

Evaluación de la sostenibilidad de la cadena de suministro agroindustrial de café en dos Municipios del Oriente de Cundinamarca

Leidy Natalia Zapata Restrepo, Msc¹, Luz Maribel Guevara Ortega, MEng.²,

¹Universidad EAN, Colombia, lnzapata@universidadean.edu.co,

² Universidad EAN, Colombia, lmguevara@universidadean.edu.co

• Abstract— El café es un icono positivo de Colombia para el mundo, representó el 22% del PIB agrícola y el 12% del PIB agropecuario al cierre de 2017 para Colombia según [1] ; sin embargo, múltiples factores permiten postular la hipótesis de la sostenibilidad de esta cadena de suministro para todos los stakeholders involucrados en ella, los bajos precios en el mercado internacional [2] el uso de tecnologías convencionales como pesticidas que posiblemente generan impactos ambientales en la salud humana, los recursos naturales y los ecosistemas [3], En esta investigación se realiza la evaluación de la sostenibilidad de la cadena de suministro de café en los Municipios de Choachí y Ubaque en Cundinamarca por medio de la evaluación de impacto ambiental generado por medio de la metodología ISO 14042, de igual forma se analiza la sostenibilidad económica y social para el caficultor de estos municipios; se pretende que esa investigación sea una herramienta de mejoramiento en las practicas productivas de la agroindustria colombiana e instrumentos para el diseño de una cadena de suministro sostenible en el sector agrícola [4].

Keywords—*Coffea arabica*, *impacto ambiental*, *cadena de suministro sostenible*. *Pesticidas*. *ISO 14042*

I. INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica*) tiene un gran impacto a nivel social y económico en Colombia, constituye una fuente de ingresos para las familias del sector rural, dada la generación de empleos que representa esta actividad. Para [5], [6] afirman que “el café más que un producto agrícola es ante todo un tejido social, cultural, institucional y político que ha servido de base para la estabilidad democrática y la integridad nacional”.

La caficultura colombiana se ha visto afectada en los últimos años por altos índices de infección del hongo causante de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) afectando especialmente variedades de café susceptibles como Caturra y Típica, y por ataques permanentes del insecto plaga conocido como broca (*Hypothenemus hampei* Ferr.). Estos problemas son considerados como la enfermedad y la plaga más limitantes en la producción de café para el país [7] y arremeten

con mayor impacto debido a los factores de cambio climático e intensificación de fenómenos naturales como el niño y la niña.

Como respuesta a lo anterior Cenicafé ha desarrollado variedades resistentes a la Roya del café (*Hemileia vastatrix*), como las variedades Colombia y Castillo, sin embargo, al persistir la roya por variedades susceptibles se hace necesario para el caficultor aplicar sustancias como el Cyproconazol, por otro parte, el uso de sustancias como Clorpirifos para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.).

La región cubre menos del 0.015% de la superficie del país y alberga al 7% de las especies de plantas y animales (Instituto von Humboldt, 1997). Citado por [7].

Esta investigación busca identificar de forma cualitativa los impactos en la Salud humana, los recursos naturales y los ecosistemas cafeteros causados por el uso de pesticidas de uso frecuente en esta práctica agrícola, por medio de la metodología ISO 14042 de 2007.

II. EL CAFÉ VARIEDAD CASTILLO

Según publicaciones realizadas por Cenicafé, el cafeto es un arbusto que se da en tierra tropical y es integrante de la familia de rubiáceas las cuales son numerosas tanto en especie como género. Los granos de café o semillas están contenidos en el fruto del arbusto, los cuales en estado de madurez toman un color rojizo conocidos con el nombre "cereza", cada uno de ellas consiste en una piel exterior que envuelve la pulpa dulce, en la parte interna existe una envoltura de aspecto dorado que protege y está en contacto con las semillas [8].

