



PRODUCTO 13. Nanofertilizantes en el suelo y emisiones de óxido nitroso

PROPUESTA DE PROYECTO DE CREACIÓN DE LA SPIN-OFF

Shelsy Dayanna Claro Melo, Andrés Camilo Ulloa Álvarez, Mileidy Álvarez, Mauricio Botero L., Mónica Botero L., Ginna Paola Castro C.

2023



Copyright, licencias CC y Disclaimer.

Códigos JEL: Q16

ISBN:

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados; este documento puede reproducirse libremente para fines no comerciales.

FONTAGRO es un fondo administrado por el Banco pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Se prohíbe el uso comercial no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables. Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

El presente documento ha sido preparado por Mónica Andrea Botero Londoño, tomando como base el estudio realizado por los estudiantes de pregrado del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander Shelsy Dayanna Claro Melo y Andrés Camilo Ulloa Álvarez en el proyecto de grado titulado: “Plan de negocio para la oferta de nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita, desde la Universidad Industrial de Santander”.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Abstract.....	8
Resumen	8
Resumen Ejecutivo.....	10
Introducción.....	11
Problemática	12
Objetivos.....	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos	14
Metodología.....	15
Resultados.....	17
Análisis del macroentorno.....	17
Político.....	17
Económico	18
Social	19
Tecnológico	20
Ecológico/ambiental.....	21
Legal	22
Análisis microentorno.....	23
El poder de negociación de los clientes	23
El poder de negociación de los proveedores	24
La amenaza de nuevos competidores.....	25
Rivalidad entre competidores.....	25
Amenaza de productos sustitutos	26
Análisis de Mercado	26



Producción y consumo en Colombia.....	26
Mercado de fertilizantes nacional	28
Principales empresas de fertilizantes en Colombia	29
Principales productos y cultivos	30
Tendencia de los precios	31
Análisis de encuestas.....	32
Estimación y proyección de la demanda.....	42
Modelo de negocios CANVA.....	44
Producto	45
Promoción	47
Precio.....	49
Plaza	49
Análisis técnico	50
Localización de la planta.....	50
Distribución de la planta.....	52
Especificación maquinaria y equipos necesarios	53
Descripción de operaciones y procesos.....	54
Capacidad instalada.....	54
Análisis Organizacional	55
Diseño de cargos y manual de funciones.....	55
Estructura Salarial.....	58
Organigrama.....	58
Mapa de Procesos	59
Análisis ambiental y social	59
Impacto Social	59
Impacto Ambiental	60
Análisis estratégico.....	62
Misión.....	62
Visión.....	62



MEGA	62
Valores corporativos.....	62
Matriz DOFA	63
Discusión	66
Conclusiones y recomendaciones	67
Conclusiones.....	67
Recomendaciones	67
Referencias Bibliográficas.....	68



INDICE CUADROS

Cuadro 1. Diseño metodológico	15
Cuadro 2. Porcentaje de participación	42
Cuadro 3. Estimación de la demanda	43
Cuadro 4. Factores ponderados	51
Cuadro 5. Especificación equipos y máquinas	53
Cuadro 6. Identificación del cargo de gerente.....	55
Cuadro 7. Identificación del cargo de jefe comercial.....	56
Cuadro 8. Identificación del cargo auxiliar de producción.....	57
Cuadro 9. Estructura salarial	58
Cuadro 10. Valoraciones Matriz Leopold.....	60
Cuadro 11. Matriz Leopold	61
Cuadro 12. Matriz DOFA Fortalezas.....	63

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Precios de los fertilizantes.....	18
Gráfico 2. Consumo vs Producción Colombia	27
Gráfico 3. Proyección mercado nacional	28
Gráfico 4. Cuota de participación	29
Gráfico 5. Tipos de fertilizantes registrados.	30
Gráfico 6. Precios ofertados por minoristas de Urea 46%.	31
Gráfico 7. Comportamiento de precios ofertados por minoristas de fertilizantes 15-15-15	32
Gráfico 8. Ubicación encuestados	32
Gráfico 9. Cultivos de los encuestados	33
Gráfico 10. Tipos de fertilizantes usados	34
Gráfico 11. Presentación de fertilizante preferida.....	35
Gráfico 12. Variables determinantes en la compra de fertilizante.	35
Gráfico 13. Posibilidad de ensayar con un nuevo producto.....	36



Gráfico 14. Familiaridad con los nanofertilizantes.....	37
Gráfico 15. Beneficios de los nanofertilizantes.....	37
Gráfico 16. Posibilidad de utilizar los nanofertilizantes.	38
Gráfico 17. Rango de precios a pagar por los nanofertilizantes.....	38
Gráfico 18. Posibilidad de invertir más dinero en los productos	39
Gráfico 19. Lugar de preferencia para comprar los productos	39
Gráfico 20. Variables determinantes del lugar de compra	40
Gráfico 21. Medios de promoción de nuevos productos.....	40
Gráfico 22. Evidencia que prefieren del producto	41
Gráfico 23. Posibilidad de servicio adicional.....	41
Gráfico 24. Modelo canvas	44
Gráfico 25. Logotipo de la empresa	45
Gráfico 26. Etiqueta del producto	46
Gráfico 27. Flujo de comercialización	48
Gráfico 28. Ubicación planta	51
Gráfico 29. Distribución de la planta	53
Gráfico 30. Flujograma AgroNano	54
Gráfico 31. Organigrama	58
Gráfico 32. Mapa de procesos	59



