

Evaluación de la incidencia en la actividad agrícola bananera en aguas superficiales del río Carepa y red de drenajes de varias fincas bananeras, en la región del Urabá Antioquia – Colombia*

Evaluation of the Incidence of the banana agricultural activity in surface waters of the Carepa River and drainage network of several banana farms, in the region of Uraba Antioquia – Colombia

Leonardo Cardona Patiño^a
Universidad de Manizales, Colombia
leocardona1985@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd24-47.eiaa>

Recibido: 12 Junio 2020
Aceptado: 20 Agosto 2020
Publicado: 30 Diciembre 2020

Resumen:

La actividad agrícola bananera en la región del Urabá, Antioquia, ocupa el primer lugar en el país en producción y exportación de fruta de banano, esta genera importantes ingresos para la sostenibilidad, así como el progreso de la subregión; que, a su vez, conllevan a problemáticas ambientales significativas. En esta investigación se analizaron potenciales afectaciones del río Carepa, generadas por las actividades bananeras; como siembra, desarrollo del cultivo, cosecha y empaque. Se tomaron como muestras 6000 hectáreas cultivadas de banano ubicadas en las riberas del río se caracterizaron los pesticidas más utilizados en el proceso de producción y se realizaron comparaciones con resultados de investigaciones de años anteriores. En el proceso se midieron in situ parámetros como pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez y conductividad eléctrica. Se conservaron y preservaron muestras para determinar por medio de la técnica de cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem el Etilentiourea (etu) subproducto del fungicida Mancozeb, el más utilizado en los sistemas locales de producción bananera, a fin de determinar el riesgo ecotoxicológico, ocasionado en la fuente hídrica objeto del presente estudio.

Palabras clave: Contaminación, Agrotóxicos, cromatografía líquida, ecotoxicológicos, ingredientes activos.

Abstract:

The region of Urabá - Antioquia occupies the first place in the country in banana fruit production and export. This generates significant revenue for the sub-region sustainability and progress, which in turn leads significant environmental problems. This research examined potential affectations to the river Carepa, generated by the banana production, such as planting, crop development, harvesting and packing. 6000 hectares of cultivated of banana were considered as sample, all of them located on the river banks. The most frequently used pesticides in the production process were characterized; comparisons were made with research results from previous years, parameters such as pH, temperature, dissolved oxygen, turbidity and electrical conductivity were measured in situ. Samples were preserved to determine by means of the liquid chromatography technique coupled to tandem mass spectrometry the Ethylene thiourea (etu) by-product of the fungicide Mancozeb, the most widely used in local banana production systems, in order to determine the ecotoxicological risk caused in the water source object of the present study.

Keywords: Pollution, agrochemicals, liquid chromatography, ecotoxicological and active ingredients.

Introducción

El uso de los plaguicidas es múltiple y variado. La agricultura es la actividad que más emplea este tipo de compuestos, consumiendo hasta el 85 % de la producción mundial, con el fin de mantener un control sobre las plagas que afectan los cultivos (Del Puerto Rodríguez et al., 2014). A menudo la intensificación de la producción de alimentos conduce a un abuso de plaguicidas dando lugar a nuevos brotes de plagas (reapariciones), en poblaciones de plagas resistentes (insectos, bacterias y malas hierbas), aumentando los riesgos para la salud humana, así como el medio ambiente y planteando obstáculos al comercio. Los países reforman sus políticas para reducir estos problemas y garantizar paralelamente una producción de alimentos intensificada mediante la aplicación de alternativas a los plaguicidas.

Notas de autor

^a Autor de correspondencia. Correo electrónico: leocardona1985@gmail.com

Colombia es un país con alta actividad agrícola; parte de esta es desarrollada por el uso masivo de agroquímicos, cuando son empleados, se asume que el mayor impacto lo producen los plaguicidas, ya que éstos son sustancias químicas diseñadas para ser tóxicas a organismos, tales como: planta, hongo, nematodo o insecto, por lo que se afirma que son sustancias peligrosas para el ambiente, debido a que en su gran mayoría se liberan en él abiertamente (Alfonso M. y Toro Suárez, 2010).

En Urabá, la producción opera con una tipología de productor mediano y grande, tecnificados, donde se hace uso intensivo de plaguicidas con el fin de controlar plagas y enfermedades en el cultivo del banano, pero también antes y durante la cosecha (Aguirre-Buitrago et al., 2014).

Actualmente en la región del Urabá, Antioquia, se presentan problemas ambientales como menciona Corpourabá (2012) en su Plan de Gestión Ambiental Regional (2012-2024). En la subregión los afluentes están sometidos a impactos permanentes que comienzan a comprometer la sostenibilidad de los recursos hídricos, generando impactos permanentes sobre los ríos tales como alta contaminación y aporte de sedimentos, que inciden sobre la dinámica ecosistémica, la aplicación de los insumos agroquímicos, los vertimientos y la presión sobre sus cursos (Corpouraba, 2012), todo esto como consecuencia de la actividad humana.