El mejoramiento genético del café en Colombia tendiente a la obtención de variedades con resistencia a la roya del cafeto y conservando los atributos agronómicos a las variedades tradicionales de café da origen a la “variedad Castillo”, desarrollada a partir del cruzamiento de la variedad Caturra por el híbrido de Timor.

Es una variedad compuesta, de porte bajo, ligeramente mayor que Caturra, de ramas largas, hojas grandes, vigorosa, de grano grande, excelente calidad en taza, producción superior a la de Caturra y adaptada a la zona cafetera de Colombia.

En la tabla 1, se describen las características de la variedad Castillo, con gran similitud y buena calidad a otras variedades tradicionalmente cultivadas.

TABLA 1
CARACTERISTICAS VARIEDAD CASTILLO

Característica	Variedad Castillo
Resistencia a plagas y enfermedades	Se han realizado pruebas, donde el 97,5% fue clasificado dentro de los grupos de resistencia a la roya del café. Tolerancia a la enfermedad de las cerezas del café. Facilita la producción limpia de café, ya que no requiere de la aplicación de fungicidas para el manejo químico de la roya del café.
Defectos del grano	La selección por tamaño del grano, brinda un excelente resultado logrando una variedad compuesta que posee una proporción de café supremo superior a 80% en promedio.
Calidad en taza	La bebida presenta cuerpo y amargor suaves Aroma y acidez pronunciadas para grados medios de tostación. No se detectaron diferencias significativas en la calidad de la bebida
Manejo agronómico	La selección de material de siembra (colinos), densidades de siembra superiores a 5.000 tallos o plantas/ha, los planes de fertilización basados en los análisis de suelos y en el reconocimiento de las condiciones particulares de los lotes, y el manejo integrado de plagas y arvenses, entre otros

Fuente: Adaptado [9]

Se calcula que el valor de la cosecha es superior a los \$200 mil millones. Esta cadena productiva le genera alrededor de cien mil empleos directos e indirectos al sector rural en Cundinamarca.

Las variedades de café Castillo ingresaron al mercado en el año 2005 por La Federación Nacional de Cafeteros, para el año 2012 se renovaron 234.000 ha en las cuales en el 90% de esta superficie fue empleada la variedad Castillo [10].

B. Cadena de suministro sostenible agroindustrial del café

En el entorno empresarial de hoy en día, además de competir en los costos y rentabilidad, las organizaciones tienen un nuevo enfoque en la sostenibilidad [11]. En un enfoque integral de la cadena de suministro el compromiso de los caficultores es fundamental y de vital importancia involucrar a los trabajadores, proveedores, distribuidores y clientes en las actividades de sostenibilidad en todo el ciclo de vida del café.

Para los caficultores es importante realizar un trabajo conjunto con los proveedores para desarrollar una cadena de suministro sostenible, con la finalidad de reducir los costos, mitigar el riesgo, generar nuevas fuentes de ingresos y aumentar el valor de la marca.

El proceso productivo del café está constituido por una serie de etapas que conforman su proceso inician desde la siembra cumpliendo las normas establecidas por Cenicafe, esta etapa está integrada por la semilla, germinador, almácigo, adecuación del terrero e instalación del sombrío. Por ejemplo, en el caso de la adecuación del terreno en Cundinamarca, el café está sembrado en las vertientes de la cordillera oriental. Para evitar la pérdida del suelo, el trazo del cultivo se realiza

en triángulo a través de la pendiente, utilizando prácticas de conservación del suelo.

Una segunda etapa, de crecimiento, en ella se realizan actividades de manejo integrado de arvenses (malezas), manejo integrado de plagas y enfermedades y fertilización.

En la tercera etapa, Producción, donde se realizan actividades de floración y fructificación.

En la cuarta etapa, de la cosecha del café, donde grano a grano se recolecta en los lotes el café maduro, lo cual permite iniciar el procesamiento de los frutos, enmarcando en la preservación de la calidad del café.

