

PERFIL TÉCNICO AMBIENTAL PARA DETERMINAR CRITERIOS DE
SOSTENIBILIDAD PARA FERTILIZANTES

JULIÁN ANDRÉS FRANCO SALINAS
JULIÁN ANDRÉS SEPÚLVEDA LONDOÑO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SISTEMA DE FORMACIÓN AVANZADA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTION AMBIENTAL
MEDELLIN

2017

PERFIL TÉCNICO AMBIENTAL PARA DETERMINAR CRITERIOS DE
SOSTENIBILIDAD PARA FERTILIZANTES

JULIÁN ANDRÉS FRANCO SALINAS
JULIÁN ANDRÉS SEPÚLVEDA LONDOÑO

Asesores

MARCELA PÉREZ

Licenciada en Ciencias Naturales, Especialista en Gestión Ambiental

ADRIANA ALZATE

Ingeniera Química, Master en Ingeniería y Tecnología Ambiental

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SISTEMA DE FORMACIÓN AVANZADA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
MEDELLÍN

2017

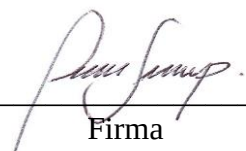
Enero 20 del 2017

Nosotros, Julián Andrés Franco Salinas & Julián Andrés Sepúlveda Londoño.

“Declaramos que esta tesis (o trabajo de grado) no ha sido presentada para optar a un título,
ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad”, Art 82
Régimen Discente de Formación Avanzada

Julián Andrés Franco S

Firma



Firma

TABLA DE COTENIDO

Introducción.....	1
1. Objetivos.....	4
1.1. Generales.....	4
1.2. Específicos.....	4
2. Selección del producto y alcance del PTA	5
3. Perfil técnico ambiental de los fertilizantes	9
3.1. Información histórica sobre los fertilizantes	9
3.2. Mercado mundial de los fertilizantes	11
3.2.1. Oferta y demanda de fertilizantes.....	17
3.3. Marco legal de los fertilizantes en el país y su relación con la normatividad ambiental.....	22
3.4. Ciclo productivo para los fertilizantes.....	26
3.4.1. Aspectos ambientales del B&S analizado con enfoque del ciclo de vida	28
4. DEFINICIÓN DE CRITERIOS AMBIENTALES.	31
4.1. Eco-etiquetas relacionadas	33
5. OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL CICLO DE VIDA	34
5.1. Para el Uso.	34
5.2. Para el transporte.	37
5.3. Para la producción.....	38
5.4. Para la disposición final.	39
6. CONCLUSIONES.....	39
7. BIBLIOGRAFÍA.....	41

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Comportamiento de las exportaciones del sector de abonos, segundo semestre del 2015. Fuente: Legiscomex, 2016.....	13
Figura 2. Comportamiento de las importaciones del sector de abonos, segundo semestre del 2015. Fuente: Legiscomex, 2016.....	15
Figura 3. Producción mundial de fertilizantes por región. Fuente; Grupo fosfatos - agro-minerales, 2015.	17
Figura 4. Evolución de fertilizantes hasta el año 2015. Fuente: FAO, 2015.....	20
Figura 5. Esquema normativo ambiental del ciclo de vida de los fertilizantes. Fuente: Autoría Propia	22
Figura 6. Estructura esquemática del proceso de producción de los fertilizantes en Colombia Fuente: Pérez, Velez,2004.....	27

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad colombiana en aspectos ambientales referente al uso de fertilizantes y otros. Adaptado de Asocaña,2014.	25
Tabla 2. Etapa ciclo de vida vs. Aspecto ambiental. Fuente: Autoría propia.	29
Tabla 3. Criterios ambientales y de verificación para el ciclo de vida de los fertilizantes. Fuente: Autoría Propia	31
Tabla 4 Eco-etiquetado europeo y su normatividad .Fuente: Autoría Propia.....	33

Resumen

Este trabajo consiste en el desarrollo desde una perspectiva cualitativa del Perfil Técnico Ambiental para los fertilizantes inorgánicos, en donde se analiza su impacto sobre el medio ambiente considerando el pensamiento del ciclo de vida y se proponen sugerencias para reducir los impactos ambientales generados en cada una de las fases del ciclo de vida.

El documento se orienta como fuente de información básica para las personas que quieran conocer los diferentes aspectos que enmarcan el proceso de producción, transporte, uso y disposición final para los fertilizantes inorgánicos. También da una mirada al mercado mundial de estos productos y muestra como el aumento en su aplicación ha generado mejoras en la productividad, pero al mismo tiempo su excesivo uso y las malas prácticas que se hacen con ellos han generado problemas graves que van más allá de las zonas de aplicación y con el objetivo de minimizar los impactos negativos para el medio ambiente, se describen los criterios ambientales con un enfoque en el ciclo de vida desde la utilización de las materias primas de las que está compuesto hasta la gestión de los residuos.

Los criterios de sostenibilidad y los métodos de verificación acá planteados sirven de guía para las empresas y particulares que estén en plan de mejora ambiental y requieran reducir costos e impactos dentro de sus actividades; hay algunas modificaciones sencillas que pueden realizarse en los procesos y otras que requieren un grado de estudio más detallado.

Con la implementación de compras sostenibles que actualmente se hace a nivel gubernamental se hace importante alinearse a políticas y criterios como los aquí planteados, estos les permitirán a las empresas, competir en cuanto a contratos y prestaciones de servicios en el entorno de compras públicas las cuales son parte importante del PIB de un país.

También es importante reconocer el papel de los entes de control a nivel agropecuario que tiene el país, estas entidades están en la tarea de apoyar a los agricultores y darles mejores alternativas para mejorar sus cultivos, pero también regular la forma como estos realizan sus procesos productivos con el fin de que estas no generen afectaciones a la cadena productiva y en especial al ambiente

PALABRAS CLAVE: Agricultura, ciclo de vida, fertilización, inorgánico, criterio de sostenibilidad.

Introducción

Este documento tiene como propósito establecer el Perfil Técnico Ambiental (PTA) para los fertilizantes inorgánicos, entendiéndose el PTA como un estudio comprensivo y multidisciplinario de las condiciones ambientales que caracterizan a un bien o servicio considerando el pensamiento de ciclo de vida. Este documento consolida toda la información técnico-ambiental de un bien y servicio, con el fin de definir criterios de sostenibilidad desde la perspectiva del ciclo de vida, permitiendo a quienes lo utilicen, producen, adquieren o usan, conocer mejor las principales características ambientales de los principales procesos a lo largo del ciclo de vida. La información resultante de un PTA, busca apoyar los procesos de compra o adquisición, al brindar información clave en términos de criterios de sostenibilidad que apuntan a disminuir los aspectos e impactos ambientales más significativos del bien o servicio en todo el ciclo de vida y ayuda de manera significativa a realizar mejor los procesos de compras dentro de determinada empresa o entorno económico; esto último a nivel gubernamental, se encuentra enmarcado dentro del proceso de “compras sostenibles” que el Gobierno Nacional está implementando: “Colombia ha incorporado el direccionamiento internacional relacionado con la producción y el consumo sostenible y específicamente lo relacionado con las Compras Sostenibles, desde la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible mediante la estrategia de: "compra responsable de bienes y servicios sostenibles" que tiene

como objetivo repercutir en las decisiones de compra de productores y consumidores de bienes y servicios”.(Ministerio de Ambiente, 2016).

Este PTA que se desarrolla con este trabajo, se enfocará en los procesos productivos y de uso de los fertilizantes en la industria agro-colombiana, centrándose en los fertilizantes de tipo inorgánico. Sabemos que todas las actividades o procesos provocan impactos medioambientales, consumen recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones al entorno durante su vida. Nos interesa, por tanto, determinar los impactos que se producen en el medio ambiente y la forma en que estos influyen de manera directa o indirecta en la modificación del entorno; esta evaluación será útil para poder determinar de manera cualitativa posibles cambios a cada uno de los procesos asociados a cada parte del ciclo y disminuir así su impacto. Se presentará además el comportamiento del mercado de los fertilizantes de tipo inorgánico a nivel nacional e internacional (oferta vs demanda), su ciclo productivo básico, los problemas ambientales relacionados con su producción hasta el fin de su ciclo de vida y finalmente se propondrán unas recomendaciones u oportunidades de mejora para las diferentes fases del ciclo de vida de acuerdo con la información analizada (desde la extracción de materias primas hasta la elaboración, transporte, uso y eliminación; esto con el objetivo final de desarrollar programas y políticas sustentables).

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología que se conoce como de la cuna a la tumba”. Es posible realizar el ACV, gracias a la recopilación de un inventario de entradas y salidas de materia, energía y emisiones; a la evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados a este flujo y, obviamente, a la interpretación de los resultados. Este proceso sirve para analizar qué sucede desde el punto de partida con una

energía y unas materias primas dadas, hasta que se generan los residuos (que, en su sentido más amplio pueden entenderse como aquello que no es el producto que se busca, pero que tiene su origen en la actividad desarrollada); residuos que pueden ser emisiones atmosféricas, efluentes líquidos, residuos sólidos, subproductos u otros vertidos. (Rieznik,L 2005).

Los fertilizantes agrícolas consisten en una mezcla de compuestos de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), elementos considerados como los macronutrientes básicos de las plantas. También hay fertilizantes compuestos de elementos secundarios como el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S) y de otros elementos denominados menores. La falta de nutrientes presentes en el suelo de forma natural, además de la necesidad que tiene el hombre en la producción de alimentos para satisfacer la demanda mundial, ha llevado a la industria agrícola a utilizar fertilizantes que contribuyen con el mejoramiento de las condiciones del suelo, adicionando nutrientes y macronutrientes que son absorbidos por los cultivos. La forma en que los fertilizantes vienen determina a menudo por las condiciones de utilización y la eficacia del mismo. Los fertilizantes se presentan en estado sólido o líquido.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando estos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, afectado de manera significativa los recursos naturales. La utilización de fertilizantes producidos de manera sostenible, podrá atenuar los efectos que trae consigo la agricultura sobre el medio ambiente.