Abstract

In Colombia, the agroinputs industry is influenced by the international market, which generates fluctuations in the prices and availability of these products, generating difficulties in Colombian agriculture, where the application of agroinputs represents a significant part of the expenses. The self-sufficiency of these inputs in the country is low, which makes it necessary to explore alternatives to optimize agricultural production, as is the case of nanotechnology due to the benefits it provides in crop growth and increased efficiency in the absorption of nutrients, compared to the use of traditional fertilizers. Therefore, this study proposes a business plan for the production and marketing of these nanoparticles for the fertilizer market, as a commercial projection strategy within the framework of the research project “Nanofertilizers in soil and nitrous oxide emissions”, which is being carried out by the Industrial University of Santander. For its development, an analysis of the national competitive context was carried out regarding the requirements, threats and opportunities for the supply of nanofertilizers based on titanium dioxide, zinc oxide and zeolite. The regulatory guidelines for their production and commercialization were reviewed, a national-level market study was carried out, a business model was proposed, the administrative structure was designed, strategies were proposed to mitigate or enhance the environmental and social impact, and finally an action plan was defined for the implementation of the supply of nanofertilizers. The result is a detailed analysis of the Colombian context, a SWOT matrix, a fully completed Canvas model, and an action plan for the implementation of the Spin-Off.

KEYWORDS: Nanoparticles, fertilizers, agriculture, business plan.

Resumen

En Colombia, la industria de agroinsumos se ve influenciada por el mercado internacional, que genera fluctuación en los precios y la disponibilidad de estos productos, generando dificultades en la agricultura colombiana, donde la aplicación de agroinsumos representa una parte significativa de los gastos. La autosuficiencia de estos insumos en el país es baja, lo que hace necesario explorar alternativas para optimizar la producción agropecuaria. Tal es el caso de la nanotecnología, por los beneficios aportados en el crecimiento de cultivos y el aumento de la eficiencia en la absorción de nutrientes, en comparación con el uso de fertilizantes tradicionales. Por ello, este estudio propone un plan de negocio para la producción y comercialización de estas nanopartículas para el mercado de fertilizantes, como estrategia de proyección comercial en el marco del proyecto de investigación “Nanofertilizantes en el suelo y emisiones de óxido nitroso”, que ejecuta la Universidad Industrial de Santander. Para su desarrollo se realizó un análisis de contexto competitivo nacional respecto a los requerimientos, amenazas y oportunidades para la



oferta de los nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita, se revisaron los lineamientos normativos para su producción y comercialización, se realizó un estudio de mercado a nivel nacional, se propuso un modelo de negocio, se diseñó la estructura administrativa, se plantearon estrategias para mitigar o potenciar el impacto ambiental y social, y finalmente se definió un plan de acción para la puesta en marcha de la oferta de los nanofertilizantes. Como resultado se obtuvo un análisis detallado del contexto de Colombia, una matriz DOFA, un modelo Canvas completamente diligenciado, y un plan de acción para la puesta en marcha de la Spin-Off.

PALABRAS CLAVE: Nanopartículas, fertilizantes, agricultura, plan de negocio.



Resumen Ejecutivo

Este documento contiene la propuesta de un plan de negocio de una Spin-Off para la producción y comercialización de nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita. Se presenta el detalle del contexto competitivo destacando que este proyecto se encuentra en consonancia con la estrategia institucional 2010-2020 del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pues promueve el fortalecimiento del esquema agroproductivo de forma eficiente y ambientalmente responsable y se destaca la poca oferta de productos sustitutos. Asimismo, se identifican lineamientos normativos para la producción y comercialización, particularmente destacando la importancia del registro ante el ICA. Se realiza un estudio de mercado a nivel nacional que da a conocer el interés que existe en agricultores por un nuevo producto de nanofertilizantes empezando por los departamentos de Santander y Norte de Santander, donde el 80% de los encuestados consideraría la compra dentro de un rango de precio de \$100.000 y \$150.000 pesos colombianos para usarlos en sus cultivos, siempre y cuando el producto sea eficaz y aumente la productividad de sus cultivos. Además, permitió definir que la mejor opción es la elaboración de un producto que funcione como complemento de los fertilizantes que usan los agricultores en sus cultivos, dados los altos costos asociados a la producción. Se diseña un modelo de negocio haciendo uso de la herramienta Canvas que permitió definir el nombre del producto, el logotipo, etiqueta, estrategias de mercadeo, entre otros aspectos. Se propone una estructura administrativa donde el líder es el Gerente de la empresa, seguido en jerarquía por el jefe comercial y el auxiliar de producción. Se plantean estrategias para mitigar o potenciar el impacto ambiental y social, y finalmente se propone plan de acción para la puesta en marcha de la Spin-Off.

Palabras Clave: Nanopartículas, fertilizantes, agricultura, plan de negocio.



Introducción

La agricultura actual enfrenta un gran reto asociado con la necesidad de producir más alimentos sin comprometer su calidad para atender el crecimiento de la población mundial que se ha presentado en los últimos años. Para lograrlo, existen dos opciones posibles: aumentar la cantidad de tierras cultivables o proporcionar nutrientes adicionales al suelo para mejorar los rendimientos de los cultivos (ANFFE, 2014). En este contexto, los fertilizantes agrícolas desempeñan un papel crucial al proporcionar los nutrientes necesarios para las cosechas: nitrógeno, cobre, zinc, fósforo, potasio, entre otros.