En esta región, aún se encuentra población joven, su principal fuente de ingreso es el cultivo del banano en el cual se involucra un amplio porcentaje de familias de la región. La demanda de la agroindustria bananera tiene una competencia importante con otras industrias lo cual, obliga a mejorar los productos sin tener en cuenta las consecuencias. Para este fin emplean agrotóxicos sin control; a su vez los bananeros se ven obligados a cumplir normas legales de buenas prácticas agrarias, pero en algunas ocasiones se limitan a cumplir un requisito ya que les cuesta recibir nuevas transferencias tecnológicas.

Colombia ha estado enmarcada en medidas de regulación directa (o de comando y control) por parte del Estado, obedeciendo a la influencia de medidas similares que han sido tomadas en algunos países desarrollados, como Estados Unidos, pero sin tener la misma capacidad de regulación y control. Las familias de bajos recursos así como la población rural aunque profundizan en sus esfuerzos para el control y manipulación de los productos, se preocupan por adoptar nuevas tecnologías, sin embargo, los esfuerzos que se hacen para tener un ambiente sano y limpio nunca son suficientes pues ellos resultan siendo los más afectados cuando presentan problemas en su salud e infortunadamente el gobierno local ante ello es indiferente (Aguirre et al., 2014).

Con la realización de esta investigación se pretende evaluar la contaminación de las fuentes hídricas por la agroindustria bananera, para determinar si existen riesgos que generen afecciones en los pobladores dada la descarga de agentes tóxicos más utilizados en Colombia, así como en la región de Urabá. Entre ellas las aspersiones aéreas y terrestres utilizan con frecuencia el fungicida Mancozeb, el cual al hacer contacto con el agua sufre hidrólisis que da lugar a su principal subproducto Etilentiourea (etu), el cual es tóxico ya que permanece en el agua y genera riesgos *ecotoxicológicos*.

Metodología

Descripción del área de estudio

Municipio de Carepa

Carepa cuenta con una población de 49.235 habitantes distribuidos de la siguiente manera: 33.576 habitantes están ubicados en la cabecera municipal y 15.659 en el resto del municipio (Sitio Oficial Carepa Antioquia, Colombia). Con una extensión total de 380 km., una altitud de 28 metros sobre el nivel del mar y una temperatura media variable entre los 20 y 35°C.

Diseño metodológico de la investigación

Población y muestra

La investigación tiene como área de influencia directa segmentos del río Carepa, ubicado en el municipio de Carepa, Antioquía. se tomaron tres puntos de muestreo en algunos drenajes principales de Ancas dedicadas a la actividad bananera (Tabla 1 y Figura 1). Los afluentes fueron seleccionados como áreas de influencia de la actividad mencionada con anterioridad ya que décadas atrás se viene desarrollando en las riberas del río y ocupan drenajes naturales como desembocadura del agua residual de esta actividad en las fuentes hídricas principales de la región.

TABLA 1.
Estaciones de muestreo sobre la fuente hídrica y drenajes principales de algunas fincas bananeras

Estación	Código	Localización	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
Estación N°1	A1	Parte alta del río Carepa	7°45'27,84"N	76°38'31,14"O
Estación N°2	A2	Parte baja del río Carepa	7°45'55,98"N	76°39'50,71"O
Estación N°3	A3	Desembocadura un canal primario de una finca bananera		

Fuente: elaboración propia.

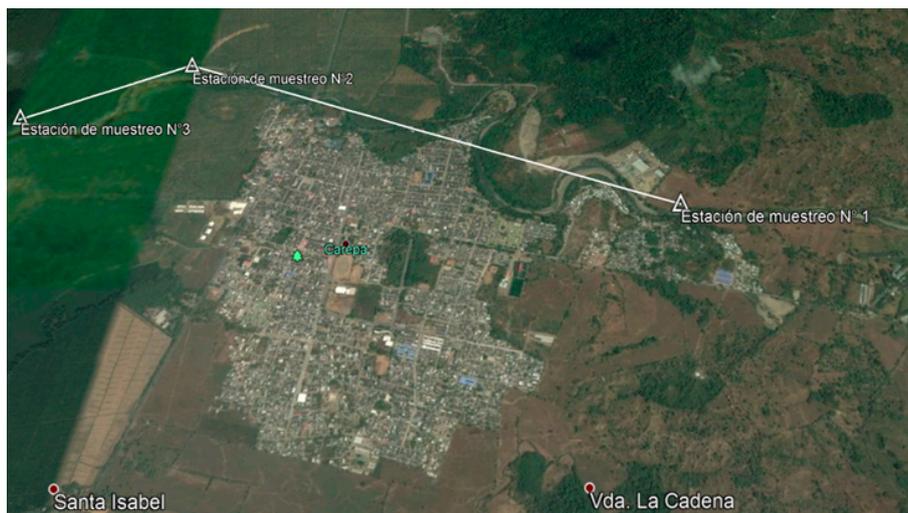


FIGURA 1.
Estaciones de muestreo en el municipio de Carepa
Fuente: Google Maps (2019)

Tipo de investigación

La investigación se desarrolló bajo un análisis cuantitativo que permitió identificar los ingredientes activos más utilizados en la actividad bananera, permitiendo la medición de parámetros para un posterior análisis. La investigación fue de tipo exploratorio y descriptivo. Primero, se revisaron estudios referentes a la calidad del recurso hídrico y la influencia de la actividad agrícola (Banano) en la zona objeto de estudio; posteriormente mediante datos de información secundaria, se evaluó la relación de las actividades antrópicas con la calidad del agua, a través de datos obtenidos en un momento determinado.