1. Objetivos

1.1. Generales.

Elaborar el Perfil Técnico Ambiental (PTA) para los fertilizantes agrícolas enfocados en los de tipo inorgánico y definir criterios de sostenibilidad que orienten la adquisición de este tipo de fertilizantes desde una perspectiva más sostenible

1.2. Específicos.

- Realizar una aproximación cualitativa al ciclo de vida de los fertilizantes con información disponible en la actualidad y determinar además los impactos que se producen a lo largo de las etapas del ciclo.
- Evaluar los impactos ambientales considerando el pensamiento del ciclo de vida de los fertilizantes inorgánicos y determinar posibles alternativas para estos procesos y/o opciones de reducción de los impactos generados.
- Determinar los principales criterios de sostenibilidad para los fertilizantes inorgánicos que puedan a futuro, influenciar procesos de compras para el sector público y privado
- Visualizar la perspectiva económica desde la oferta vs demanda a nivel mundial y local del mercado de fertilizantes inorgánicos, con el fin de identificar el incremento en el uso y aplicación del producto y su relación con los impactos ambientales.

2. Selección del producto y alcance del PTA

La selección de los fertilizantes para la elaboración de este PTA radica en la importancia actual que tienen para el desarrollo humano, estos compuestos orgánicos e inorgánicos son responsables de mejoras significativas en la cantidad y calidad de nuestras cosechas y del desarrollo alimenticio de nuestra sociedad actual; el uso de fertilizantes ha ayudado a aumentar la oferta de alimentos y ha generado la posibilidad de mejorar, tanto los suelos como la calidad de los productos que de estos se producen. Su papel es predominante en el incremento de las producciones agrícolas, y en consecuencia en la producción de alimentos, fibras e incluso de energía; lo anterior contrasta severamente con el carácter negativo de las informaciones que se vienen vertiendo actualmente sobre la utilización de fertilizantes inorgánicos en las explotaciones agrarias por parte de amplios sectores de la opinión pública, e incluso, desde algunas entidades públicas y privadas. Su importancia como mejorador de las condiciones de productividad de suelos degradados es grande, “El cincuenta por ciento de los suelos dedicados a cultivar cereales en el mundo presentan deficiencias en zinc y un treinta por ciento son deficientes en hierro. Estas son las carencias más importantes y cada día, con más intensidad, se está demostrando el insuficiente contenido de micronutrientes en los suelos de nuestro planeta”. (Agricultura Sostenible, 2016)

La industrialización agrícola de las últimas décadas tiene importantes implicaciones para el clima. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) estima que la agricultura es responsable de cerca del 14% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), un volumen similar al originado por el sector del transporte. Este 14%, sin embargo, no incluye las denominadas emisiones indirectas de la agricultura, como la energía gastada en la fabricación de fertilizantes, ni en la producción y utilización de maquinaria agrícola ni en el transporte (de insumos y cosechas), que se incluyen en los apartados de industria, energía y transporte. (Ecologistas en acción, 2014). En cuanto al cambio climático, la importancia de los fertilizantes radica en su uso extensivo y su incontrolada venta, que genera una saturación de los suelos con sustancias que son a la larga nocivas para la cadena alimenticia. Las emisiones más importantes de la agricultura son las de óxido nitroso (N_2O), producido en los suelos, a partir de los fertilizantes nitrogenados de síntesis y/o abonos orgánicos (38%).

Para la OCDE, en su informe de evaluación de desempeño ambiental realizado para Colombia en el año 2014, (OCDE, 2009) la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero en el país fue superior al promedio de la región, esto se debe al alto nivel de emisiones de metano (CH_4), producto de la fermentación entérica y de emisiones de óxido de nitrógeno (NO) derivadas del uso de fertilizantes. La agricultura es responsable del 35% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, excluidos el cambio de uso de la tierra y la silvicultura, mientras que en los países de la OCDE esta cifra alcanza el 7%. Este documento resalta que El empleo de fertilizantes nitrogenados y fosfatados comerciales aumentó considerablemente. Colombia es uno de los principales consumidores de fertilizantes comerciales de América Latina (se estima que un 70% del nitrógeno aplicado y

un 75% del fósforo se pierden). Lo anterior demuestra la importancia de este tipo de compuestos para el cambio climático y los fenómenos asociados con este.

La agricultura aporta más del 20 por ciento de las emisiones globales de gas invernadero antropogénico. Más aún, la intensificación agrícola ha tenido impactos considerables en detrimento de los ecosistemas terrestres y acuáticos en todo el mundo. La duplicación de la producción durante los últimos 35 años estuvo asociada con el aumento de 6,9 veces la fertilización con nitrógeno, de 3,5 veces la fertilización con fósforo y de 1,7 veces las tierras irrigadas. (FAO, 2016)

El impacto general y el potencial de mitigación del manejo de fertilizantes referente a las emisiones de gases invernadero son factores importantes. La huella total promedio de carbono en el uso de fertilizantes a base de nitrato de amonio es de 5,6 kg equivalentes de CO₂ por kg de N aplicado. Gestión mejorada del nitrógeno puede reducir las emisiones en manera significativa, dependiendo de las condiciones del suelo y del clima. (YARA, 2016).

En Colombia se utiliza una cantidad relativamente alta de fertilizantes: en términos de monto aplicado por hectárea de tierra arable, el país fue clasificado décimo entre 157 países analizados (Banco Mundial, 2014); se estima que se desperdicia el 70% del nitrógeno aplicado y el 75% del fósforo. El aumento de estos gases se ha dado principalmente por el alto nivel de emisiones de metano (CH₄), producto de la fermentación entérica y de emisiones de óxido de nitrógeno (N₂O) derivadas del uso de fertilizantes. La agricultura es responsable del 35% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, excluidos el cambio de uso de la tierra y la silvicultura, mientras que en los países de la OCDE esta cifra alcanza el 7% (OCDE, 2009).

Este Perfil Técnico Ambiental (PTA) se enfocará en el sector de los fertilizantes **inorgánicos** (su utilización es más alta que la de fertilizantes orgánicos dado que sus

beneficios son mayores, debido a que la concentración de nutrientes principales que le aportan a los suelos viene en niveles más elevados, dichos nutrientes principales les aportan a los suelos cantidades concentradas de nitrógeno, potasio y fósforo); estos son precisamente los que presentan los mayores riesgos, retos para la sostenibilidad ambiental y restricciones en una sociedad cada vez más consciente de la importancia de conservar el ambiente y minimizar el efecto de las actividades antrópicas. La identificación de los aspectos ambientales de estos fertilizantes se encuentra enmarcada dentro de las etapas del ciclo de vida, para las cuales se tiene en cuenta, desde la extracción de las materias primas, la producción, distribución, uso y disposición final. A partir de la información primaria y secundaria recolectada se hará una descripción de cada etapa y sus implicaciones ambientales; se generarán unas conclusiones sobre las implicaciones ambientales del ciclo de vida de estos fertilizantes y se darán unas recomendaciones sobre los posibles cambios en los procesos que puedan ayudar a mejorar la calidad ambiental de este elemento.

3. Perfil técnico ambiental de los fertilizantes

3.1. Información histórica sobre los fertilizantes

Desde tiempos antiguos los seres humanos hemos usado fertilizantes para mejorar nuestras cosechas y enriquecer los suelos que usamos para alimentarnos, el cultivo de plantas permitió al hombre pasar de la vida nómada a una más sedentaria. Los plaguicidas químicos de uso agrícola han sido utilizados, al menos en pequeña escala, desde los tiempos antiguos. Los griegos y los romanos usaban el arsénico como plaguicida, y hay informes de que los chinos ya usaban compuestos arsenicales como plaguicidas en el siglo XVI. Sin embargo, no fue sino en la década de 1930 que aparecieron los primeros plaguicidas químicos sintéticos. Luego, tras la Segunda Guerra Mundial, se inició la producción y el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos sintéticos a gran escala. Esto trajo como resultado un importante aumento inicial del rendimiento de los cultivos, con lo que el uso de plaguicidas químicos para la agricultura se extendió con rapidez. El creciente aumento de la producción mundial de alimentos lleva a que la producción de fertilizantes aumente, con el fin de que los agricultores puedan responder a la creciente demanda de alimentos, especialmente de frutas y hortalizas.

Una adecuada calidad de la cosecha constituye hoy, con importancia creciente en el futuro próximo, la exigencia relevante del mercado agrícola, cuyo mayor o menor cumplimiento conlleva el requisito para su aceptación y precio en el mercado. Lo anterior,

no solamente supone obtener productos alimenticios (granos, tubérculos, raíces, hojas, tallos y frutas), con elevado valor alimenticio, fibras largas y firmes, y aceites de óptima calificación, sino también con un mínimo de rechazo y una máxima duración en post-cosecha. Una adecuada nutrición de los cultivos también está asociada con la prevención de plagas y patógenos, temática que es motivo de interés creciente en el ámbito internacional de las ciencias agrícolas, pero que en nuestro medio se nota aún lejos de ser considerada en los programas de investigación y, mucho menos, como un objetivo relevante en la práctica del abonamiento. La llamada “agricultura sostenible”, de otra parte, como criterio de “época”, mirando hacia el futuro de la tierra y del hombre, no puede escapar, y sí seguro depender del mantenimiento del suelo como recurso clave y, en él, de su fertilidad, para lo cual, sin duda alguna, el abonamiento mineral y orgánico, debidamente manejado, resultará vital e intransferible. (Monómeros Colombo Venezolanos S.A., 2015).