Existen diferentes tipos de fertilizantes, pero los más demandados en el mercado son los fertilizantes orgánicos y los químicos (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural México, 2019). Los fertilizantes orgánicos, derivados de fuentes animales o vegetales, tienen beneficios para la salud del suelo y favorecen la retención de agua y nutrientes. Sin embargo, sus nutrientes son menos solubles y las plantas tardan más en absorberlos, lo que puede retrasar la producción de alimentos. Por otro lado, los fertilizantes químicos proporcionan resultados más rápidos y mejoran visualmente la salud de las plantas. Su uso ha aumentado considerablemente debido a la contribución que hace en el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, usarlos en exceso puede generar problemas ambientales relacionados con la toxicidad del agua, la contaminación del aire, la degradación del suelo, el desequilibrio biológico, la reducción de la biodiversidad y el aumento de gases de efecto invernadero. Esta situación ha despertado una preocupación mundial sobre los posibles efectos adversos que los fertilizantes químicos tradicionales pueden tener en el medio ambiente, lo cual podría afectar la producción de alimentos y el abastecimiento de la población mundial.

Para abordar este problema, se ha explorado la conversión de los fertilizantes a nanopartículas, incluso mezclarlos con nanopartículas de otros compuestos que han evidenciado el aumento en la eficiencia de estos, por lo que se reduce la cantidad necesaria para un cultivo, disminuyendo el impacto ambiental asociado a su uso.

Esto permitiría una transición hacia el uso de nanofertilizantes sin comprometer la producción mundial de alimentos, además de mitigar los efectos negativos de los fertilizantes químicos convencionales, relacionados principalmente con los altos costos producto de la dependencia de su importación o de sus componentes. Estos costos son afectados por la situación geopolítica, como el conflicto entre Rusia y Ucrania, la inflación, la subida del dólar, entre otros, que generan un aumento en los precios y una débil demanda.

Por lo anterior, el objetivo de este proyecto consiste en desarrollar un plan de negocio para la oferta de nanofertilizantes desarrollados en la Universidad Industrial de Santander, que incluye una investigación del mercado y la propuesta del modelo para la operación de acuerdo con la oportunidad identificada, la capacidad del grupo de investigación de Sistemas de Energía Eléctrica (GISEL) y los lineamientos normativos de la Universidad.



Problemática

En Colombia, la dinámica de los fertilizantes está fuertemente influenciada por el mercado internacional afectando los precios, oferta y demanda. Esto se debe a que la oferta de los fertilizantes a nivel mundial es inelástica, pues está sujeta a la disponibilidad de los minerales inorgánicos, tales como: fósforo, potasio y nitrógeno cuya producción depende de países como Marruecos, Canadá y Rusia. Situación que representa una limitante para Colombia, ya que la industria local depende de la importación de estos elementos (Pinzón, 2019).

Como consecuencia de lo anterior mencionado, Colombia se ha visto envuelta en una crisis a nivel económico, ya que se importan más de dos millones de toneladas de fertilizantes al año y se ha visto un aumento de hasta el 43% en los precios de estos insumos, los cuales en su mayoría provienen de Rusia y Ucrania que presentan un conflicto bélico desde hace más de un año (DANE, 2023). Por lo tanto, se presentan altos costos en la producción agropecuaria en Colombia, ya que en algunos casos estos representan el 35% de los precios y en promedio el peso de los fertilizantes en los cultivos es entre 8-28%, siendo de los insumos agrícolas que más se usan (Vargas, 2022).

Según María Orbegozo, directora de análisis sectorial y sostenibilidad de Corficolombiana, uno de los principales retos para aumentar la autosuficiencia de fertilizantes en el país, que apenas registra un índice del 20%, es la disponibilidad de materia prima (La República, 2022a).

Adicionalmente, se resalta la importancia de implementar nuevas alternativas relacionadas con nanotecnología, biofertilizantes, bioplaguicidas, entre otros. Estas opciones brindan la oportunidad de disminuir la cantidad requerida de los insumos tradicionales ayudando a incrementar la autosuficiencia de la producción agrícola, y mitiga el daño ambiental causado por el uso habitual de estos productos. Ahora, aunque estas alternativas no reemplazan a los fertilizantes tradicionales, se ha evidenciado en la agricultura que una de las alternativas que ha generado más resultado es el uso de la nanotecnología a través de la aplicación a los cultivos de nanofertilizantes, nanoherbicidas, nanofungicidas, entre otros. Este tipo de tecnología tiene implicaciones en todas las etapas de la producción agrícola, desde la germinación hasta su procesamiento.

Diversas investigaciones demuestran los efectos positivos de nanofertilizantes, nanoherbicidas, nanofungicidas, por ejemplo, en la planta *Abelmoschus esculentus* la pulverización foliar de nanopartículas de ZnO provocó un aumento en diversos parámetros de crecimiento, tales como: la germinación, longitud de brote, altura de raíz y número de vainas (Saritha et al., 2022). De acuerdo con esto, la aplicación de la nanotecnología garantiza la entrega específica de nutrientes en el área objetivo de la planta, aumentando su absorción, y conduciendo a un mejor crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Lo anterior, da cuenta de la diferencia de los fertilizantes, que según estimaciones de Kanjana, en su uso se pierde aproximadamente un 50-70% de los nutrientes que deberían ser aprovechados por la planta, y estos desperdicios causan lixiviaciones, erosión del suelo y escurrimiento agrícola. Esto produce contaminación ambiental y al mismo tiempo aumento en los costos de producción.



(Saritha et al., 2022). Por ende, los nanofertilizantes se proponen como una alternativa de mayor potencial, ya que su objetivo principal es sintetizar los fertilizantes a través de la combinación de nanopartículas de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita para aumentar así el área superficial de los fertilizantes, obtener mayor interacción con el suelo y potenciar sus nutrientes, esperando así impactar en la productividad con una mayor eficiencia y rentabilidad.