Etapas de la investigación

Etapa 1. Recolección de información secundaria

Se realizó la revisión de la literatura relacionada con la calidad del recurso hídrico así como los documentos relacionados con la actividad bananera y el uso de agroquímicos, la historia actividad agrícola, la historia del uso de agroquímicos en las actividades agrarias y su influencia sobre la fuente objeto de estudio, estudios referentes sobre los fungicidas, estudios que dieran información sobre el estado actual de la calidad del recurso hídrico y su monitoreo e información utilizada en el diseño del marco teórico. Estableciendo, además los pesticidas más utilizados denominados como “ingredientes activos” en los años 2018 y 2019 en la actividad bananera en región del Urabá, Antioquia.

Etapa 2. Recolección de información primaria

La información que delimitó el área de estudio, los segmentos del río Carepa y los drenajes primarios de algunas Ancas bananeras del municipio de Carepa, para la recolección de la información primaria.

La información primaria permitió obtener un diagnóstico del estado de la fuente hídrica, ya que sobre esta fuente desembocan los drenajes de la actividad bananera. Se tomaron tres muestras en tres diferentes estaciones de muestreo, estas tuvieron una distribución de la siguiente manera; la muestra A1 se tomó en la estación número uno en la cabecera del río objeto de estudio, la cual no es intervenida por las desembocaduras de los canales primarios de la Ancas bananeras; seguidamente se tomó la muestra A2 en la estación número dos localizada en la parte baja del río objeto de estudio donde desembocaban los canales primarios de algunas fincas dedicadas a la actividad bananera convirtiéndose en receptor principal de estos últimos; Finalmente, se tomó la muestra A3 en la estación número tres ubicada en un canal primario que se utiliza como colector y desembocadura para las aguas provenientes de la actividades bananeras.

Se realizó un análisis físicoquímico *in situ* a cada una de las muestras tomadas en las diferentes estaciones de muestreo como pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura y turbidez.

Para cada una de las muestras se realizó un análisis con cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem, en el laboratorio Grupo de Diagnóstico Control de la Contaminación (GDCON) de la Universidad de Antioquia, para así identificar el agroquímico Mancozeb, como afirma Marín y Romero (1992), es uno de los fungicidas protectantes más usados para el control de ‘Sigatoka negra’ y se emplea en dosis de 1000 a 1500gr de ingrediente activo/ha. Este plaguicida se degrada rápidamente en metabolitos más tóxicos etilenotiourea (ETU) (Boopsthy, 2000). La ETU se produce por múltiples mecanismos de degradación como la hidrólisis, oxidación o degradación microbiana (Engst y Schnaak, 1970). En este orden de ideas el mencionado con anterioridad por ser el principal subproducto del Mancozeb fue el que se investigó con la técnica implementada en el laboratorio.

Las muestras se tomaron en temporada de lluvias, ya que el agua utilizada en las diferentes actividades bananeras es arrastrada con más fuerza y volumen por los diferentes drenajes, ocurriendo todo lo contrario en época de verano.

El volumen de agua de cada muestra fue de 100 ml conforme los requerimientos del laboratorio, las muestras fueron enfriadas entre 0 – 6°C y llevadas a pH 10 con NaOH; para así identificar el Índice de contaminación por el pesticida ‘ingrediente activo’ más utilizado en las actividades bananeras, el cual fue determinado por el laboratorio de aguas de la GDCON.

Resultados y discusión

Diagnóstico sobre el estado actual del río Carepa y red de drenajes de algunas Ancas bananeras. El agua es uno de los recursos más utilizados y afectados en la actividad agrícola bananera, ya que este recibe los vertimientos del proceso del corte y empaque de la fruta en planta empacadora, así como también las aspersiones aéreas y terrestres. Augura (2014) afirma que para el 2014 encontró que el 35% de las Ancas vertían sus aguas residuales a las fuentes superficiales cada 8 días y menos del 10% de las Ancas no tenían instalado un sistema de recirculación.

Por lo anterior, se realizó el inventario de los agroquímicos permitidos para el 2018 y la cantidad utilizada en un período de un año donde la muestra analizada fueron las 6000ha que se detallan en la Tabla 2.