Los fertilizantes han dado soporte a las necesidades de alimento de la sociedad actual, la pérdida de nutrientes y degradación del suelo es un problema común en este tiempo de agricultura extensiva y sobreexplotación de los recursos. Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan. Con los fertilizantes se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad. Con los fertilizantes se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados. Todo esto promoverá el bienestar del pueblo, la comunidad y el país.

El importante incremento de la población mundial en los últimos años viene exigiendo un constante reto a la agricultura para proporcionar un mayor número de alimentos, tanto en cantidad como en calidad. Desde el inicio del siglo XIX, la población mundial se ha incrementado un 550 por cien, habiendo pasado de 1.000 millones a 6.500 millones en la

actualidad, con unas previsiones de que se alcancen entre nueve y diez millones de habitantes en el año 2050.

Las consecuencias del aumento de la población serán importantes (toda esta gente tendrá que tener vivienda, vestirse y, sobre todo, ser alimentada). Hasta el 90 por ciento de este aumento necesario de la producción de alimentos tendrá que provenir de los campos ya cultivados. La FAO estima que durante el período 1995–1997 alrededor de 790 millones de personas en el mundo en desarrollo, no tenía suficiente para alimentarse. El número ha decaído en los años recientes de un promedio de alrededor de ocho millones de personas por año. En el año 2015, si el ritmo no fuera aumentado, habría aún 600 millones de personas hambrientas (Legiscomex, 2016).

3.2. Mercado mundial de los fertilizantes

El mercado mundial de fertilizantes es grande, “de acuerdo con la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA), el consumo global de nutrientes registró un récord de 183,4 millones de toneladas en el período 2014-2015. De dicho volumen, 60% correspondió a los fertilizantes nitrogenados; 22% a los fosfatados y 18% a los potásicos. Entre el 2011 y el 2015, la demanda de fertilizantes creció a un ritmo menor (1,1% promedio anual), y la IFA lo atribuye a los bajos precios de los productos agrícolas en el mercado internacional, así como al debilitamiento de la actividad económica mundial” (El economista, 2015).

El consumo mundial de fertilizantes crecerá un 1.8% anual hasta 2018, según un nuevo informe de la FAO denominado “Tendencias y perspectivas mundiales de los fertilizantes para 2018”, el cual también concluye que la capacidad global de producción de fertilizantes, productos intermedios y materias primas seguirá aumentando. De esta manera, el uso mundial de fertilizantes podría aumentar por encima de los 200.5 millones de toneladas anuales en 2018, un 25% más que el registrado en el 2008 (3). Al mismo tiempo, "la capacidad global de producción de fertilizantes, productos intermedios y materias primas seguirá aumentando". A medida que el potencial para producir fertilizantes supere su uso, el balance potencial mundial –un término técnico que mide la cantidad disponible sobre la demanda real- crecerá para el nitrógeno, fósforo y potasio, los tres principales fertilizantes del suelo. (FAO, 2015)

El uso mundial de nitrógeno (elemento básico entre los fertilizantes), se prevé que aumente un 1,4 por ciento cada año hasta 2018, mientras que el uso de fósforo se incrementará un 2,2 por ciento y un 2,6 por ciento el de potasio. En comparación, se espera que la oferta de esos tres importantes elementos crezca un 3,7, un 2,7 y un 4,2 por ciento anual, respectivamente. El uso mundial de fertilizantes podría llegar a 200,5 millones de toneladas anuales en 2018, un 25% más que en 2008. Se prevé un aumento del recurso mundial al nitrógeno en un 1,4%, al fósforo en un 2,2% y al potasio en un 2,6%. En cuanto a la oferta, el cálculo es que crecerán un 3,7% (nitrógeno), 2,7% (fósforo) y 4,2% (potasio) anual. (Exportación e Inversiones España, 2015).

A nivel de nuestro país se tiene un mercado elevado de estos productos, la mejora de las condiciones comerciales en el campo y los tratados con otros países que permiten exportaciones extensivas han generado una modificación del tipo de agricultura del país lo que ha conllevado a la generalización de prácticas extensivas de cultivo que requieren

condiciones de nutrientes y tasas de crecimientos elevadas. Colombia le apuesta a los fertilizantes importados, que son más baratos que los nacionales, hasta en un 20%, para hacer frente a los altos costos que pagan los campesinos por esos insumos y aumentar la productividad de un sector que se ha visto rezagado en las últimas décadas.

De acuerdo con el nuevo Sistema de Inteligencia Comercial de Legiscomex.com (SIC), en el segundo semestre del 2015 las exportaciones colombianas del sector de abonos fueron de USD61,2 millones y presentaron un aumento del 10,4%, en relación con el mismo periodo del 2014, cuando las ventas totalizaron en USD55,5 millones, estas cifras se basan en la información suministrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, (Legiscomex, 2016). Figura 1.

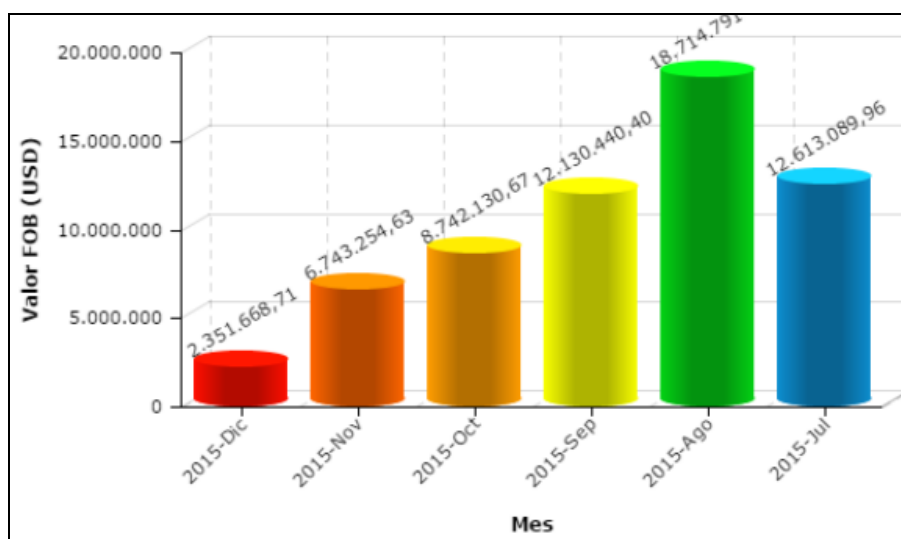


Figura 1. Comportamiento de las exportaciones del sector de abonos, segundo semestre del 2015. Fuente: Legiscomex, 2016.

De otro lado, la apertura de la frontera agrícola se ha dado en el marco de los tratados de libre comercio con otros países, los cuales han incentivado la agricultura intensiva con sus implicaciones ambientales asociadas (mayor consumo de agua, tierras y fertilizantes).

Debido a que el país produce muy pocas materias primas para la elaboración y

comercialización de fertilizantes, los precios deben ser asumidos por los productores agropecuarios, lo que encarece su uso.

Las importaciones de fertilizantes para el sector agrícola del país no han perdido su dinámica de crecimiento. De acuerdo con datos del Ministerio de Agricultura, Min-Agricultura, en el primer trimestre de 2015, las compras de abonos extranjeros fueron del orden de las 414.768 toneladas. Si se miran las importaciones de 2014, que llegaron a 1.948.349 toneladas, las adquiridas en los primeros tres meses del 2015 representan un 21% de lo consumido el año anterior. Esa constante de crecimiento en las importaciones de fertilizantes se puede apreciar en lo acontecido en 2013 frente a las de 2014, ya que se pasó de 1.640.697 toneladas a 1.948.349 toneladas; es decir, al país llegaron 307.652 toneladas más el año anterior. Al referirse a las importaciones, los datos del Ministerio de Agricultura dan cuenta de que el primer proveedor es Estados Unidos, con US\$193,9 millones, Rusia con US\$168,6 millones y China con US\$92,9 millones. “Este último ha tenido un crecimiento de 31% promedio anual. A marzo de 2015, las cifras son US\$44,9 millones, US\$42,9 millones y de US\$26,8 millones”, respectivamente. El costo de los fertilizantes en el primer trimestre de este año llegó a los US\$179,4 millones (Vanguardia Nacional, 2015).

De acuerdo con el nuevo Sistema de Inteligencia Comercial de Legiscomex.com (SIC), en el segundo semestre del 2015 las importaciones colombianas del sector de abonos fueron de USD360,7 millones y presentaron una disminución del 9,1%, en relación con el mismo período de 2014, cuando las compras externas totalizaron en USD397 millones. Según información suministrada por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (Legiscomex, 2016). Figura 2.