El caso particular de este producto de investigación soporta la producción y comercialización de los nanofertilizantes, en el marco de un proyecto, financiado por FONTAGRO, que busca la validación de la tecnología de nanopartículas de fertilizantes y cuantificar los efectos de su aplicación en la eficiencia y mitigación de emisiones de óxido nitroso, la síntesis de estos nanofertilizantes que se desarrollan en el Parque Tecnológico de Guatiguará, donde por medio de la técnica de molienda se elaboran las nanopartículas de dióxido de titanio, óxido de titanio y zeolita combinadas con los fertilizantes. Con esto se busca establecer un sistema de agricultura intensiva en conocimientos, mitigando el impacto ambiental e incrementando los rendimientos productivos con menor costo por nutrición mineral, mayor eficiencia y rentabilidad.

En el marco de esta iniciativa, se incluyó la construcción de un plan de negocios, que se aborda en este documento, que propone el marco de acción para ofertar el producto desarrollado al mercado nacional, para lo cual se realizó un estudio del contexto y de mercado para proponer la estrategia de producto y condiciones técnicas y organizativas para su operación.



Objetivos

Objetivo General

Elaborar un plan de negocio para la oferta de nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita, para el sector agrícola, desde la Universidad Industrial de Santander.

Objetivos Específicos

- Identificar requerimientos, amenazas y oportunidades para la oferta de los nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita, a través de un análisis del contexto competitivo nacional que incluya las variables políticas, económicas, tecnológicas, socioculturales y legales.
- Realizar un estudio de mercados nacional, con información secundaria, que permita cuantificar el mercado potencial, definir el perfil de los clientes y caracterizar la competencia y con ello estimar la oferta y establecer las bases para la estructuración del plan de marketing.
- Proponer un modelo de negocio que incluya las estrategias de mercadeo para nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita según los resultados de las etapas previas.
- Diseñar la estructura administrativa que soporte la oferta de los nanofertilizantes, proponiendo un modelo organizacional, el manual de funciones y la estructura para la compensación al equipo humano vinculado al proceso de extensión para la oferta de los nanofertilizantes.
- Proponer estrategias para mitigar o potencializar el impacto ambiental y social de la propuesta de valor.
- Definir un plan de acción para la puesta en marcha de la oferta de los nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita, desde la Universidad Industrial de Santander.



Metodología

Para el desarrollo de los objetivos específicos se planteó el diseño metodológico presentado en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Diseño metodológico

Descripción de objetivos	Actividades	Instrumentos / herramientas
1. Identificar requerimientos, amenazas y oportunidades para la oferta de los nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita.	- Análisis del contexto competitivo nacional (micro y macroentorno), incluyendo variables como: políticas, económicas, tecnológicas, socioculturales.	- Análisis PESTEL para el macroentorno. - 5 fuerzas de Porter para el microentorno.
2. Realizar un estudio de mercados nacional, con información secundaria, que permita cuantificar el mercado potencial, definir el perfil de los clientes y caracterizar la competencia y con ello estimar la oferta y establecer las bases para la estructuración del plan de marketing.	- Consulta de información secundaria. - Análisis de información primaria, mediante el diseño y aplicación de una encuesta compuesta por tres secciones con un total de 16 preguntas. - Identificación de la población y selección de la muestra definida por conveniencia.	- Páginas oficiales del Ministerio de Agricultura, Agencia Nacional de Minería, Instituto Colombiano Agropecuario, etc. - Encuesta para recolección de datos - Base de datos del DANE.
3. Proponer un modelo de negocio que incluya las estrategias de mercadeo para nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita según los resultados de las etapas previas.	- Diseño del modelo de negocio considerando la información previamente recolectada y analizada. - Propuesta de un plan de mercadeo para el producto.	- Modelo CANVA
4. Diseñar la estructura administrativa que soporte la oferta de los	- Propuesta de un modelo organizacional, un manual de funciones y una estructura	- Programa de diseño - Plataformas de precios



nanofertilizantes.	salarial, que incluye entre otros: definición de macro y micro localización, diseño de la planta, maquinaria y equipos necesarios, procesos, organigrama.	de productos y establecimientos comerciales.
5. Proponer estrategias para mitigar o potencializar el impacto ambiental y social de la propuesta de valor.	- Análisis del impacto ambiental - Estrategias para mitigar los impactos.	- Plan de Gobierno, Pacto por el campo. - Matriz de Leopold.
6. Definir un plan de acción para la puesta en marcha de la oferta de los nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita, desde la Universidad Industrial de Santander.	- Desarrollar un análisis estratégico, que incluya la definición de misión, visión, valores corporativos. - Diseño de una matriz DOFA.	- Matriz DOFA



Resultados

Análisis del macroentorno

Para el análisis del macroentorno se emplea la herramienta PESTEL, que permite identificar variables del mercado nacional, tales como: políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas y legales. El propósito es obtener una visión integral del entorno en el que se desarrollará la idea de negocio.

Político

Dentro de las políticas de Gustavo Petro, actual presidente de la república de Colombia, se encuentra una para el sector agro que pretende apoyar a los agricultores para reducir los costos asociados a los productos. La propuesta se basa en un subsidio del 100% en el precio de los fertilizantes nacionales, que tiene la finalidad de reducir los costos de producción, ofreciendo un escenario de fácil acceso en ese mercado. Uno de los resultados esperados, es la mitigación de la inflación en lo que respecta al índice de la canasta familiar (Infobae, 2022).

Esto presenta una oportunidad clave para este proyecto y para el proyecto marco, que busca sintetizar y caracterizar nanopartículas de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita, con el objetivo de aumentar la superficie de contacto de los nutrientes con el cultivo. Esto basado en análisis previos realizados por el grupo de investigación GISEL, lo que permitirá que estos productos tengan una mayor interacción con el suelo. En otras palabras, los fertilizantes nacionales pueden ser utilizados como plataforma para la incorporación de nanopartículas, lo que a su vez podría beneficiar esta propuesta de negocio a través de los subsidios gubernamentales.