TABLA 2.
Consumo de agroquímicos en 6000ha en el 2018 en Urabá

Producto comercial	Ingrediente Activo	Conc. g/L	Cat. Tox.	Cons. Prod. Com. (L)	Litros IA	Ton. de IA
BANGUARD 42 SC X 210 LT	Thiram	420	III	2,730	1,147	1
CENTAURO 720 SC x 200 Lts	Clorotalonil	720	II	9,939	7,156	7
CUMORA x 210 LT	Boscalid	500	III	2,627	1,313	1
DITHANE 60 OF X 30 LTS	Mancozeb	600	III	3,897	2,338	2
DITHANE FMB A GRANEL	Mancozeb	430	III	351,481	151,137	151
EREDA EPOXI 250 SC X LT	Epoxiconazole	250	III	33	8	0
EREDADIFENO 250 EC CAN X 200 L	Difenoconazole	250	III	9,007	2,252	2
EREDAEPOXI 250 SC X 200 LT	Epoxiconazole	250	III	200	50	0
IMPULSE EC 800 x 200 LTS	Spiroxamine	800	II	7,742	6,194	6
INSTINCT 750 EC X 200 LTS	Fenpropidin	750	II	11,432	8,574	9
INSTINCT 750 EC X LT	Fenpropidin	750	II	124	93	0
KRUGA SC X 4 LTS	Fenbuconazole	240	III	88	21	0
POINTER 250 SC X 200 LT	Flutriafol	250	II	6,416	1,604	2
REFLECT 125 EC X 200 LT	Isopyrazam	125	II	6,704	838	1
RUBRIC 125 SC X 200 LT	Epoxiconazole Technical	125	II	2,895	362	0
SEEKER 750 EC X 200 LT	Fenpropidin	750	II	21,385	16,039	16
SICO x 200 LT	Difenoconazol	250	III	9,148	2,287	2
SIGANEX SC60 GRANEL	Pyrimethanil	600	III	9,453	5,672	6
VOLLEY 88 OL x 210 LTS	Fenpropimorf	880	III	28,843	25,382	25
VOLLEY 88 OL X 60 LITROS	Fenpropimorf	880	III	654	575	1
Total				484,798	233,042	233

Área Cultivable Banano (ha)	6,000
Ciclos aspersión año 2018	32
Hectáreas Asperjadas año 2018	192,000
Litros Prod. Comercial/ha asperjada	3
Litros Producto Comercial/ha Cultivable	81
Litros de IA/ha Cultivable	39

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de fungicida utilizada por hectárea en un periodo de un año en la zona agrícola bananera, fue estimada teniendo en cuenta datos suministrados por la agroindustria. Los resultados muestran cifras muy significativas, tomando en consideración que en la Tabla 2, se muestra que las 6000ha cultivadas de banano sirvieron de muestra donde se realizaron 32 ciclos de fumigación anuales, en este caso, el año 2018 fueron asperjadas 192.000ha, donde el consumo del producto comercial por litro fue de 484.798 en área cultivable de banano, esto quiere decir que los litros de producto comercial (ha cultivables/año) fueron 81 y los litros de producto comercial (ha/año) asperjados fueron 3; los litros de ingrediente activo (IA) asperjados en (ha cultivables/año) fueron 233.042, por lo que los litros/ha por año fueron 39. Cabe anotar que uno de las actividades que utiliza más los fungicidas son las aspersiones aéreas en relación a las terrestres para el control de la *Sigatoka*.

El fungicida que más se utiliza en la actividad de la producción bananera es el Mancozeb con un uso de 27l/ha/año, esto evidenciando que 163.475 lt son utilizados en 6000ha en la zona bananera de muestreo anualmente, el segundo de mayor uso es el Fenpropidin con un uso de 8,4l/ha/año donde su totalidad de litros utilizados en toda la zona de muestreo es de 50.554 y el tercero Cloratonil con 1,19l/ha/año utilizando 7.156 litros en hectáreas cultivables. En la Figura 2 se identifica el IA de mayor uso en las actividades bananera (aspersiones aéreas y terrestres 2018).

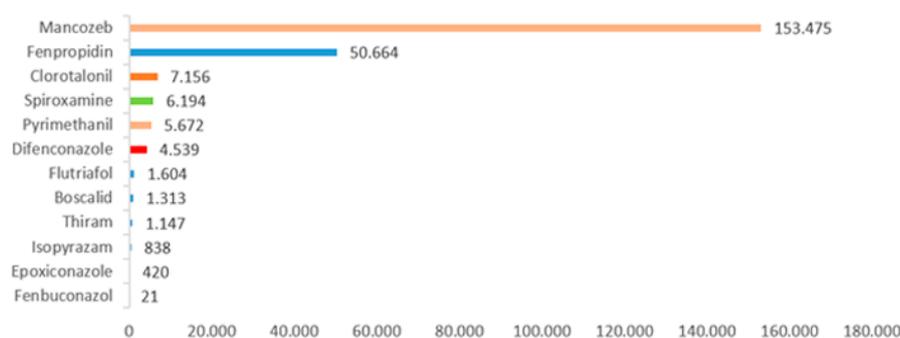


FIGURA 2.

Consumo IA empleados en las aspersiones aéreas en el 2018 (en litros).

Fuente: elaboración propia.