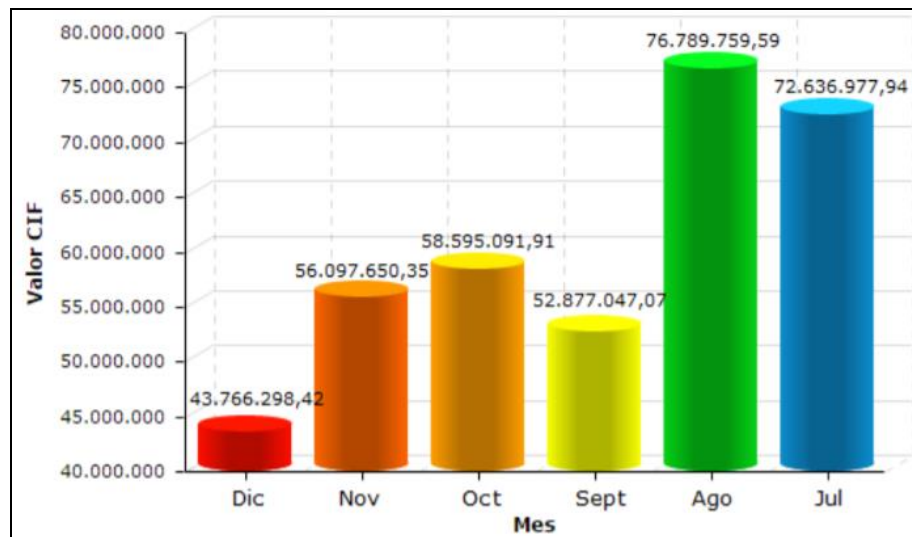


Figura 2. Comportamiento de las importaciones del sector de abonos, segundo semestre del 2015. Fuente: Legiscomex, 2016

Según el Ministerio de Agricultura, los tres productos básicos para la elaboración de fertilizantes (fosfato diamónico y cloruro de potasio, más otros aditivos) son importados. Se producen 3.600 clases de fertilizantes en Colombia. La importación de los insumos es un negocio multimillonario. Basta un dato para probarlo. Según información del portal www.dataexim.com, el año pasado ingresaron 516.000 toneladas de urea, 422.000 toneladas de potasio y 70.000 toneladas de fosfato. Si a las anteriores cifras se suma la importación de mezclas de estos productos, que alcanzaron las 342.000 toneladas, en total llegaron al país casi 1,4 millones de toneladas de fertilizantes básicos; en concreto, fueron 789 operaciones de importación que reportaron como procedencia Alemania (25%), Rusia (18%), Canadá (8%), China (5,4%), Chile (5,3%) y Venezuela (5%). Curiosamente, el 40% de las compras se realizaron en paraísos fiscales como Islas Vírgenes, Suiza, Panamá, Bahamas, Antigua y Barbuda, entre otros. En Colombia el volumen de la producción agrícola se elevó un 24% entre 2000 y 2001, más rápidamente que en la mayoría de los países de la OCDE, además el empleo de fertilizantes nitrogenados y fosfatados

comerciales aumentó considerablemente. Colombia es uno de los principales consumidores de fertilizantes comerciales de América Latina. Se estima que un 70% del nitrógeno aplicado y un 75% del fósforo se pierden. (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 2002).

No obstante, lo anterior, se observa que, para el caso de Colombia, el incremento en consumo de fertilizantes podría obedecer a la aparente reducción de tierra arable, pues a pesar de que Colombia aparece con el segundo consumo de fertilizantes más importante de la región, cuando se analiza en detalle el reporte de área cultivada, se encuentra que la información correspondiente a tierra cultivable del Banco Mundial muestra un descenso importante.

De acuerdo con cifras del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), que se encarga de hacer el control técnico y científico de las actividades relacionadas con el registro, producción, importación, comercialización y uso de fertilizantes, acondicionadores del suelo y bioinsumos en Colombia, en 2013 se contaba con 4.960 registros de venta de fertilizantes y acondicionadores de suelos, correspondientes a 1.550 empresas relacionadas con estos productos, mientras que en el 2008 se reportaban un total de 3.225 registros para un total de 517 empresas. Lo anterior representaría un incremento del 53,8% en el número de registros de venta y un crecimiento del 200% del número de empresas titulares de dichos registros entre 2008 y 2010 (Instituto Colombiano Agropecuario, 2014).

3.2.1. Oferta y demanda de fertilizantes

3.2.1.1. Oferta a nivel mundial y nacional

La producción de fertilizantes ha aumentado en el mundo, fenómenos de plagas que son cada vez más recientes sumados a problemas de desertificación de suelos y pérdidas de nutrientes han llevado a los diferentes países a desarrollar políticas económicas de producción masiva de estos productos (mejoradores de la calidad de los suelos) e importación en el caso de países que carecen de ingredientes para la fabricación de los mismos (Figura 3).

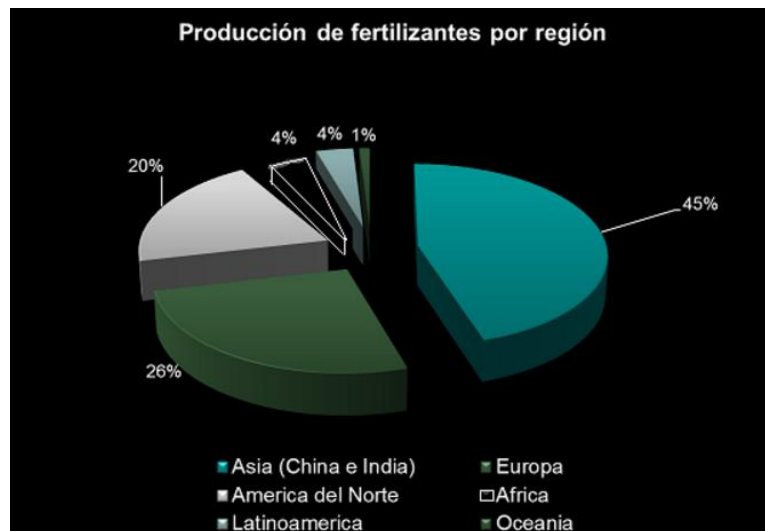


Figura 3. Producción mundial de fertilizantes por región. Fuente; Grupo fosfatos - agro-minerales, 2015.

En lo referente a los países en desarrollo, la producción aumentó un 3,1 por ciento (aproximadamente 2,2 millones de toneladas) para los tres nutrientes. África aumentó su producción en torno a un 4,3 por ciento y la producción en Asia aumentó un 0,4 por ciento. La producción de fertilizantes en los países desarrollados descendió un 0,9 por ciento. La

producción de fertilizantes en Australia descendió un 8,5 por ciento y en los Estados Unidos de América un 4 por ciento mientras que la producción de fertilizantes en Belarús y en la Federación Rusa aumentó un 2,6 y un 3 por ciento respectivamente (Grupo fosfatos - agro-minerales, 2015).

En lo referente a Colombia, el país le está apostando a los abonos importados, debido a que estos están presentando una disminución hasta del 20% en sus precios en comparación con los productos nacionales, provocando que los campesinos, quienes son los que más utilizan estos insumos, paguen un alto costo disminuyendo la productividad del sector. Igualmente, el precio de los abonos en el país también ha sido influenciado por los altos costos en los fletes y en el transporte de los productos, provocando una pérdida de la rentabilidad. Según la Asociación Nacional de Industriales, en el país existen varias empresas, medianas y pequeñas, que fabrican abonos para el mercado interno y algunos para ser exportados (Legicomex, 2016)

5.2.1.2 Demanda a nivel mundial y nacional

El consumo mundial de fertilizantes crecerá un 1,8% anual hasta 2018, según un nuevo informe de la FAO *Tendencias y perspectivas mundiales de los fertilizantes para 2018*. Al mismo tiempo, "la capacidad global de producción de fertilizantes, productos intermedios y materias primas seguirá aumentando", según el estudio. A medida que el potencial para producir fertilizantes supere su uso, el balance potencial mundial -un término técnico que mide la cantidad disponible sobre la demanda real- crecerá para el nitrógeno, fosfato y potasio, los tres principales fertilizantes del suelo. El uso mundial de nitrógeno -con

diferencia el elemento básico entre los fertilizantes-, se prevé que aumente un 1,4 por ciento cada año hasta 2018, mientras que el uso de fosfato se incrementará un 2,2 por ciento y un 2,6 por ciento el de potasio. En comparación, se espera que la oferta de esos tres importantes elementos crezca un 3,7, un 2,7 y un 4,2 por ciento anual, respectivamente, según el informe de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2015).

Durante los años 2014 - 2015 el consumo de estos fertilizantes ha aumentado un 1,5 por ciento, con respecto al año agrícola anterior, alcanzando 183,4 millones de toneladas de nutrientes ($N + P_2O_5 + K_2O$). El aumento ha sido generalizado para los tres nutrientes principales: N (+0,4 por cien hasta 110,3 millones de toneladas), P_2O_5 (+1,6 por cien hasta 41,1 millones de toneladas) y K_2O (+5,4 por cien hasta 32,0 millones de toneladas). El consumo mundial de fertilizantes en 2015/16 se mantendrá prácticamente igual que en 2014/15, descendiendo un 0,1 por ciento hasta 183,1 millones de toneladas de nutrientes. Mientras que el consumo de N aumentará un 0,1 por ciento en este período (hasta 110,4 millones de toneladas), los de P_2O_5 y K_2O disminuirán un 0,9 por ciento (hasta 40,8 millones de toneladas) y un 0,2 por ciento (hasta 31,9 millones de toneladas), respectivamente. (Editorial Técnica Quatrebcn ,2016).

Para los años 2016 - 2017 la IFA prevé que la demanda mundial de fertilizantes cambie la tendencia del año anterior y se incremente un 1,9 por ciento con respecto a 2015/16, alcanzado 186,6 millones de toneladas de nutrientes. En este período el consumo de los tres nutrientes principales aumentará con respecto al año anterior: el de N un 1,4 por ciento (hasta 112,0 millones de toneladas), el de P_2O_5 un 2,1 por ciento (hasta 41,6 millones de toneladas), y el de K_2O un 3,3 por ciento (hasta 33,0 millones de toneladas); (Editorial Técnica Quatrebcn, 2016).

La siguiente gráfica muestra la evolución del consumo de fertilizantes hasta el año 2015 y las proyecciones de evolución del mercado de acuerdo con estimaciones generadas por la FAO (Figura 4).