La última etapa la post-cosecha, la cual está integrada por las actividades de despulpado, fermentación y lavado, posteriormente el secado parte fundamental de la calidad de un buen café, para llevarlo al almacenamiento, trilla y torrefacción, para llevar un café de excelente calidad al usuario final.

C. Productos fitosanitarios

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), un plaguicida o producto fitosanitario, es cualquier sustancia o mezcla de sustancias, que se utilice para prevenir, controlar o destruir una plaga.

Los productos fitosanitarios ocupan un lugar importante dentro del total de sustancias químicas a las que el hombre está expuesto [12]. Ha recibido varias denominaciones, tales como agroquímico o plaguicida. En la actualidad, se usa el término fitosanitario, haciendo énfasis en el efecto protector del producto sobre la sanidad de los cultivos [13].

Actualmente hay más de 1500 principios activos que, en distintas mezclas y concentraciones, generando más de 50000 productos registrados a nivel mundial como plaguicidas [14].

III. METODOLOGIA

La investigación se desarrolló en el segundo periodo del año 2018, en el Departamento de Cundinamarca-Colombia; el municipio de Choachi en las veredas: Río Blanco, El Resguardo, El Empalme, Romero Alto, Romero Bajo y La Unión.

Se visitaron 16 fincas y la toma de datos se hizo mediante entrevista, la persona entrevistada fue en todos los casos el dueño del predio que a su vez es quien se encarga de las labores agrícolas y de la comercialización del café, la selección de las fincas a visitar se hizo por facilidad de desplazamiento. Por tanto, se considera que esta es una investigación cualitativa de tipo analítico. La evaluación de impacto ambiental se realizó mediante la metodología ISO 14042: 2006, la cual consiste en analizar de forma cualitativa los impactos ambientales generados por la materia prima, la materia auxiliar y la energía generada invertida en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto, el impacto ambiental se evalúa en tres aspectos fundamentales: 1: La Salud

Humana; 2: Ecosistema; 3: Recursos naturales. Se evaluaron específicamente los factores de:

Ecotoxicidad, Eutrofización, Material particulado, Lluvia ácida, Metales pesados, Sustancias oncogénicas, mutagénicas, teratogénicas, Daño en la capa de ozono.

Con el fin de evaluar la sostenibilidad económica, se consultó y en algunos casos se hicieron cálculos con el caficultor, debido a su desconocimiento sobre sus propios costos de producción, posteriormente se determinaron según las facturas el precio de venta en promedio y analizando que el productor de café solo tiene producto dos veces al año, es decir las utilidades obtenidas, deben ser suficientes para solventar el costo de vida familiar por seis meses.

IV. RESULTADOS

En la tabla 2 y 3, Se observa que las utilidades obtenidas por las familias ubicadas en los Municipios de Ubaque y Choachí del Departamento de Cundinamarca son insuficientes para autoabastecer las necesidades de la familia, debido a que el costo de la canasta familiar, vivienda, educación y salud, oscila en \$780.000, precio de venta de café pergamino seco, teniendo un ingreso promedio de \$50.000 pesos mensuales, se considera insuficiente, por tanto se concluye que la sostenibilidad de la producción de café en términos económicos no es sostenible.

Y se hace necesario, investigar la sostenibilidad económica cuando la cadena de abastecimiento no llega solamente a café pergamino seco, sino que además se hace el proceso de agroindustria, desde trilla- tostado- molido-empacado- transportado- entregado.



Fig. 1. Método de disposición final de los envases fitosanitarios.

En la figura 1, el 36% de las fincas realiza una disposición final de los envases de los pesticidas usados en la producción del café, por medio de quemado al aire libre, lo anterior es una práctica prohibida, debido a que la emisión de contaminantes tóxicos se traslada al aire y desde allí ocurre dispersión del mismo, adicionalmente, el envase al estar construido en plástico y ser quemado a temperaturas por debajo del 1100 C, genera dioxina y furanos, sustancias tóxicas y oncogénicas.