Un trabajo realizado por Corpourabá para el periodo del 2000-2007, señala que desde el 2000 se han empleado alrededor de 35 productos diferentes para el tratamiento de la *Sigatoka negra*, los más empleados han sido los ingredientes activos clorotalonil con más de 1450 toneladas de productos comerciales (1000 toneladas de ingredientes activos) y los demás ingredientes activos mancozeb (dhitane, manzate, chambuque, proAzeb) con más de 6000 toneladas de productos comerciales (4000 toneladas de ingredientes activo) (Corpourabá, 2008); esto comparado con los resultados encontrados en la investigación se siguen implementando aún para el 2018-2019 los mismos agroquímicos como el Mancozeb que sigue presentando alta aplicación para la zona bananera, lo cual se viene modificando de acuerdo con las cantidades que aumentan año tras año, ya sea por la resistencia de algunas plagas a los agroquímicos o por el deterioro de los suelos o a las malas prácticas agropecuarias .

Igualmente, el área asperjada aumentó entre el año 2000 y el 2007 de 300.000ha/año a 1.100.000ha/año (Corpouraba, 2008); lo que menciona Corpouraba es que para el año 2000 se implementaban 9 ciclos de 'aspersiones' por hectárea y para el 2007 se analizó empleando 32 ciclos de 'aspersiones' por hectárea, los mismos que se implementaron para el ciclo 2018-2019.

El Mancozeb, ingrediente activo de los fungicidas Dithane FW-MB, Manzate 200, Chamбуque 80 WP, ProAzeb y Dhitane 60 OF, ha aumentado su consumo ya que pasó de 242 toneladas en el año 2000 a más de 1.860 en el 2007, para un total de cerca de 6.800 en el periodo 2000-2007 (Corpouraba, 2008). Esto indica que para el año 2000 se implementaron 242.000 litros en la zona bananera y ya para el 2007 se implementaron 1.860.000 litros para un total de 6.800.000 periodos 2000-2007; un valor que ha aumentado muy poco o ha permanecido para el ciclo 2018-2019.

Para el período del 2018 en 6000ha cultivadas se aplicaron 153.475lt de Mancozeb, en comparación con un estudio hecho por Corpourabá en el año 2007 en 35.374ha se implementaron 85.536 lt; esto quiere decir que para el 2007 se asperjaron 24,18 litros por hectárea al año y para el 2018 25,57 litros, una diferencia muy poco significativa pero con un leve incremento, esto se podría deber ya sea a la resistencia del fungicida por parte de la Sigatoka o el poco desapego a las técnicas agropecuarias que implementan agroquímicos sin control, donde no se buscan nuevas técnicas agropecuarias que sean más amigables con el medio ambiente.

En cuanto al Sistema de Acueducto, técnicos del mismo explican que la población del municipio se abastece a través del río Carepa, las quebradas 'La Cristalina' y 'La Pedregosa', donde las aguas residuales de la cabecera municipal, son vertidas en su totalidad al río objetivo de estudio, convirtiéndose en la única fuente receptora, la cual no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales.

Diagnóstico actual del río Carepa y red de drenajes de varias fincas bananeras

Parámetros de calidad de agua en el área objeto de estudio

Se realizó en cada una de las estaciones de muestreo la medición de algunos parámetros Asicoquímicos, donde fue medida la fuente hídrica, del mismo modo se tomaron muestras para su posterior análisis con técnica de cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem. La presencia de las desembocaduras de los drenajes en la fuente hídrica aporta contaminantes a ésta, cambiando los parámetros y ubicándolos fuera de los límites establecidos por la normatividad ambiental. Adicionalmente, las actividades de aspersiones aéreas y terrestres vierten partículas de agroquímicos a las aguas superficiales en especial a los objetos de estudio. En la Tabla 3, se presentan los resultados de los análisis de parámetros fisicoquímicos en las estaciones de muestreo.

TABLA 3.
Resultados de parámetros Asicoquímicos en las estaciones de muestreo.

Hora tomada de la muestra		3:13 p. m.	4:09 p. m.	3:51 p. m.	Parámetros fisicoquímicos permisible	valor
Método	Parámetros	Estación N°1	Estación N°2	Estación N°3	Límite de detención	Valor máximo permisible
Multiparámetro portátil con porta sondas multisensor	Ph	7,4	7,64	7,2	0,01	5- 9 unidades
	Temperatura (°C)	27,21	27,59	27,14	±0,01°	<40°C
	Oxígeno Disuelto (mg/l)	4,07	4,07	3,67	0,1	No menos al 80% del % de saturación de oxígeno y no menor a 6mg/l
	Conductividad eléctrica (µs/cm)	4,04	4,16	2,47	1,01	—
Nefelómetro	Turbidez (NTU)	2,57	1,59	21	0,233	100

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis de parámetros fisicoquímicos muestran en todas las estaciones de muestreo los parámetros de pH, temperatura y conductividad en los rangos establecidos por la normatividad colombiana, para la conservación de la fauna y flora acuática (Decreto 1594 de 1984).

Los niveles de turbiedad en las estaciones uno y dos corresponden a la parte superior de la fuente hídrica que fue objeto de estudio, al igual que la desembocadura del canal primario fue baja. Estos valores están entre los valores permisibles por la normatividad (5 NTU), comparados con la estación número tres que continua siendo bajo pero no permisibles por la normatividad mencionada con anterioridad. La turbiedad es producida por materiales en suspensión, presencia de materia orgánica e inorgánica, en cada una de las estaciones de muestreo se encuentra material particulado en suspensión, lo que implica la opacidad en el agua. Los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color que determina la transparencia del agua, ya que se limita el paso de la luz a través de ellas y provoca una alteración en los procesos de la fotosíntesis importante para el desarrollo de la vida acuática.