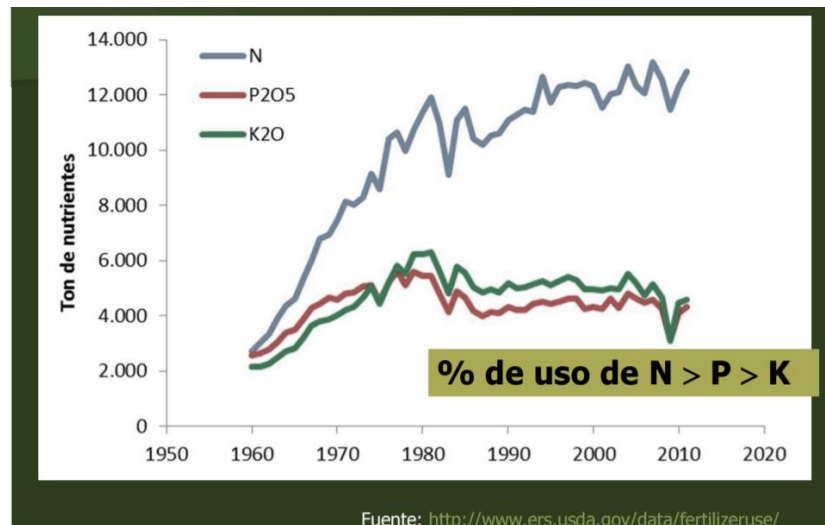


Figura 4. Evolución de fertilizantes hasta el año 2015. Fuente: FAO, 2015.

En cuanto a la demanda de fertilizantes en el mercado colombiano, este ha tenido un aumento constante en las últimas décadas. Jiménez (2008), afirma que esto se explica por el aumento en el uso de fertilizante por unidad de área y la aparición de nuevos cultivos como el de la palma de aceite. Los datos muestran un notorio crecimiento de las mezclas NPK durante los años registrados. Esto se explica por el hecho de que son fertilizantes que pueden tener un mayor abanico de opciones en lo que a grados nutricionales se trata. Otra ventaja es que el agricultor no tiene que realizar las mezclas de los materiales en la finca, ahorrando tiempo y dinero en mano de obra. Los fertilizantes NPK, los cuales representan la clasificación de fertilizante sólido que más se comercializa en Colombia, con una

participación del 42%, tienen una relación positiva entre mayores productividades y mayores ventas con el 24% del área cultivada en Colombia.

De acuerdo con el estudio de la FAO en el año 2015 sobre la agricultura mundial, el consumo promedio en Colombia es de 330Kg/ha. Valor considerado bajo en el aporte de nutrientes en el país ya que los cultivos requieren como mínimo el doble de esa cantidad. Por el contrario, el país requiere aplicar nutrientes en sus cultivos de una manera suficiente y balanceada para alcanzar buenos rendimientos y calidad en las cosechas y mantener su seguridad alimentaria.

Los precios de los fertilizantes simples en el mercado nacional exhibieron una tendencia al alza desde principios de 2015, especialmente del fosfato diamónico. Esta tendencia estuvo determinada por la tasa de cambio, debido a que en su gran mayoría estos fertilizantes son importados. Es de resaltar que el precio de la urea se aparta de la tendencia del mercado internacional (-16%) y en lugar de caer se incrementa por la influencia del precio del dólar. Entre enero de 2015 y enero de 2016, los precios nacionales de los fertilizantes simples aumentaron en 8% para la urea, 32% para el Fosfato diamónico (DAP) y 20% para el Cloruro de Potasio (KCl). El precio de los Fertilizantes Compuestos (NPK) sigue el comportamiento de los fertilizantes simples, al ser estos su principal materia prima. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

Los cultivos más representativos en esta clase de fertilizantes son papa, maíz tecnificado, fríjol y banano de exportación, los cuales representan un área conjunta del 19% y en donde son de uso frecuente los fertilizantes de esta clase. Nuevamente café y adicionalmente caña de azúcar, que conjuntamente representan un 36% del área fertilizada, muestran una relación negativa. El cultivo de café tiene un uso intensivo de fertilizantes

compuestos NPK, tanto de manufactura por mezclas químicas como físicas. (Pérez V, 2014).

3.3. Marco legal de los fertilizantes en el país y su relación con la normatividad ambiental

La legislación y las políticas vigentes relacionadas con la gestión de plaguicidas químicos de uso agrícola son complejas y multidisciplinarias y comprenden procedimientos de evaluación y autorizaciones por parte de diferentes autoridades. La siguiente imagen muestra de manera general cómo es el manejo normativo y ambiental de cada una de las fases del proceso de ciclo de vida de los fertilizantes (Figura 5). Esta figura muestra cada una de las estepas y las autoridades que regulan los aspectos legales y ambientales incluidos en esta parte del ciclo.

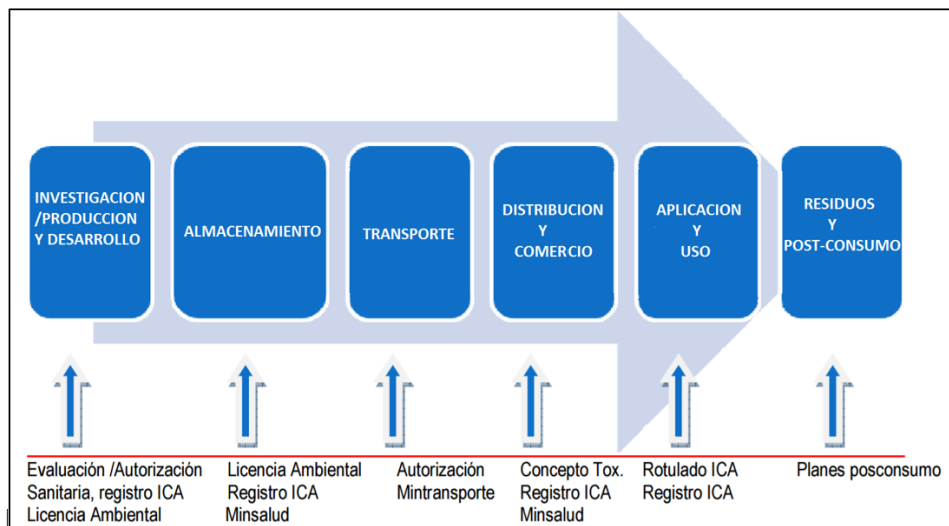


Figura 5. Esquema normativo ambiental del ciclo de vida de los fertilizantes. Fuente: Autoría Propia

El marco jurídico está contenido básicamente en la Constitución Política Colombiana reformada en el año 1991, que agrupa con carácter supremo y global los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente, las leyes del Congreso de la República, decretos con fuerza de ley y decretos-ley del Gobierno Nacional que contienen las normas básicas y políticas que originan la reglamentación específica o normativa del manejo ambiental. En esta constitución se promulga en el Artículo 65 de su Constitución: “La producción de alimentos gozará de la especial protección del estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y agroindustriales, así como también la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. De igual manera, el Estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incentivar la productividad”.

El Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016), dentro del capítulo V “Transformación del campo” establece los objetivos, estrategias y metas para el desarrollo rural”. Este plan de desarrollo enmarca objetivos claros y recalca algunos identificados en el plan de desarrollo anterior, tales como establecer un modelo eficiente de comercialización y distribución e. de productos e insumos agropecuarios (incluyendo el establecimiento de una política para asegurar la libre competencia en el mercado de los insumos agropecuarios) , promover el uso eficiente del suelo y los recursos naturales, el fomento a la producción, comercialización y uso de insumos agroquímicos genéricos, el desarrollo y la comercialización de bio-insumos; el equipamiento agrícola, el fomento al uso eficiente de los insumos y finalmente el mejoramiento de la infraestructura de poscosecha y de transporte. De otro parte, el Gobierno Nacional, de manera conjunta con los gremios de la producción y Vecol S.A.

establecerá mecanismos concretos que faciliten la participación en el mercado de importación y distribución de insumos agropecuarios, especialmente de fertilizantes y plaguicidas.

El gobierno implementará un nuevo modelo de asistencia técnica integral, este modelo tendrá un componente fuerte de asistencia y capacitación técnica para la reducción y uso eficiente de los fertilizantes y agroquímicos en la producción agropecuaria, con el fin de reducir la contaminación del suelo y del agua; así mismo, se realizará un énfasis en el uso racional del agua y del suelo articulado a las buenas prácticas agropecuarias (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) es la entidad competente en la formulación de políticas para promover la competitividad en el sector agropecuario, teniendo como ámbito de acción todos los productos directa o indirectamente relacionados. Específicamente, en el Artículo 3.º el Decreto 2478 de 1999 estipula que es función del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural participar en la definición de las políticas macroeconómicas y sociales, así como en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo, con el objeto de lograr el crecimiento económico y el bienestar social del Sector Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural.

Por su parte, el Ministerio de Minas y Energía, como autoridad minera nacional se encarga de la reglamentación de la actividad minera en el país, la cual se encuentra regida básicamente por las siguientes disposiciones normativas: Ley 685 de 2001 o Código de Minas, que regula todo lo relacionado con la exploración y explotación de minerales en el país, incluyendo los minerales utilizados en la fabricación de fertilizantes para la agricultura; las normas sobre regalías (Leyes 141 de 1994 y 756 de 2002, y los Decretos 600 de 1996 y 145 de 1995), las guías minero-ambientales para la etapa de exploración, y

los reglamentos de seguridad e higiene minera (Decreto 1335 de 1987 o Reglamento de Seguridad en Labores Subterráneas, y Decreto 2222 de 1993 o Reglamento de Seguridad en Labores Mineras a Cielo Abierto).

A continuación, en la tabla 1, se muestra la normatividad que posee el país en el campo de los agroquímicos.

Tabla 1. Normatividad colombiana en aspectos ambientales referente al uso de fertilizantes y otros. Adaptado de Asocaña, 2014.