De igual forma, en la misma ilustración se observa un 64% de envases que son dispuestos con en tratamiento de

enterramiento, trasladando el contaminante al suelo y aguas subterráneas.

Tabla 2
Información caso de estudio

Mun	Vereda	Variedad	T-prom	problema	Método de control
Choachí	Choachí	Castillo	18	Broca	Químico
Choachí	Rioblanco	Castillo	18	Broca	Químico
Choachí	Rioblanco	Castillo-Caturra	18	Roya	Químico
Choachí	El Resguardo	Castillo	16	Broca	Químico
Choachí	El Resguardo	Castillo	16	Broca	Químico
Choachí	El Resguardo	Castillo	16	Broca	Químico
Choachí	La Unión	Castillo-Caturra	22	Roya	Químico
Choachí	La Unión	Castillo-Caturra	22	Roya	Químico
Choachí	La Unión	Castillo	22	Broca	Trampas
Choachí	La Unión	caturre	22	Roya	Químico
Choachí	El Empalme	caturre	24	Roya	Químico
Ubaque	Romero Alto	caturre	17	Roya	Químico
Ubaque	Romero Alto	Castillo - Caturra	17	Roya	Químico
Ubaque	Romero Alto	Castillo Caturra	17	Roya	Químico
Ubaque	Romero Bajo	Castillo	23	Broca	Alerta temprana
Ubaque	Romero Bajo	Castillo	23	Roya	Químico

Fuente: Autores (2019)

Tabla 3
Resultados impacto ambiental

Asistencia técnica	Entrega empaque tienda agrícola	Uso del empaque después del uso	Costo de prod. (Aprox X carga)	Precio de venta	Prod anual X Carga	Utilidad neta
1- FNC	NO	ENT.	680.00 0	800.00 0	3,5	360.00 0
UMATA	NO	ENT	690.00 0	730.00 0	4,0	120.00 0
NO TIENE	NO	ENT	630.00 0	730.00 0	3,7	300.00 0
UMATA	NO	ENT	670.00 0	740.00 0	3,8	210.00 0
1- FNC	NO	ENT	610.00 0	730.00 0	4,0	360.00 0
1- FNC	NO	ENT	590.00 0	800.00 0	4,2	630.00 0
NO TIENE	NO	ENT	590.00 0	730.00 0	4,5	420.00 0
NO TIENE	NO	ENT	600.00 0	730.00 0	3,8	390.00 0

1-FNC	N/A	N/A	600.00 0	730.00 0	3,7	390.00 0
NO TIENE	NO	ENT	640.00 0	740.00 0	3,7	300.00 0
NO TIENE	NO	QUE M	700.00 0	760.00 0	4,0	180.00 0
NO TIENE	NO	ENT	670.00 0	730.00 0	4,0	180.00 0
NO TIENE	NO	QUE M	610.00 0	780.00 0	3,8	510.00 0
UMATA	NO	ENT	690.00 0	790.00 0	3,8	300.00 0
			700.00 0	760.00 0		180.00 0
1-FNC	N/A	N/A	610.00 0	730.00 0	3,6	360.00 0
NO TIENE	NO	QUE M	610.00 0	730.00 0	4,0	360.00 0

Ent: enterrado QUEM.: Quemado
Fuente: Autores (2019)

En la figura 2, de las 16 fincas evaluadas, 14 de ellas, realizan control químico para los problemas fitosanitarios encontrados.



Fig. 2. Método de control fitosanitarios

Posteriormente se aplicó la norma ISO 14042 a estos dos productos con el fin de conocer sus efectos. Esta investigación busca identificar de forma cualitativa los impactos en la Salud humana, los recursos naturales y los ecosistemas cafeteros causados por el uso de pesticidas de uso frecuente en esta práctica agrícola, por medio de la metodología ISO 14042 de 2007.