Los valores de oxígeno disuelto en las tres estaciones de muestreo no están alejados de los valores permisibles (5-8mg/L), en los diferentes muestreos realizados se obtuvieron valores entre 3,67 y 4,07 mg/L aproximadamente. La principal fuente de oxígeno es el aire, el cual es difundido rápidamente en el agua por la turbulencia en los ríos (Roldan, 2003). Se conoce además que la concentración del oxígeno disuelto es dependiente de factores como: reoxigenación atmosférica, respiración animal y vegetal, demanda béntica y demanda bioquímica (Perdomo y Gómez, 2000).

Índice de la calidad del agua del río Carepa, teniendo en cuenta como patrón de medida Etilentiourea (ETU subproducto de degradación del fungicida Mancozeb).

El fungicida Mancozeb es el más utilizado en las actividades bananeras, donde se ha venido implementando este agrotóxico años atrás y se toma como referencia el año 2007 en el cual se aplicaron 24,18 l/ha/año (Corpourabá, 2008) y en el 20018-2019 25,571/ha/año; el Mancozeb sirvió como referencia para los demás agroquímicos que se utilizaron o aplicaron en menor proporción.

El Mancozeb pertenece al grupo de los fungicidas del Etilenbisdiotiocarbamato (EBDC). Este compuesto tiene una presión insignificante del vapor, por lo tanto, tiene un potencial bajo de volatilización en el aire. En agua, el Mancozeb se puede hidrolizar rápidamente en menos de 2 días. El Mancozeb se descompone por el calor y la humedad o por su exposición prolongada al aire. Produce por descomposición Etilentiourea (ETU): un conocido teratógeno nocivo para la tiroides (Corpouraba, 2008).

El producto de las degradaciones identificadas de las hidrólisis es el Etilentiourea (ETU), Etilenurea (EU) y el sulfato de Bisotiocianato de etileno (EBIS). Cuando el Mancozeb es usado con mucho tiempo de anticipación, y más si se está a un pH y temperatura que favorecen la hidrólisis, se descompone a ETU, e igualmente le sucedería a este producto de degradación. Por lo tanto, una fumigación aérea con Mancozeb, podría suceder con la concentración del plaguicida e incluso el ETU, ya sea muy baja por la descomposición y por la dilución con el aire, más aún si ha llovido o si hay vientos (Corpourabá, 2008).

Con la técnica de cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem, no se encontró incertidumbre alguna en las tres muestras analizadas arrojando como resultado <0,001 mg C₃H₆N₂S/L, lo que significa que de acuerdo a la resolución 2115 de 2007 Artículo 8° (República de Colombia, 2007) características químicas relacionadas con plaguicidas y otras sustancias, la concentración máxima aceptable presente en el agua es 0,0001mg/L ya que el ETU es recocado por el Ministerio de Protección Social como cancerígeno, Múgateno y Teratógeno.

De acuerdo a lo anterior mencionado, las posibles causas de que el Etilentiourea no sea detectado en las aguas superficiales del río Carepa y red de drenajes, se puede deber a que en la temporada de lluvias las aguas tienen mayor flujo y no permiten el estancamiento y calentamiento de la misma. Teniendo en cuenta que las muestras se tomaron al principio de la temporada mencionada con anterioridad, se debe tener en cuenta que el fungicida Mancozeb se aplica todo el año como muestra la gráfica abajo descrita, en todos los meses se utiliza una cantidad considerable en de litros por hectárea. En este sentido, en el mes de mayo donde se tomaron las muestras se asperjaron 29.698 litros en las hectáreas de muestra que fueron 6.000, esto quiere decir que la utilización del producto se debe descartar para no detección.

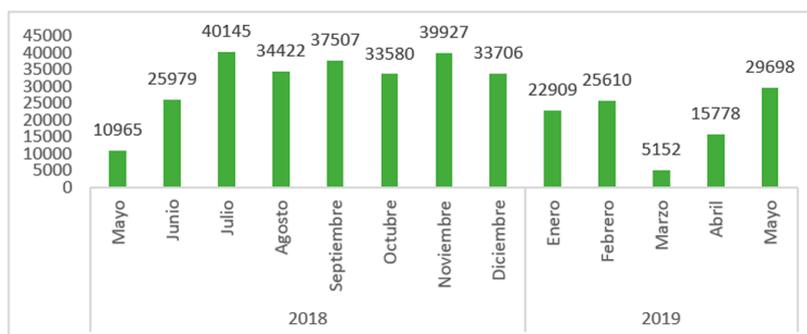


FIGURA 3.

Consumo de Mancozeb mensual 2018-2019 en 6.000 ha cultivadas de banano (L)

Fuente: elaboración propia.

Se debe tener en cuenta lo mencionado por Corpourabá 2008, quien señala que la descomposición del ETU podría favorecer las características del pH y temperatura del cuerpo del agua, así como también el nivel de presión en las aspersiones aéreas y terrestres donde a las hojas jóvenes se aplica aproximadamente 50/cm²; también el Mancozeb antes de hacer contacto con el agua y metabolizarse en ETU. se podría mineralizar en sustancias no dañinas como CO₂ y vapor de agua.