Norma	Entidad que expide Fecha	Objeto
Agroquímicos		
Decreto No. 4368 de 2006	Ministerio de Protección Social Diciembre 4 de 2006	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto No. 1843 de 1991, sobre aplicación aérea de plaguicidas.
Decreto No. 1843 de 1991	Presidencia de la República Julio 22 de 1991	Por el cual se reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII y XI de la ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas.
Resolución No. 1068 de 1996	Instituto Colombiano Agropecuario ICA Abril 24 de 1996	Manual Técnico en Materia de Aplicaciones de Insumos Agrícolas.
Resolución No. 00099 de 2000	Instituto Colombiano Agropecuario ICA Septiembre 12 del 2000	Por la cual se expiden normas sobre aplicación por vía aérea y terrestre de plaguicidas en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca.
Resolución No. 00150 de 2003	Instituto Colombiano Agropecuario ICA Enero 21 de 2003	Por la cual se adopta el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos para Colombia.
Resolución No. 3079 de 1995	Instituto Colombiano Agropecuario ICA Octubre 19 de 1995	Por la cual se dictan disposiciones sobre la industria, comercio y aplicación de biosumos y productos afines, de abonos o fertilizantes, acondicionadores de suelo y plaguicidas.
Resolución 302 de 2006	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Noviembre 20 de 2006	Por la cual se someten a libertad vigilada algunos productos agroquímicos e insumos agropecuarios
Resolución 00150	Instituto Colombiano Agropecuario ICA Enero 21 de 2003	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.
Resolución 1068	Instituto Colombiano Agropecuario ICA Abril 24 de 1996	Por el cual se adopta el Manual Técnico en materia de aplicación de insumos agrícolas
Resolución 3079	Instituto Colombiano Agropecuario ICA Octubre 19 de 1995	Por la cual se dictan disposiciones sobre la industria, comercio y aplicación de bioinsumos y productos afines, de abonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo y productos afines, plaguicidas químicos, reguladores fisiológicos, coadyuvantes de uso agrícola y productos afines.
Resolución 3079	Instituto Colombiano Agropecuario ICA Octubre 19 de 1995	Por la cual se dictan disposiciones sobre registro y control de fertilizantes y acondicionadores de suelos.

3.4. Ciclo productivo para los fertilizantes

Los abonos complejos son productos que contienen dos o tres nutrientes básicos: nitrógeno, fosfato y potasio y además pueden contener nutrientes secundarios y micronutrientes, siempre de acuerdo con los contenidos mínimos. En la actualidad los fertilizantes nitrogenados se sintetizan, a partir de nitrógeno atmosférico mediante reacciones de este con gas natural; los fertilizantes fosfatados se fabrican utilizando ácido sulfúrico para conseguir superfosfatos solubles y los fertilizantes de potasio se obtienen de yacimientos de evaporitas.

El proceso de fabricación de abonos complejos consiste en hacer reaccionar químicamente las distintas materias primas que los componen y posteriormente, la papilla resultante se granula, seca, clasifica y acondiciona. Con ello se garantiza que cada gránulo del complejo tiene exactamente el mismo contenido de N, P y K.

El nitrógeno contenido en estos abonos se puede presentar en forma nítrica, amoniacal o ureica, dependiendo de las materias primas utilizadas en su fabricación. El fósforo se obtiene atacando totalmente la roca fosfórica pulverizada con ácidos fuertes o bien, utilizando directamente fosfato monoamónico. De esta manera, se consigue que todo el fósforo que se incorpora al suelo sea soluble en agua y en citrato amónico neutro, es decir, completamente asimilable por los cultivos. Los productos que los contienen en mayor concentración son la urea (46% de N), el Fosfato Diamónico o DAP (18% de N más 46% de P_2O_5), Fosfato Monoamónico o MAP (11% de N más 52% de P_2O_5) y el Cloruro de Potasio (60% de K_2O). Es importante resaltar que la forma en que viene expresado el

contenido nutricional de todos los productos comerciales está dada por convenciones internacionales y no por la naturaleza o forma química del mismo.

En la siguiente ilustración se expone la estructura esquemática del proceso de producción y destino de los diferentes fertilizantes. Allí se observa que los diferentes elementos nutricionales pueden tener origen en la industria química nacional o internacional, aunque el 90% de los nutrientes utilizados en Colombia son importados.

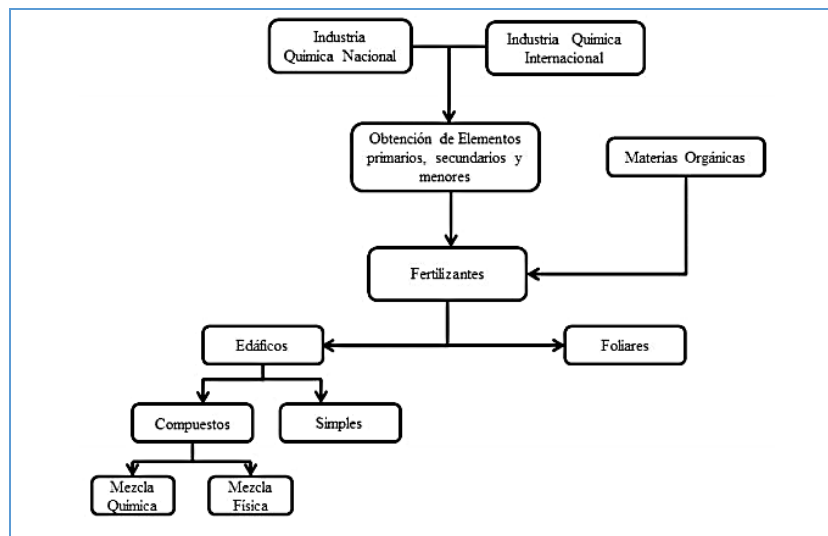


Figura 6. Estructura esquemática del proceso de producción de los fertilizantes en Colombia Fuente: Pérez, Velez, 2004.

Mediante procesos de mezclado químicos o físicos se elaboran diferentes productos con composiciones variables. Se obtienen fertilizantes líquidos y sólidos, que dependiendo de su presentación pueden tener uso edáfico. Los fertilizantes simples, se definen como el producto que contiene solamente uno de los tres elementos esenciales primarios. Están compuestos básicamente por una combinación de dos o más elementos nutricionales, que en ocasiones también pueden contener elementos secundarios como calcio, magnesio, azufre o elementos menores (Figura 6).

En Colombia, la producción de fertilizantes está concentrada en la elaboración de compuestos NPK, que representan el 52% de la fabricación de las empresas nacionales.

3.4.1. Aspectos ambientales del B&S analizado con enfoque del ciclo de vida

La producción, el transporte y el uso de fertilizantes minerales contribuyen, en manera directa e indirecta, a emisiones de gases de invernadero, donde son más notables el dióxido de carbono (CO_2) y el óxido nitroso (N_2O). Los fertilizantes también mejoran la productividad agrícola y estimulan la absorción de CO_2 por parte de las plantas. Mejoran su rendimiento y reducen la necesidad de poner terreno virgen bajo el arado. Así se evitan las emisiones de gases invernadero por el cambio en el uso de las tierras (YARA, 2015).

La huella total promedio de carbono en el uso de fertilizantes a base de nitrato de amonio es de 5,6 kg, equivalentes de CO_2 por kg de N aplicado. La gestión mejorada del nitrógeno puede reducir las emisiones en manera significativa, dependiendo de las condiciones del suelo y del clima (YARA, 2015).

La siguiente tabla describe cada etapa del ciclo de vida y los aspectos ambientales que son relevantes en este proceso. Cada parte del ciclo de vida es evaluado en cuanto a los aspectos ambientales que en este se afectan y se enumeran cada uno de los impactos ambientales asociados a cada aspecto ambiental; para los principales impactos ambientales se darán, más adelante en el capítulo de definición de criterios de sostenibilidad pautas para que las personas que adquieren este bien, puedan evaluar sus proveedores de acuerdo a su menor impacto ambiental en los procesos.

Tabla 2. Etapa ciclo de vida vs. Aspecto ambiental. Fuente: Autoría propia.

ETAPA DEL CICLO DE VIDA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS
OBTENCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	Consumo de energía (gas natural)	*Disminución del recurso no renovable *Aumento gases efecto invernadero
	Consumo de agua.	Disminución del recurso
	Generación de emisiones al aire (CO ₂ , N ₂ O)	*Contaminación del aire *Afectación vías respiratorias
	Generación de vertimientos al agua o al suelo	*Contaminación agua / suelo, *deterioro calidad agua.
	Generación de residuos sólidos catalogados como peligrosos por ser corrosivos, tóxicos, inflamables y explosivos.	*Contaminación suelo/agua/aire *Aumento carga rellenos sanitarios * Bio-acumulación en plantas y animales por vertimientos.
	Generación de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables	*Contaminación del suelo y agua por percolación. *Aumento carga rellenos sanitarios
PRODUCCIÓN	Consumo de recursos renovables y no renovables	Disminución del recurso
	Consumo de energía	*Disminución del recurso *Contaminación del aire por combustibles fósiles
	Consumo de agua	Disminución del recurso
	Generación de emisiones al aire (CO ₂ , N ₂ O)	*Contaminación del aire *Afectación vías respiratorias
	Generación de vertimientos al agua	Contaminación agua, deterioro calidad agua.
	Generación de residuos sólidos peligrosos como lámparas, recipientes contaminados con químicos que contienen metales tóxicos, catalizadores, pilas. Además de la generación de residuos especiales.	*Contaminación suelo/agua/aire *Bio-acumulación en plantas y animales por vertimientos. *Contaminación del aire por exposición a estos compuestos.
	Generación de residuos reciclables y aprovechables	*Acumulación de desechos *Generación de vectores de enfermedades *Degradación estética del ambiente *Aumento carga rellenos sanitarios
DISTRIBUCIÓN	Generación de emisiones de CO ₂ y N ₂ O	*Contaminación del aire/ afectación vías respiratorias *Aumento gases efecto invernadero
	Generación de residuos peligrosos y especiales (aceite quemado del carro y llantas) y residuos por el material utilizado para el embalaje del producto.	*Contaminación suelo/agua/aire *Contaminación del aire por exposición de estos compuestos. * Aumento carga rellenos sanitarios
	Consumo de energía (combustibles)	*Disminución del recurso *Aumento gases efecto invernadero
USO	Pérdida de la fertilidad natural del suelo	*Disminución de nutrientes en el suelo *Disminución de biodiversidad