Mediante la aplicación de la norma ISO 14024, se evaluó cualitativamente el impacto ambiental generados por los plaguicidas aplicados en el control fitosanitario, en todos los casos se evidencia un impacto a largo plazo e irreversible, tanto en la salud humana, como en los recursos naturales, la afectación en el ecosistema de debe además a los tratamientos usados en la disposición final de los envases de plaguicidas

Los principales impactos ambientales se identifican en la salud humana con características de daños directos sobre el caficultor expuesto a la sustancias es el caso de los daños como oncogénesis y daños en la respiración, también se observan posibilidades de daño sobre su progenie como daño mutagénico y teratogénico, como impacto en el ecosistema se identifican deterioros directos en el aire, agua y el suelo con el

ciproconazol como sustancia bioacumulable se determina como deterioro de los recursos naturales debido a que es pasa de generación en generación, de igual forma el enriquecimiento de nutrientes en aguas generados por los fertilizantes y a su vez el deterioro en los recursos hídricos por eutrofización; permiten analizar que las etapas de siembra en campo y cosecha, entendiéndose ésta no solo como la etapa de captación del café cereza sino también las labores relacionadas con el cuidado y protección del grano son las que general un mayor impacto en la salud humana, el ecosistema y la disminución de los recursos aire y suelo.(Tabla 4).

Tabla 4
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DURANTE EL CICLO DE VIDA DEL CAFÉ

Fase del producto o servicio	Componente del producto o servicio	Impacto en la salud humana	Impacto en el Ecosistema	Impacto en Recursos
Siembra en semillero	Semilla	N/A	N/A	N/A
Riego	Agua	Bioacumulables Oncogénico	N/A	N/A
Siembra en campo	Cloruro De Calcio	N/A	N/A	N/A
	Fertilizante 103010	NA	Agua, suelo y aire, GEI, Lluvia ácida, Eutrofización	Agua, suelo y aire
	Insecticida Lorsban	Agua, suelo, aire, Componentes orgánicos volátiles, GEI, tóxico	Agua, suelo, aire	Agua, suelo, aire
	Fertilizante	Eutrofización, GEI	Agua, suelo	Agua, suelo
cosecha	Despulpado	N/A	N/A	N/A
	Control de roya (Ciproconazol)	Oncogénico, teratogénico, Respirable, Mutagénico	Xenobiótico, contaminación en agua, suelos, afectación por daño en	Oncogénico, teratogénico, Respirable, Mutagénico, Bioacumulab
	secado	Oncogénico	N/A	N/A
Empacado	Bolsas	Agua, suelo, aire, evaporación	Agua y suelo	Agua y suelo
Conservación	Refrigeración	GEI	GEI	GEI
Comercialización	Transporte	N/A	GEI y material particulado	GEI y material particulado

Fuente: Autores (2019)

IV. CONCLUSIONES

La caficultura desarrollada en los Municipios de Chochi y Ubaque no son sostenibles en términos económicos ni sociales debido a que las utilidades generadas semestralmente son un 150% inferiores a lo requerido por una familia promedio, de tal forma que activada económica en pequeña escala como se está desarrollando en la actualidad (menos de 1,5 ha) en promedio, no representa la seguridad alimentaria de la familia y tampoco una calidad de vida adecuada.

Los principales problemas fitosanitarios que continúan presentándose son generados por la roya de café (*Hypotenemus hampei*) y la Roya (*Hemileya vastatrix*), ambas en la mayoría (80%) fueron controlado en las fincas por medio de químicos, se resalta el uso de Clorpirifos y Cyproconazol, en sus respectivos casos, además de un caso de Carbofuran, sustancia prohibida, en el caso de la evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por estas sustancias, se encontró que generan graves impactos a la salud humana en mediano y largo plazo, además de los impactos generados sobre el suelo y su flora y microflora y sobre ecosistemas de forma general.