Por otro lado, también se encuentra una oportunidad potencial de obtener estos fertilizantes en el exterior por medio de empresas nacionales. Según un informe de Bioinsumos, Colombia solo cuenta con una autosuficiencia del 20%, en la producción de los componentes principales de los fertilizantes, como son el nitrógeno, fosfato, potasio, entre otros, siendo este un porcentaje significativamente bajo (Portafolio, 2022).

Considerando lo anterior, y apoyado en el decreto 1027 de 2018 que expone que el Arancel para la importación de fertilizantes será del 0%, las empresas nacionales podrían comprar estos productos a bajo costo. Lo que resulta una oportunidad para el proyecto de adquirir la materia prima usada para las nanopartículas a precios más cómodos.

Poly Rosero, Gerente General de Eurotrading, destaca el interés de Colombia en liderar la aplicación de nanotecnología en el agro en Latinoamérica, con el objetivo de convertirse en un punto de referencia y promover la sostenibilidad en los cultivos nacionales. Esta tecnología tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia en los cultivos y aumentar el valor nutricional de los alimentos, y al mismo tiempo, reducir el impacto ambiental (Agronet, 2020).

Esta visión se respalda en la Ley de Financiamiento de 2018, que ofrece un valioso incentivo fiscal

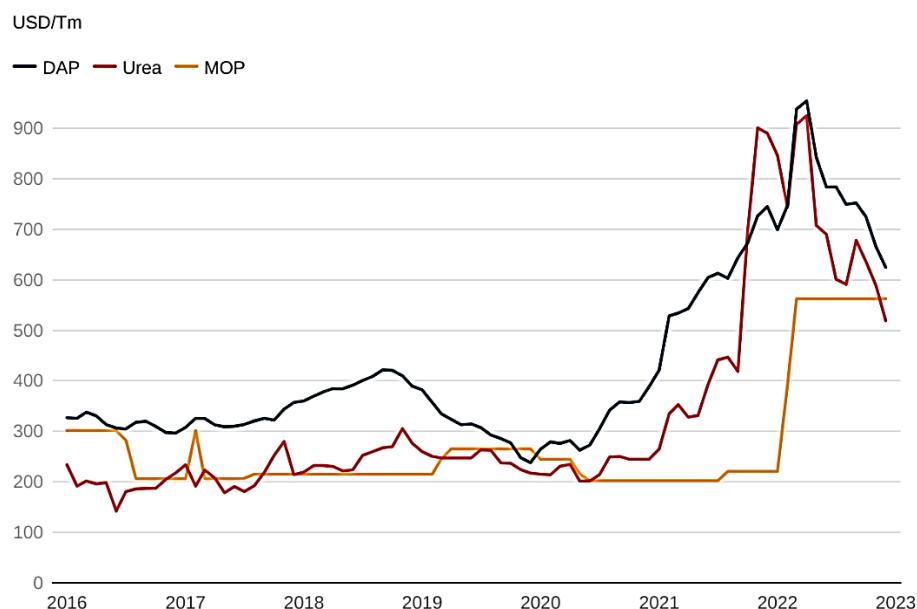


para el desarrollo agrícola en Colombia. Según esta ley, las ganancias derivadas de inversiones que contribuyen al aumento de la productividad agrícola quedan exentas de impuestos durante un periodo de 10 años, siempre y cuando estén directamente relacionadas con la actividad económica de la agricultura. En ese contexto, el proyecto en cuestión podría ser elegible para acceder a estos beneficios (Márquez Arango, 2019).

Económico

Los componentes principales de los nanofertilizantes son tres elementos: dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita; los cuales no se producen en Colombia, por ende, se deben importar. La dependencia casi total en el suministro de estos elementos para la fabricación de nanofertilizantes ocasiona que su costo esté fuertemente influenciado por factores externos como el precio del dólar, costo de transporte internacional de mercancías, situación actual del país desde el cual se importa, entre otros (Correa, 2021). Por ejemplo, el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania ha tenido un impacto negativo en el mercado de fertilizantes. La principal causa se debe a que las economías más fuertes del mundo, como Estados Unidos y Europa, impusieron sanciones a Rusia y Bielorrusia, dos destacados exportadores de fertilizantes. A pesar de algunas excepciones diseñadas para mantener las operaciones comerciales, los precios del mercado aumentaron de manera desproporcionada (ver Gráfico 1), lo que refleja una demanda debilitada en el sector (Baffes & Chiazzi Koh, 2023).

Gráfico 1. Precios de los fertilizantes



Notas: DAP = fosfato diamónico. MOP = muriato de potasa. Tm = tonelada métrica. La última observación corresponde a diciembre de 2022.

Fuente: Bloomberg y Banco Mundial.

Nota: Tomado de Baffes y Chian Koh (2023).



La anterior problemática generó una disrupción en el mercado de fertilizantes en Colombia, dado que el país mantenía relaciones comerciales significativas con estos países, los cuales suministraban componentes clave para la producción de fertilizantes. El aumento en los precios influyó negativamente en la variación de los precios nacionales, impactando directamente a los agricultores y, a su vez, a los consumidores en sus gastos relacionados con la canasta familiar.

Como respuesta a esta situación, el sector y las compañías de fertilizantes en Colombia, idearon un plan para reemplazar alrededor de 660.700 toneladas que se adquirirían a través de estos dos países. Durante enero y febrero de 2021, se importaron 270.000 toneladas de insumos para fertilizantes desde Estados Unidos, representando así el 27% sobre el total de las compras internacionales. Lo anterior se llevó a cabo como una medida para contrarrestar la crisis ocasionada por esos factores externos (Portafolio, 2022).