ETAPA DEL CICLO DE VIDA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS
	Variación del pH del suelo	*Pérdida capacidad productiva *Degradación de los suelos
	Generación de lixiviados	*Contaminación agua, deterioro calidad agua. *Contaminación del suelo
	Contaminación a cuerpos de aguas superficiales y subterráneos	*Contaminación agua, deterioro calidad agua. *Eutrofización
	Emisión de gases de efecto invernadero (CO ₂ y N ₂ O)	*Contaminación del aire *Afectación vías respiratorias
	Volatilización de NH ₃	*Contaminación del aire *Afectación vías respiratorias
	Daños a animales y personas, por consumo de agua contaminada o alimentos con excesos de nutrientes	*Bio-acumulación de contaminantes *Disminución biodiversidad *Problemas para la salud *Molestias a residentes
	Eutrofización de los lagos	*Pérdida calidad vida para animales y organismos *Cambios en ecología cuerpos
	Aumento de microorganismos en el suelo	*Pérdida capacidad de producción del suelo *Degradación del suelo
DISPOSICIÓN FINAL	Generación de vertimientos al agua o al suelo	Contaminación agua / suelo, deterioro calidad agua.
	Generación de residuos peligrosos (envases, bolsas y plástico vacíos) contaminados con el producto químico aplicado	*Contaminación suelo/agua *Contaminación del aire por exposición de estos compuestos a la atmósfera * Aumento carga rellenos sanitarios

4. DEFINICIÓN DE CRITERIOS AMBIENTALES.

Los criterios ambientales son las pautas que se deben realizar desde el punto de vista ambiental para la escogencia de un bien o servicio. Estos criterios deben permitir una evaluación de los criterios ambientales de un producto enmarcado en cada una de las fases de ciclo de vida. Los criterios ambientales en la compra deben tener en cuenta el enfoque del ciclo de vida, el cual analiza los impactos ambientales de un producto desde la utilización de las materias primas de las que está compuesto hasta la gestión de los residuos, con el objetivo de minimizar sus impactos negativos para el medio ambiente.

En esta sección se definen los criterios ambientales para los fertilizantes, basados en el análisis e identificación de los aspectos y los impactos ambientales en el ciclo de vida de estos productos.

En la siguiente tabla que se presenta a continuación se establecerán criterios ambientales de acuerdo con la etapa del ciclo de vida de los fertilizantes, definiendo además la forma de verificación, es decir, la manera en la cual el productor o comercializador debe demostrar el cumplimiento del criterio.

Tabla 3. Criterios ambientales y de verificación para el ciclo de vida de los fertilizantes. Fuente: Autoría Propia

CRITERIOS AMBIENTALES PARA TENER EN CUENTA PARA LOS FERTILIZANTES		
ETAPA DEL CICLO DE VIDA	CRITERIO	METODO DE VERIFICACIÓN
OBTENCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	Los proveedores (industria química nacional e internacional) cuentan con sellos o certificaciones ambientales	Certificado de los sellos avalados por los entes reguladores

CRITERIOS AMBIENTALES PARA TENER EN CUENTA PARA LOS FERTILIZANTES		
ETAPA DEL CICLO DE VIDA	CRITERIO	METODO DE VERIFICACIÓN
PRODUCCIÓN	Implementación y seguimiento de estrategias de producción más limpia anualmente	Indicadores ambientales vinculados con las estrategias implementadas
	Conversión o compra de equipos (calderas, hornos y montacargas) a gas natural	Certificado de compra o conversión
	El fabricante cuenta e implementa programas de ahorro y uso eficiente del agua	Indicadores trimestrales y anuales de reducción de consumo de agua
	El fabricante cuenta e implementa programas de ahorro y uso eficiente de la energía	Indicadores trimestrales y anuales de reducción del consumo de energía
	El fabricante utiliza energías renovables durante la producción de los fertilizantes	Indicadores Consumo de energía vs. consumo de energías renovables
DISTRIBUCIÓN	Diseño de rutas óptimas, con el fin de consumir el menor combustible en cada viaje	Diseño de rutas e indicadores comparativos en consumo de combustible
	Uso de combustible alternativo en la flota de transporte de producto terminado con una meta de 100% a 5 años	Registro (#) de vehículos con combustible alternativo
USO	Especificación en el empaque del producto de la aplicación de la dosis correcta para diferentes tipos de cultivos	Empaque del producto con las especificaciones respaldado por Certificación otorgada por personal calificado (ing. agrónomo) y análisis de laboratorio en los casos que aplique
	Publicación de boletín de informativo dirigido a los agricultores para el manejo adecuado del producto	El proveedor publicará dos boletines por año, además de suministrar el listado completo de insumos de proceso, y facilitar fichas técnicas del producto
	El proveedor brinda capacitación sobre el uso y proceso de aplicación de los fertilizantes mínimo una vez al año	Programa de capacitación/ Registro de asistencia a las capacitaciones
DISPOSICIÓN FINAL	El proveedor brinda capacitación sobre la adecuada disposición final de los residuos peligrosos	Programa de capacitación/Registro de asistencia a las capacitaciones
	Especificación en el empaque del producto de la correcta disposición final de los residuos generados por el uso del producto	Empaque del producto con las especificaciones
	Los proveedores (industria de empaques nacional e internacional) cuentan con sellos o certificaciones ambientales de empaques biodegradables	Certificado de los sellos avalados por los entes reguladores

4.1. Eco-etiquetas relacionadas

Para su comercialización en Colombia, todos los fertilizantes y acondicionadores del suelo deberán cumplir a cabalidad los contenidos de la Norma Técnica Colombiana No. 40. (Abonos o Fertilizantes); Esta norma, en resumen, establece los requisitos que debe cumplir las etiquetas que se usan en los productos, los envases y los sitios de embalajes destinados para fertilizantes y acondicionadores de suelos (logotipos, información química y ambiente de uso entre otros).

El uso de esta norma es obligatorio y los entes gubernamentales exigen que los productos que se usan de este tipo se rijan por esta, además las empresas que quieran vender estos productos deben cumplir esta norma (sivitrual, 2016); otra restricción importante que fomenta el uso de esta norma es que para poder participar en la bolsa mercantil de Colombia se deben llenar unas fichas específicas que incluyen el cumplimiento de esta norma en cuanto a calidad, empaque y rotulado.

Adicional a la NTC, existen Ecoetiquetas reconocidas que pueden ser aplicables a los fertilizantes y acondicionadores de suelos, a continuación, se relacionan la siguiente tabla (tabla 4)

Tabla 4 Eco-etiquetado europeo y su normatividad .Fuente: Autoría Propia

Logo	Descripción
	País o Región de origen: Europa El objetivo de la eco-etiqueta es promover el diseño, producción, comercialización y uso de productos con menor impacto sobre el medio ambiente durante todo su ciclo de vida y dar una mejor información a los consumidores sobre el impacto de los productos al medio ambiente. Utilizado para fertilizantes orgánicos.

Logo	Descripción
	País o Región de origen: Europa Libro verde. La agricultura ecológica es un sistema de producción agrícola, que excluye específicamente el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos Utilizado para fertilizantes orgánicos.
	País o Región de origen: Francia Bio Cohérence: esta etiqueta, cuya base es la normativa europea, es una nueva marca para los productos ecológicos, que van desde el productor al consumidor y se centra en una agricultura respetuosa con el equilibrio ambiental, social y económico.

5. OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL CICLO DE VIDA

5.1. Para el Uso.

- Se recomienda mezclar abono orgánico con fertilizantes. El abono orgánico, a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico, materia orgánica y fertilizantes minerales ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico se combina con la materia orgánica, mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan. Algunas plantas en particular, legumbres como la soja, tienen microorganismos en sus sistemas radiculares que captan el nitrógeno del aire y lo ponen a disposición de las plantas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2015).

- La FAO ha desarrollado también métodos para supervisar las condiciones de los cultivos en tiempo real, lo que permite tomar decisiones sobre la cantidad de fertilizante que se necesita. Los métodos para aplicar fertilizantes con precisión, en lugar de hacerlo en forma generalizada, también reducen el desperdicio y los daños causados por el escurrimiento de nitrógeno (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2015).
- La rotación de cultivos es un mecanismo importantísimo en la regeneración de las propiedades naturales del suelo, fenómenos de reposición de materia orgánica y la interrupción del ciclo de desarrollo de los parásitos (muchos parásitos están adaptados a un solo huésped o familia, por lo que desaparecen, si no encuentran de nuevo la misma especie o familia).
- Incluir en la rotación de cultivos, los cultivos que promuevan la fijación del nitrógeno atmosférico al suelo y enriquecer este nutriente para estar disponible en el próximo cultivo. Hay algunas plantas que consumen más nitrógeno que las demás, otras consumen más potasio o fósforo, por hablar de los principales nutrientes. De esta manera, el suelo puede mantener un equilibrio de los nutrientes y un equilibrio iónico, que permite la disponibilidad de los nutrientes; cuando abunda algún nutriente en particular, puede inhibir la disponibilidad de algún otro nutriente, por eso es muy importante el equilibrio de estos.