Se concluye además que los proveedores de dichas sustancias tóxicas no cumplen con el decreto 605 de 1996 Ministerio de Salud (deroga el decreto 2104/83 del Ministerio de Salud) y la Norma Colombiana 3584 de 1993 ICONTEC, causando daño en el entorno por no cumplir con la disposición final de los envases de dichas sustancias.

Los principales impactos ambientales en ecosistema, salud humana y recurso, se evidenciaron en las etapas de siembra en campo y cosecha, por el uso de plaguicidas.

Finalmente, la caficultura en los Municipios de Choachí Ubaque, aun no cumplen con una cadena de abastecimiento sostenible, según la anterior investigación y es necesario proponer estrategias, desde la academia, las entidades privadas y públicas, con el fin de lograr este propósito.

REFERENCIAS

- [1] Federación Nacional de Cafeteros. Recuperado abril 2019. https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/sala_de_prensa/detalle/2018_ano_de_grandes_desafios_para_el_sector_y_el_gremio_cafetero_colombiano/
- [2] Federación Nacional de Cafeteros. Recuperado agosto 2018d. https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/sala_de_prensa/detalle/ante_bajos_precios_del_cafe_fnc_continua_buscando_alternativas_para_aliviar/
- [3] Bastidas, C & Ibarra, R. *Estudio de factibilidad para el montaje de una planta productora de café (Coffea arábica) tostado y molido en el municipio de Samaniego, Nariño, 2012*
- [4] Silva, A y Trejos, C. *Prospectiva del café: sabor y aroma de una tradición*, 2016. Recuperado noviembre 2018. <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/revista-estrategica-organizacion/articulo/download/2097/2304>
- [5] Trejos P., J.F.; Serna G., C.A.; Cruz C., G.; Calderón C., P.A. *Ventajas sociales y ambientales de la adopción de la Norma de Agricultura Sostenible en dos regiones cafeteras de Colombia*. Revista Cenicafé, vol. 62 no.2, pp. 111-131, 2011.
- [6] CIEBREG. *Valoración de la Biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero*, pp. 11- 237, 2009
ISBN: 978 - 958 - 44 - 4513 - 1,
- [7] Cruz C., G.; Trejos P., J.F.; Serna G. C.A.; Calderón C., P.A. Evaluación de ingredientes activos de plaguicidas aplicados en sistemas de producción cafeteros certificados y no certificados en Cundinamarca y Santander. Revista Cenicafé vol. 62 no.1, pp 17-31, 2011
- [8] Cenicafé. *Crecimiento del café en diferentes altitudes. Cuantificación de la floración, cuajamiento y desarrollo del fruto en las Subestaciones Experimentales*. In: Resumen Informe Anual de Actividades Cenicafé. Chinchiná, Cenicafé, pp.37 - 38, 2001
- [9] Alvarado, Posada y Cortina. *Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la Roya*, *Avances técnicos* CENICAFE, vol. 307, pp. 1-7, 2005.
- [10] DANE. Boletín de prensa Cuentas Nacionales Trimestrales – Producto interno Bruto, 2018. Recuperado 23 de octubre de 2018: <http://www.dane.gov.co>
- [11] Cenicafé. *Variiedad Castillo. Preguntas frecuentes*, *Avances Técnicos*. Cenicafé, vol 426. Pp 1-12, 2012
- [12] Tang & Zhou. *Research advances in environmentally and socially sustainable operations*. *European Journal of Operational Research*, vol. 223, pp. 585–594, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.07.03>
- [13] Villaamil, E. C.; Bovi Mitre, G. & Nassetta, M. *Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina*. *Rev. Internacional de Contaminación Ambiental*. Número especial sobre plaguicidas. Buenos Aires. Argentina, vol. 29, pp.25-43, 2013.
- [14] CASAFÉ. *Guía de Productos Fitosanitarios. Productos de la A-Z*. Buenos Aires. Argentina, Edición 2015-2017, 2015.