Aunque lo mencionado anteriormente puede ser una amenaza para el proyecto por el contexto de los países que están inmersos en el conflicto armado, se vislumbra una oportunidad al explorar otros países, tales como Estados Unidos, para la importación de estos productos.

Por otra parte, según expertos, la inflación también tiene gran incidencia en los factores económicos. De acuerdo con datos del Banco de la República, al inicio del año 2023 se registró una inflación del 13,28%. Como resultado, se implementaron medidas adicionales en forma de políticas monetarias que tuvieron un impacto adicional en la economía, pues se incluyeron tasas de intereses elevadas que han aumentado los costos de los préstamos, lo que podría afectar negativamente a las empresas. Según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se presentó una variación significativa de 3,10% en los precios de los fertilizantes durante febrero de 2023 con respecto al mes anterior. Esta fluctuación implica que los precios de los insumos agropecuarios afectaron la rentabilidad de los agricultores, quienes se enfrentaron a mayores gastos, incidiendo en la producción de los cultivos, dado que estos insumos son indispensables para su desarrollo (DANE, 2023).

Germán Palacio gerente de la Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa), explicó que durante el 2022 producir una hectárea de papa costaba alrededor de \$34 millones de pesos colombianos, mientras que durante el 2021 solo \$22 millones de pesos colombianos. Este incremento representó aproximadamente un 50%, lo que resultó en una menor rentabilidad, ya que las ganancias generadas por la producción no fueron suficientes para cubrir los costos incurridos. El sector ganadero también se vio afectado por esta situación, ya que experimentó un aumento de precios de 200% en los fertilizantes que habitualmente usaban, lo que redujo la productividad (Estrada Rudas, 2022). Por ende, se ha afectado el poder adquisitivo de los consumidores y su decisión de compra. Esto, a su vez, tendría un impacto directo en el proyecto, debido a que podría haber una reducción en la demanda de estos productos por la amenaza directa de la inflación en la economía de los clientes.

Social

Las tendencias sociales y las expectativas cambiantes de los consumidores pueden tener un



impacto significativo en la demanda y la oferta de fertilizantes en el mercado. Una de las consecuencias más graves, es el aumento de los precios de estos productos, lo que ha disparado la crisis alimentaria. De acuerdo con índices del Banco Mundial, estos precios aumentaron aproximadamente 15% durante el 2022 provocando mayor inseguridad alimentaria y hambre (Voegelé, 2022).

Además del incremento de los precios, existe la tendencia arraigada de este sector de hacer un uso inadecuado de los fertilizantes dentro de los cultivos. La agricultura tradicional insiste en emplear grandes cantidades de fertilizantes en los cultivos para asegurar el suministro de nutrientes necesarios para lograr la máxima productividad en los cultivos. Sin embargo, la tecnología actual en producción agrícola indica que esta práctica ha causado un estancamiento en el desarrollo.

La eficiencia en la absorción de nutrientes bajo esta metodología de fertilización es notablemente baja. Se estima que los cultivos aprovechan apenas entre el 40% y el 70% del nitrógeno, tan solo el 10% y el 30% del fósforo, y alrededor del 50% al 60% del potasio contenido en los fertilizantes (Fontagro, 2020). Esto ha demostrado que los agricultores, quienes históricamente han desempeñado un papel fundamental en el aspecto social de este mercado, han interiorizado una cultura arraigada de prácticas agrícolas tradicionales que, en última instancia, son ineficaces. Por esta razón, se hace imperativo tomar medidas para garantizar la sostenibilidad de la producción de alimentos y mejorar las prácticas de uso de los fertilizantes.

Una de las alternativas de solución para la situación es la nanotecnología, mediante la aplicación de nanopartículas a los fertilizantes. De esta manera, se presenta la oportunidad con un considerable potencial para incrementar la productividad en los cultivos de los agricultores. Sin embargo, el desafío para consolidarse entre los agricultores radica en demostrar que, mediante los análisis realizados previamente de los elementos y su relación con los fertilizantes, la empresa puede ofrecer las nanopartículas adecuadas para lograr resultados más favorables en sus cultivos.

Con este propósito, como primer paso, se ha establecido una colaboración con agricultores pertenecientes a la Sociedad de Agricultores de Santander. El objetivo es instalar parcelas experimentales en predios de estos agricultores, donde se brindará capacitación sobre el proceso para lograr demostrar cómo esta nanotecnología mejora la eficiencia de los cultivos. La alianza con esta asociación, reconocida por su liderazgo en las comunidades, podría ser una gran oportunidad para este proyecto. A través de estos centros de validación, capacitación y difusión de la tecnología de las nanopartículas, se busca la consolidación en el mercado agrícola.

Tecnológico

Dado el constante aumento de la población y la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria sin comprometer la sostenibilidad ambiental, se ha identificado que, actualmente, en el territorio nacional existen unos 40 millones de hectáreas aptas para la agricultura, de las cuales solo se están utilizando aproximadamente 6 millones. Esta situación ha llamado la atención de entes internacionales que buscan aprovechar estos recursos por medio de nuevos métodos de



agricultura o la aplicación de tecnologías (La República, 2022b).

La herramienta que propone una solución a esta problemática es la nanotecnología. Esta disciplina es relativamente nueva dentro del sector agroalimentario, no obstante, cuenta con grandes proyecciones, y ofrece gran innovación para producir cultivos de alta calidad minimizando el riesgo del uso indiscriminado de agroquímicos (Marín Bustamante et al., 2021).

