección más frecuente de bromacil en concentraciones más altas que hexazinona está relacionada con las mayores tasas de aplicación prolongada de bromacil en los campos y su mayor persistencia y movilidad en el suelo.

Conclusión

- La producción piñera se ha expandido de manera acelerada en las dos últimas décadas convirtiéndose en la principal actividad actualmente en Costa Rica y generando los mayores ingresos al país.
- Su incremento se ha extendido a más de 40 mil hectáreas según las cifras del CANAPEP para el año 2015. El desmedido crecimiento ha generado fuertes impactos en el ambiente, en especial en los cuerpos de agua, el cambio de uso del suelo de miles de hectáreas que antes estaban destinadas a la defensa del bosque y de mantos acuíferos, la erosión de los suelos por no utilizar terrenos aptos, entre otros.
- Los fuertes impactos ambientales que se generan son provocados por varios factores como la dosificación inadecuada y el excesivo uso de agroquímicos por parte de los productores, además de la desaparición de cobertura boscosa y las grandes extensiones de monocultivo.
- -Comunidades afectadas como el Cairo,

Francia, Luisiana y Milano (región de Siquirres) se han unido para enfrentar y denunciar las consecuencias de la intensiva actividad. Alertan sobre los impactos que se generan y que se agravan si se sigue expandiendo de forma incontrolada y no planificada.

- Es necesario que se lleven a cabo estudios de monitoreo permanente que permitan evaluar los efectos negativos de la actividad piñera sobre los suelos a mediano y largo plazo y aporten las medidas necesarias para reducir y/o revertir tales efectos.

Bibliografía

- Acosta, E. (2008). Impacto ecológico del monocultivo piñero. *Ambientico*. 177, 9-10
- Acosta, E. (2007). La producción piñera en Costa Rica: un análisis integral de sus implicaciones en el cantón de Guácimo, Limón. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agrícolas, Universidad EARTH, Guácimo, Limón, Costa Rica.
- Acuña, G. (2006). Producción de piña en caribe y pacífico sur de Costa Rica. *Revista Ambientico*, Vol. 158, 3.
- Aldana, J. A. (2011). Cultivo de Piña. Guatemala. Disponible de (http://pineappleharvesting.blogspot.com/2011_11_01_archive.html) (2015, 8 de junio).
- Aguirre, D. y Arboleda, E. (2008). Impacto ambiental del cultivo de piña y características de este (caso Siquirres). *Ambientico*. Vol. (177), 3-10
- Aravena, J. (2005). La expansión piñera en Costa Rica. (En línea). Disponible en <http://coecoceiba.org/wp-content/subidas/2010/03/pub11.pdf>. Consultado el día 25 de Octubre del 2015.
- Ávila, D. E. (2011). Paquete Tecnológico Piña MD2 (*Ananas comosus* var. *comosus*). *Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Tropical Húmedo 2011*, 6-8,11.
- Bartholomew, D. P., & Paull, R. E., Rohrbach, K.G. (2003). The pineapple: botany, production and uses. *Department of Tropical Plant and Soil Science. University of Hawaii at Manoa*, 1. 13, 17, 20,133, 301.
- Boeglin, N. (2015). La piña de Costa Rica ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos. Disponible de <http://www.elpais.cr/2015/03/18/la-pina-de-costa-rica-ante-la-comision-interamericana-de-derechos-humanos/>. (2015, 9 de junio).
- Bonatti, J., Borge, C., Herrera, B., & Paaby, P. (2005). Efectos ecológicos del cultivo de la piña en la cuenca media del Río General-Térraba de Costa Rica. *Informe Técnico*, (4), 254.
- CANAPEP (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña Costa Rica), (2015). Disponible de: <http://canapep.com/pina-de-costa-rica/historia/>. (2015, 10 de junio).
- Cubero, D., y Sandí, V. (2014). Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de piña. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-UNA, Costa Rica, 56.
- De la Cruz, E., Ruepert, C., Wesseling, C., Monge, P., Chaverri, F., Castillo, L., & Bravo, V. (2004). Los plaguicidas de uso agropecuario en Costa Rica: impacto en la salud y el ambiente. *Informe de consultoría para la Contraloría General de la República*.