- Se recomienda la generación de prácticas que permitan un mejor manejo de suelos; estas prácticas pueden llevar a que se reduzcan la erosión hídrica y la eólica, lo que conllevaría a una menor desertificación, con lo que la restitución de nutrientes del suelo de manera artificial se reduce.
- Fomentar el uso de inhibidores de la actividad ureasa puede hacer disminuir las pérdidas de nitrógeno en las tierras de cultivo fertilizadas con urea. De esta manera, se minimizarían los problemas medioambientales y económicos ligados a las emisiones de gases con efectos nocivos para el medioambiente y la salud, que tienen su origen en suelos agrícolas. Su uso también puede hacer disminuir las emisiones de otros gases, con efectos nocivos para el medioambiente y la salud, y que tienen su origen en suelos agrícolas. Recientemente, se ha medido en condiciones reales de campo el efecto del inhibidor en la disminución del óxido nitroso (N_2O) y del óxido nítrico (NO) procedente de cultivos fertilizados con urea. La reducción, en más de un 60%, de dichas emisiones supone un importante resultado en el ámbito de la mitigación de emisiones de nitrógeno en agro-sistemas mediterráneos. (Universidad Politécnica de Madrid, 2012).
- Reemplazo de nitrógeno por elementos que no generen eutrofización de las aguas, sistema de riego de fertilizantes por goteo y no extensivo (reducción de costos y menos desperdicio y vertimiento de los mismos).
- Empleo de rizo-bacteria para mejorar la productividad y rentabilidad de sistemas hortícolas sustentables. La bacteria fija nitrógeno del ambiente y se lo aporta a la

planta. Con este proceso se busca mejorar la sustentabilidad de estos productos, reduciendo el uso de fertilizantes y mejorando los sistemas de producción orgánico y también aquellos convencionales (Universidad de Talca de Chile, 2015).

- Implementar políticas para extender la responsabilidad del fabricante de un producto.
- Proporcionar recomendaciones específicas (en los empaques del producto) para las prácticas generales de higiene en el uso, almacenamiento y disposición para los usuarios del producto.
- Restringir el uso de los fertilizantes por parte del gobierno y las entidades encargadas, esto con el fin de dar a los agricultores la cantidad necesaria para el área de parcelas que tengan de acuerdo a las especificaciones del cultivo-producto y así evitar que se apliquen estos de manera excesiva.

5.2. Para el transporte.

- Renovación del parque de vehículos.
- Favorecer la rápida introducción de los combustibles menos contaminantes (como gas y Diésel sin azufre), también fomentar el uso de tecnología eléctrica para el transporte de materiales en todas las etapas

5.3. Para la producción.

- Crear centros de producción más limpia que proporcionen apoyo técnico y proveer fondos para la investigación en tecnologías más limpias.
- Promover el uso de bio-fertilizantes. Para aumentar el rendimiento agrícola, la mayoría de los agricultores empezaron a utilizar fertilizantes químicos. Los agricultores deberían ser alentados a iniciar el uso de fertilizantes biológicos, ya que los microorganismos en estos fertilizantes ayudan al aumento de la fertilidad del suelo.
- Crear circuitos cerrados para sólidos, líquidos y gases dentro de la zona de producción de estos fertilizantes con el fin que no hallan posibles fugas de agua contaminada
- Optimizar el uso envases de los productos. Realizar un plan de reducción-prevenición de envases específicos y utilizar nuevos materiales más biodegradables.
- Mejorar los procesos de diseño de nuevos productos. Mejorar la competitividad de la empresa considerando el factor ambiental y elaborar productos más sostenibles que potencialicen el eco-diseño.
- Reducir el volumen y carga contaminante de los vertimientos de agua residual, mediante el uso técnicas que permitan reducir la contaminación en origen. Utilizar

una instalación de depuración más adecuada optimizando su gestión y mantenimiento.

5.4. Para la disposición final.

- Capacitación sobre el adecuado manejo de residuos peligrosos.
- Adecuar un sitio para el acopio de residuos peligrosos, este debe ser aislado, ventilado, bajo techo y seguro para el almacenamiento temporal de estos.
- Contratar a empresas certificadas para la disposición y/o tratamiento de estos residuos, además de exigir su respectiva certificación.

6. CONCLUSIONES

- Para complementar las mejoras propuestas a lo largo del ciclo de vida con el fin de disminuir los impactos ambientales, se recomienda implementar la práctica de incluir los criterios de sostenibilidad en las especificaciones de compra de fertilizantes inorgánicos.
- Los criterios de sostenibilidad presentados podrán ser incluidos paulatinamente, en la medida que el mercado demuestre su capacidad de cumplimiento, la tabla de criterios de sostenibilidad presentada en el capítulo 4 podrá ser usada por cada empresa en sus procesos de compra sostenible a la hora de adquirir fertilizantes inorgánicos.

- Los medios de verificación planteados pueden variar dependiendo del contexto de la organización y de las condiciones específicas que plantee el mercado.
- Es necesario que la empresa que desee adoptar la inclusión de criterios de sostenibilidad en la compra de fertilizantes, deberá conformar un grupo de trabajo que incluya personal técnico y administrativo, para que apliquen adecuadamente los criterios planteados en este trabajo.
- Se propone que la empresa que desee adoptar la inclusión de criterios de sostenibilidad en la compra y uso de fertilizantes inorgánicos, implemente indicadores de seguimiento que le permita evaluar periódicamente el nivel de implementación en los procesos de compras, uso y disposición final del producto.
- Es necesario que los productores y consumidores de fertilizantes promuevan la producción, comercialización y uso de productos con menor impacto sobre el medio ambiente durante todo el ciclo de vida del producto, para así garantizar una agricultura ecológica implementando criterios ambientales.

7. BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Ambiente (2016). *Compras Públicas Sostenibles*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/155-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-8>.

Rieznik, L. (2005). *Análisis del ciclo de vida*. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>.

Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible (2016). *Importancia de la fertilización en el desarrollo de los cultivos y en su composición nutritiva*. Recuperado de http://www.agriculturasostenible.org/v_portal/informacion/informacionver.asp?cod=7187&te=33&idage=9282.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2009). *Evaluaciones del desempeño ambiental*. Recuperado de http://www.oecd.org/env/country-reviews/Evaluacion_y_recomendaciones_Colombia.pdf.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2016). *Agricultura orgánica y cambios climáticos*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/005/Y4137S/y4137s07.htm>.

Ecologistas en acción (2014). *Agricultura y cambio climático*. Recuperado de <http://www.ecologistasenaccion.org/article19945.html>.

YARA (2016). *La perspectiva del ciclo de vida de los fertilizantes*. Recuperado de <http://www.yara.es/crop-nutrition/medio-ambiente/reduciendo-huella-de-carbono/perspectiva-ciclo-de-vida-del-fertilizante/>

Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (2015). *Fertilización de cultivos en clima frío*. Recuperado de <http://conectarural.org/sitio/material/fertilizaci%C3%B3n-de-cultivos-en-clima-fr%C3%ADo>

Sistema de Inteligencia Comercial de Legiscomex (2016). *Abonos en Colombia/Inteligencia de mercados*. Recuperado de.
<http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/informe-sectorial-abonos-colombia-2016.pdf>

El Economista. *El mercado de los fertilizantes (2015)*. Recuperado de.
<http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2016/02/10/mercado-fertilizantes-i>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2015). *El uso de fertilizantes sobrepasará los 200 millones de toneladas en 2018*. Recuperado de.
<http://www.fao.org/news/story/es/item/277654/icode/>.

Exportación e Inversiones España (2015). Buenas previsiones para el mercado mundial de fertilizantes. Recuperado de.
<https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/sectores/industria-y-tecnologia/noticias/NEW2015387485.html?sector=395>.

Vanguardia Nacional (2015). *Importación de fertilizantes creció en primer trimestre*. Recuperado de.
<http://www.vanguardia.com/economia/nacional/316370-importacion-de-fertilizantes-crecio-en-primer-trimestre>.

Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado de.
<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>

Instituto Colombiano Agropecuario (2014). *Comercialización de fertilizantes y acondicionadores de suelos*. Recuperado de.
[http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Fertilizantes-y-Bio-insumos-Agricolas/Estadisticas/Comercializacion-fertilizantes-2013-\(2\).aspx](http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Fertilizantes-y-Bio-insumos-Agricolas/Estadisticas/Comercializacion-fertilizantes-2013-(2).aspx).

Grupo fosfatos - agro-minerales (2015). *Fertilizantes en el mundo*. Recuperado de.
<http://fosfatos.gl.fcen.uba.ar/index.php/fertilizantes/consumo-y-reservas/>.

Editorial Técnica Quatrebcn (2016). *La demanda mundial de fertilizantes se mantendrá estable en 2015 y 2016*. Recuperado de.
<http://quatrebcn.es/la-demanda-mundial-de-fertilizantes-se-mantendra-estable-en-201516>.
 Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural (2016). *Memorias del Congreso de la República 2015 – 2016*. Recuperado de.

<https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/gestin/memorias%20al%20congreso%202015-2016.pdf> .

Pérez V (2014). *Uso de los fertilizantes y su impacto en la producción agrícola*) Tesis Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperada de <http://www.bdigital.unal.edu.co/39459/1/71782231.2014.pdf>

Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural (2016). *Bases para el plan nacional de Desarrollo 2014-2018*. Recuperado de. <https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/gestin/plan%20de%20acci%c3%b3n/plan%20nacional%20de%20desarrollo%202014%20-%202018%20todos%20por%20un%20nuevo%20pais.pdf>

ASOCAÑA (2013) *Anexo 1, Marco Jurídico Ambiental*. Recuperado de. <http://www.asocana.org/documentos/432011-482b69b8-00ff00,000a000,878787,c3c3c3,0f0f0f,b4b4b4,ff00ff,ffffff,2d2d2d,b9b9b9.pdf>

YARA (2015). *La perspectiva del ciclo de vida de los fertilizantes*. Recuperado de. <http://www.yara.com.co/crop-nutrition/medio-ambiente/reduciendo-huella-de-carbono/perspectiva-ciclo-de-vida-del-fertilizante/>

Sivirtual (2016). *Expedición del registro de venta de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelo*. Recuperado de. <https://www.sivirtual.gov.co/8/-/tramite/T810>

Universidad Politécnica De Madrid (2012). *Soluciones para fertilizar sin contaminar*. Recuperado de. <https://www.upm.es/e-politecnica/?p=1817>.

Universidad de Talca de Chile (2015). *Nueva alternativa para reducir uso de fertilizantes en hortalizas*. Recuperado de. <http://www.utalca.cl/link.cgi//SalaPrensa/Investigacion/9105>.