Dentro de este campo, el proyecto tiene una gran oportunidad debido a que la propuesta de aplicación de nanopartículas aporta una amplia gama de beneficios a los cultivos. Por medio del producto, se plantea mejorar la eficiencia en la producción de los alimentos contribuyendo al crecimiento y calidad del cultivo, y a su vez a la preservación de los suelos.

De hecho, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ha analizado la viabilidad de implementar herramientas en el país con el fin de ejecutar estas iniciativas de cultivo. Existen dos herramientas en desarrollo que se pueden destacar y de las cuales ya se han hecho pruebas en algunas zonas del territorio colombiano. Una de estas es el Sistema de Evaluación de Daños y Pérdidas para el sector de la agricultura. Aquí se hace uso de drones con los que inspecciona el estado de los cultivos, después de que han sido sometidos a cambios drásticos como, por ejemplo: desastres naturales, agroquímicos, fertilizantes, entre otros.

Estos drones aportan información del estado del suelo, el alcance de los desastres causados y permite determinar acciones a tomar para prevenir futuros desastres (Agronet, 2020). Esto representa una oportunidad para hacer uso de esta herramienta como un apoyo que, a su vez, se alinea con uno de los objetivos de este proyecto relacionado con el análisis de suelos para determinar la cantidad de nanopartículas apropiadas para el cultivo. Así se permitirá vislumbrar cuales son las consecuencias de un uso incorrecto del insumo en el suelo y adoptar medidas correctivas para un mejor aprovechamiento.

Ecológico/ambiental

La actividad agrícola es responsable de aproximadamente el 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero, de los cuales el 13% se atribuye al uso de fertilizantes. Esta situación se debe a prácticas inadecuadas y a una baja eficiencia en su aplicación. Se anticipa que, con el paso de los años y la necesidad de garantizar los alimentos para una población en constante crecimiento, estas cifras de emisión de gases aumenten considerablemente.

Durante el proceso de fertilización, se hace uso de químicos, como el nitrógeno, fósforo y el potasio. De estos, los fertilizantes que se componen de nitrógeno son los principales emisores de gases de efecto invernadero, siendo el óxido nitroso (N₂O) el de mayor impacto ambiental (Fontagro, 2020).

Dado lo anterior, el proyecto presenta las nanopartículas como una opción para disminuir la cantidad de fertilizante usado. Es así como se puede atenuar tanto el impacto en el suelo como las emisiones de gases a la atmósfera. Al mismo tiempo, aumentan la productividad de las plantas



y generan ahorro en costos para los productores.

Las nanopartículas funcionan como un potenciador para los nutrientes presentes en los fertilizantes. Con esto se logra que los cultivos aumenten la eficiencia mediante una mejor absorción de los componentes, evitando los desperdicios que provocan las emisiones de gases efecto invernadero en el entorno.

Este producto se alinea con las políticas de conservación del medio ambiente implementadas por el actual presidente de la república, Gustavo Petro. Su enfoque está en fortalecer la investigación en ciencias ambientales y fomentar el trabajo creativo y colaborativo entre las comunidades, las instituciones de educación superior y los institutos de investigación. Con esto se busca catalizar cambios en diferentes ámbitos y sectores, con el objetivo de encontrar alternativas que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero.

Asimismo, este proyecto se encuentra en consonancia con la estrategia institucional 2010-2020 del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), ya que se promueve el fortalecimiento del esquema agroproductivo de forma eficiente y ambientalmente responsable. También se ajusta a las prioridades descritas en plan de mediano plazo 2020-2025 de Fontagro, que se enfoca en el desarrollo de sistemas productivos y territorios sostenibles mediante la aplicación de tecnologías que influyan positivamente en los agroecosistemas, incrementando la capacidad de la agricultura y al mismo tiempo promoviendo un entorno ambiental seguro y sostenible (Fontagro, 2020).

Legal

La Resolución 150 del 21 de enero de 2003 establece que, para poder vender fertilizantes y acondicionadores de suelos en Colombia, es necesario obtener el registro de venta del producto. Este registro es otorgado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y tiene validez a nivel nacional sin límite de tiempo.

Antes de solicitar el registro, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: a) el registro de venta cubre un único nombre comercial del producto; b) no se permite el registro de productos con el mismo nombre comercial aunque tenga composición garantizada diferente; c) no se pueden registrar formulaciones cuyo nombre comercial esté prohibido por entidades como el Ministerio de Protección y Seguridad Social, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la Industria Militar (INDUMIL) u otros; d) no se puede utilizar un nombre comercial que esté registrado por otra persona ante la Superintendencia de Industria y Comercio; e) no se permiten denominaciones exageradas ni nombres comerciales que puedan causar confusión con otros productos agropecuarios o que no sean acordes con las recomendaciones de uso; y f) no se permiten sufijos, prefijos o adjetivos calificativos como "fuerte", "plus", "vigor", "súper", "hiper", "mega", "Max", "más", "vita", "vital", "extra", "eco" en español o en inglés.

Para solicitar el registro de venta, se debe presentar el formulario ICA 3-896 junto con los siguientes documentos:



- Certificados de análisis físicos, químicos o microbiológicos realizados por laboratorios registrados ante el ICA o por el fabricante en el extranjero.
- Contrato de control de calidad del producto con un laboratorio registrado ante el ICA.
- Ficha Técnica del Producto conforme a la Guía 2 de la Resolución 150 del 21 de enero de 2003.
- Hoja de seguridad del producto (MSDS) según las normas ICONTEC vigentes.
- Soporte de recomendaciones de uso basado en el informe final de las pruebas de eficacia.
- Proyecto de etiquetado conforme a la Norma Técnica Colombiana No. 40 para abonos o fertilizantes.
- Documentación de las técnicas y métodos analíticos utilizados o a utilizar para el control de calidad.