Los bajos contenidos de ETU en las aguas superficiales y en las redes de drenajes, son posiblemente causados por la condición climática de altas temperaturas y la acción incidente de los rayos solares que aumentan la velocidad de metabolización y degradación sobre todo en el trópico convirtiéndolo a EU y iones sulfato (FAO, 2002). Asimismo, la degradación es dependiente del pH. Teniendo en cuenta a estos autores, los agroquímicos se degradan muy rápido en el ambiente, pasa lo mismo con los subproductos, los cuales se terminan convirtiendo en otros componentes, en muchos casos imperceptibles; esto suele suceder desde el mismo momento de las aspersiones aéreas y terrestres. En muchos se terminan localizando en la fruta, las aves, los mamíferos, los invertebrados y los peces entre otros. Como menciona Pazmiño (1989) en un estudio hecho en el tomate para determinar Manab, el cual fue marcado con carbono, se encontraron la presencia de 0,28 mg de ETU por cada kg de tomate dentro de 14 de los resultados de los análisis, luego de haber realizado cuatro aplicaciones de Maneb y de haber transcurrido 56 días después de la última aplicación.

De acuerdo con diferentes estudios realizados con anterioridad donde se analizaron 167 muestras de alimentos (frutas, verduras, productos de granos), producidos o importados en Canadá, 56 de ellos contenían niveles detectables de etilentiourea con concentraciones que oscilaban entre 0,01-0,150 ppm y una concentración media de aproximadamente 0,02 ppm. Ripley y Cox (1978) mencionan que los productos comerciales de tomate (paquete entero, pasta, jugo, sopa, salsa de tomate), contenían residuos que iban desde <0,01-0,03; y en 11 productos comerciales de uva (jalea, mermelada, concentrados, bebida, vino), ocho contenían niveles detectables de ETU con concentraciones positivas que oscilaban entre <0,01-0,06 ppm y en Sassari, Italia encontraron concentraciones de ETU que oscilaban entre 0,007 y 0,43 ppm en 13 productos de 55 muestras de fruta y hortalizas frescas recolectadas. Estos estudios podrían corroborar que el subproducto podría ser localizado en la fruta del banano ya que este tiene contacto directo con el fungicida Mancozeb.

De acuerdo con un modelo de partición de partículas gaseosas, de compuestos orgánicos semivolátiles en la atmósfera el etilentiourea en fase de vapor en las diferentes aspersiones tanto aéreas como terrestres se puede degradar en muy poco tiempo en la atmósfera por reacción con radicales hidroxilo producidos fotoquímicamente; la vida media de esta reacción en el aire se estima en 3 horas, calculada a partir de su constante de velocidad de $1,4 \times 10^{-10}$ cu cm/molécula-seg a 25 °C que se derivó utilizando un método de estimación de estructura; el ETU en fase particulada se puede eliminar del aire mediante deposición húmeda o seca. Los estudios de fotólisis acuática indicaban que el Etilentiourea sufre fotólisis en agua fotosensibilizada, desionizada y aguas naturales esterilizadas. Ross y Crosby (1973) Se descompone en aguas naturales cuando se expone a la luz, pero no se descompuso en la oscuridad, por lo tanto ETU puede ser susceptible de fotólisis en el medio ambiente, el río objeto de estudio y canales primarios en las diferentes estaciones de muestreo establecidas recibían luz directa ya que no se encontraban bajo una vegetación prominente que pudiera refractar la luz degradando con facilidad el subproducto, lo que indica que fotosensibilizadores naturales pueden ser importantes en su transformación ambiental.

También se podría esperar que el Etilentiourea se adsorbida por sólidos suspendidos y sedimentos, no se espera que la volatilización de las superficies del agua sea de importancia basado en la contaste de la Ley de Henry, estimada en este compuesto. De esta manera, el subproducto al no encontrarlo en aguas superficiales en las diferentes estaciones analizadas, se asumiría que se encuentra en los sólidos suspendidos del cuerpo de agua objeto de estudio.

Teniendo en cuenta la distribución espacial ETU y el contenido de los metales pesados Mn y Zn, se encontró acumulación de metales pesados en los sedimentos de los drenes en los sitios de muestreo. Esto pudo deberse a que los ditiocarbamatos son causantes de redistribuir manganeso y zinc, como

consecuencia de su degradación liberan los iones que están presentes en su estructura. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, el subproducto puede que se haya degradado, pero se podrían encontrar amplias concentraciones de Mn y Zn; en concordancia con lo anterior, se podría encontrar acumulación de estos metales en las diferentes estaciones de muestreo.

Conclusiones

La actividad agrícola bananera que se presenta en la zona, implica actividades que, van desde la siembra hasta la exportación, las cuales incluyen el uso de agrotóxicos como insecticidas, herbicidas y fungicidas, estos por medio de lixiviación o escorrentía de los drenajes de las Ancas hacen contacto con la fuente hídrica objeto de estudio. Fueron identificados 23 ingredientes activos, siendo el Mancozeb el más utilizado; una cantidad considerable que no se viene analizando en la región por las autoridades ambientales donde éstas, solo se tiene en cuenta para sus análisis o ingredientes activos utilizados principalmente en proceso de poscosecha, dejando a un lado las demás actividades de la fruta.