- (*Pesticides in agriculture in Costa Rica: impact on health and environment. Report for the Comptroller's Office*) Heredia, CR, 95.
- ERF (Environmental Research Foundation) (1991). The false promise of pesticides. *Rachel's Hazardous Waste News* 247 (August 21).
- FUNDACIÓN PROAGROIN, (2009). Análisis comparativo de sistemas actuales de producción de piña y propuesta de una nueva opción tecnológica mediante la implementación de buenas prácticas agrícolas, basadas en un manejo integrado del cultivo de bajo impacto ambiental en la región Huetar Norte de Costa Rica. *Instituto Tecnológico de Costa Rica-Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, UCR*, 45
- Goldman, P., (2004). Childhood Pesticides Poisoning. *Information for Advocacy and Action. FAO-UNEP*, 3
- Gutiérrez, J., Pinzón, M., Londoño, A., Blach, D. y Rojas, A. (2010). Residuos de plaguicidas organoclorados, organofosforados y análisis fisicoquímico en piña (*Ananas comosus* L.). *Agro Sur*. 38, 199.
- Jiménez, J. A. (1999). Manual práctico para el cultivo de piña de exportación. San José, Costa Rica. *Editorial Tecnológica de Costa Rica*, 224, 2.
- Leal, S., Valenzuela, A., Gutiérrez, M., Bermúdez, M., García, J., Aldana, M., Grajeda, P., Silveira, M., Meza, M., Palma, A., Leyva, G., Camarena, B. y Valenzuela, C. (2014). Residuos de organoclorados en suelos agrícolas. *Terra Latinoamericana*. 32, 1-11.
- Masís, F., Valdez, J., Coto, T. y León, S. (2008). Residuos de agroquímicos en sedimentos de ríos, Poás, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 32(1), 113-123.
- Manglianesi, M. A. (2013). "Desarrollo de las piñeras en Costa Rica y sus impactos sobre ecosistemas naturales y agro-urbanos." *Biocenosis* 27, 62-70.
- MAG, S. F. D. E. (2010). Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de piña. *Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería*, pp 27, 37, 39.
- Montilla, I., Fernández, S., Alcalá, D. y Gallardo, M. (1997). El cultivo de la Piña en Venezuela. (1) *Maracay, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias*, 20.
- Mora, M. (1990). Tesis, Licenciatura en Química, Universidad de Costa Rica, Escuela de Química, San José (Costa Rica). Plaguicidas organoclorados en suelos de Guápiles, Región Atlántica de Costa Rica.
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria), (1999). Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivo en Piña. Disponible de: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALPINA.pdf>. (2015, 10 de junio).
- PROCOMER, (Promotora del comercio exterior de Costa Rica) (2005). Manual del diplomático para el comercio exterior. Disponible de: http://procomer.com/contenido/descargables/manuales/diplomatico/manual_diplomatico.pdf (2015, 12 de junio).
- Quijandría, G., Berrocal, J., & Pratt, L. (1997). La Industria de la Piña en Costa Rica Análisis de Sostenibilidad. *Centro Latinoamericano para la Sostenibilidad y el Desarrollo Sostenible*, 7.
- Ramírez, F; Bravo, V; de la Cruz, E. (2012). Importación y Uso de Plaguicidas en Costa Rica: período 2006-2012. *Informe Área*

Diagnóstico, Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Revista GLOOBAL hoy, Costa Rica (2015). La expansión del monocultivo de piña en detrimento de los derechos humanos. Disponible de: <http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=11541&opcion=documento> (2015, 11 de junio).

Rodríguez, A., Farrés, E., Placeres, J., Peña, O., Fornaris, L. M., & Mullen, L. (2009). Manejo del cultivo de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cv. Española Roja, en Cuba. *Revista CitriFrut*, 26(2), 73-74.

Sandoval, I. A., y Torres E. E., (2011). Guía Técnica del Cultivo de la Piña. *Programa MAG-CENTA-FRUTALES. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal: Enrique Álvarez Córdova (El Salvador)*, pp 4, 6, 12-14.

Zhu, Y., & Li, Q. X. (2002). Movement of bromacil and hexazinone in soils of Hawaiian pineapple fields. *Chemosphere*, 49(6), 669-674.

Tribunal Ambiental, (2010). Humedal de Caño Negro bajo seria amenaza ambiental. Disponible de: http://www.tribunalambiental.net/noticias/2010/Humedal_de_Cano_Negro_bajo_seria_amenaza_ambiental.pdf (2015, 11 de junio).

Vargas, E., (2011). Guía para la identificación y manejo integrado de plagas en piña. *PROYECTO GEF-REPCar (Reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar caribe, Costa Rica) FUNDACIÓN PROAGROIN*, pp 6-9, 20.