Los parámetros fisicoquímicos como la turbidez están asociados a las actividades agrícolas bananeras, el incremento de los niveles de turbidez causa una disminución de oxígeno disuelto, necesario para la buena calidad del agua, los organismos dependen de la temperatura del agua, los contaminantes presentes.

La implantación excesiva de ingredientes activos, afecta directa e indirectamente a la población que se encuentra cercana a las riberas del cuerpo de agua, donde no se puede realizar para uso recreativo- pesca ya que se estaría exponiendo a problemas toxicológicos.

El índice de contaminación del Etilenurea (ETU), se encontró bajo los parámetros permisibles; pero estos se basan en las condiciones fisicoquímicas del cuerpo del agua objeto de estudio que puedan favorecer las condiciones de degradación del subproducto como también el ingrediente activo (I. A.).

La actividad agrícola bananera presenta una relación directa con los problemas ecotoxicológicos de los cuerpos de aguas superficiales en la zona del Urabá, en especial el río Carepa que se convirtió en el principal receptor de las aguas residuales generadas por esta actividad, un problema de desatención por parte de las empresas productoras de la fruta como lo son las comercializadoras de agroinsumos, pues no se está presentado el suficiente interés en la disminución de pesticidas, dejando de un lado alternativas más amigables o agroecológicas con el medio ambiente y la comunidad.

Tanto las autoridades ambientales como gubernamentales no están ejerciendo un papel determinante, de la mano con la empresa privada, en donde los beneficiados sean las comunidades y ecosistemas que han sido afectados directa e indirectamente tanto por el uso como por abuso de agroquímicos.

Referencias

- Aguirre-Buitrago, J. C., Narváez-González, S. C., Bernal-Vera, M. E., y Castaño-Ramírez, E. (2014). Contaminación de operarios con Clorpirifos, por práctica de embolsado de banano (*Musa sp.*) en Urabá, Antioquia. *Luna Azul*, (38). <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n38/n38a12.pdf>
- Alfonso M., F. L., y Toro Suárez, I. (2010). Riesgo ambiental por el uso de agroquímicos. *Inventum*, 5(9), 32-41. <http://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.5.9.2010.32-41>
- Augura. (2014). Diagnóstico del consumo de agua y eficiencia de remoción en diversos sistemas de tratamiento de agua para el lavado del banano. Augura.
- Boopsthy, R. (2000). Factors limiting bioremediation technologies. *Bioresource Technology*, 74, 63-67.
- Corpouraba. (2008). Agroquímicos. Aparadó.
- Corpouraba. (2012). Plan de gestión ambiental regional, versión 02, 2012 -2024. Apartadó, Uraba, Antioquia: Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá-Corpourabá.

- Del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez, T. S., & Palacio Estrada, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Instituto Nacional de Higiene, *Epidemiología y Microbiología*, 372-387. <http://www.redalyc.org/pdf/2232/223240764010.pdf>
- DNP-Dirección Nacional de Planeación. (2011). Sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/7C.%20Cap%C3%ADtulo%20VI.pdf>
- Engst, R., y Schnaak, W. (1970). Studies on the metabolism of the ethylenebisdiethiocarbamate fungicides maneb and zineb. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 143, 81-85.
- FAO. (2002). Agricultura mundial hacia los años 2015/2030. Perspectivas para el medio ambiente. <http://www.fao.org>; <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- Marín, D.; Romero, R. (1992). El combate de la Sigatoka negra. Corporación Bananera Nacional, S.A., Departamento de Investigaciones, Boletín No. 4.
- República de Colombia (1984). Decreto 1594 de 1984. Ministerio de Agricultura
- Pazmiño, O. (1989). Estudio de determinación de residuos de Maneb en tomate. *Revista sanitaria vegetal*, 4.
- Perdomo, G., y Gómez, M. (2000). Estatuto para el área jurisdicción de la corporación autónoma regional del Tolima 3° ed. Ibagué: Cortolima
- República de Colombia (2007, 9 de mayo). Decreto 1575 DE 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Presidencia de la República de Colombia.
- Rossi, D. (2013). Los Agroquímicos usados en Las Plantaciones Bananeras y sus Efectos en el Agua, la Gente, y el Ambiente en la Comunidad de Changuinola, Bocas del Toro, Panamá. Independent Study Project (ISP) Collection. 1595. https://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2638&context=isp_collection

Notas

- * Artículo de investigación. Este artículo es el resultado del proyecto de investigación “Evaluación de la Incidencia de la actividad agrícola bananera en aguas superficiales del río Carepa y red de drenajes de varias fincas bananeras, en la región del Urabá Antioquia – Colombia”, desarrollado por el autor en los periodos 2017, 2018 y 2019 como trabajo de grado para optar el título de magíster en Desarrollo sostenible y medio ambiente de la Universidad de Manizales.