Estos requisitos deben cumplirse para obtener el registro de venta y poder comercializar fertilizantes y acondicionadores de suelos en Colombia.

Análisis microentorno

Para el análisis se utilizó el modelo de las cinco fuerzas de Michael Porter desarrollado en 1979, una herramienta fundamental a la hora de comprender la estructura competitiva de una industria (Michaux & Cadiat, 2016). La herramienta permite conocer de manera simple y eficaz el mercado donde se pretende comercializar el producto. De igual forma, se pueden identificar los factores de rendimiento e influencia del sector para evaluar los cambios en la industria que pueden afectar la rentabilidad del negocio.

El poder de negociación de los clientes

En Colombia, el mercado de los agroinsumos está determinado principalmente por las importaciones de fertilizantes simples, que representan cerca del 100% del total. No obstante, estos no pueden ser usados directamente por los agricultores, ya que requieren ser combinados con otros nutrientes para adecuarse a las necesidades del suelo.

En el año 2017, un estudio de la Superintendencia de Industria y Comercio reveló que los fertilizantes simples son uno de los pilares fundamentales del mercado de agroinsumos. Aquel que más consumo tiene en el país es el que contiene exclusivamente nitrógeno, representando cerca del 50%. A estos le siguen los de potasio y fósforo con un consumo aproximado de 30% y 20%, respectivamente. Es importante mencionar que estos elementos simples deben ser importados, ya sea para su comercialización por parte de grandes empresas o para su uso interno en la creación de fertilizantes compuestos a través de procesos químicos o mecánicos. Estos luego son distribuidos a los consumidores primarios, que en este contexto son los agricultores (Superintendencia de Industria y Comercio, 2018).

Lo anterior permite concluir que, aunque se evidencia un alto volumen de compra de los productos, el poder de negociación de los clientes es bajo. Esto se debe a su dependencia a los



proveedores, causado por la imprescindible necesidad de los fertilizantes compuestos. En este escenario, este proyecto tiene la oportunidad de marcar un enfoque diferenciador en el mercado para lograr conquistar estos clientes. Este logro puede materializarse a través de estrategias centradas en la experiencia del consumidor, ofreciendo un servicio innovador que agrega valor; es decir mediante la oferta de nanopartículas como producto complementario, que los clientes pueden utilizar para potenciar cualquier tipo de fertilizante, ya sea simple o compuesto, siempre y cuando contengan nitrógeno, potasio o fósforo. Eso les permite combinar las nanopartículas de forma rápida y efectiva, sin requerir de la asistencia de un tercero o de maquinaria especializada.

El poder de negociación de los proveedores

La principal materia prima para la producción de insumos agrícolas no se produce en Colombia. En 2021, Colombia importó aproximadamente \$89,2M en fertilizantes de países como: Estados Unidos, China, Trinidad y Tobago, y Rusia (OEC, 2022). Debido a esta dependencia al mercado internacional, los precios nacionales son altamente sensibles a variables externas, que incluyen la volatilidad de las tasas de cambio y la inestabilidad de las dinámicas del mercado internacional, las cuales pueden ser influenciadas por factores políticos, sociales, entre otros. Como consecuencia, los proveedores se ven significativamente afectados debido a su fuerte dependencia a las importaciones.

Según Abonamos (2020), el mercado de fertilizantes en Colombia está liderado por un grupo de empresas que representan el 94% de las ventas, entre ellas están: Monómeros Colombo Venezolanos, Ecofertil S.A, Yara Colombia Ltda. y Nutrición en Plantas. Estas han logrado la exportación altos índices de exportación en el año 2021, no obstante, el desbalance causado por los altos índices de importación está latente. Ahora, para la producción de las nanopartículas, la materia prima utilizada tampoco se produce en Colombia. El dióxido de titanio es importado desde otros países por empresas como: Guangzhou Chemicals Import & Export Co. Ltd., la empresa Pochteca Colombia se encarga de vender el producto en paquetes de 25 kg.

De igual forma, el óxido de zinc es fabricado en el exterior por empresas como S.A. Lipmes de España, y es vendido por Pochteca Colombia, en una presentación de tambor de 25 kg a 50 kg. Por su parte, la zeolita es vendida por empresas como La Leñería en Bogotá, en presentaciones de 25 kg. Estas presentaciones comerciales dificultan adquirir cantidades a escala industrial y, como resultado, aumenta los costos de producción.

A partir de los datos mencionados, se puede determinar que la materia prima para la producción de las nanopartículas no se encuentra fácilmente en el país. Esta limitación dificulta la posibilidad de llevar a cabo una producción masiva que permita una cobertura inicial a gran escala del mercado. Se puede inferir entonces que, el poder de negociación de los proveedores es baja debido a las limitaciones para acceder a la materia prima y su dependencia al mercado internacional. Lo anterior es una amenaza potencial para este proyecto, debido a la relación de interdependencia con los insumos que son obtenidos a partir de empresas que importan.



La amenaza de nuevos competidores

En Colombia se comercializan alrededor de 1,5 millones de toneladas de fertilizantes al año, siendo dominante la producción de fertilizantes inorgánicos en la que predominan concentraciones de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio (Abonamos, 2020).

Según el DANE, la tasa promedio de crecimiento anual de la agricultura en 2021 fue de 2,4 en Colombia y representó el 7,43% del Producto Interno Bruto (PIB) de ese año. Estos datos reflejan la situación del sector y como los agroinsumos tienen un papel importante, debido a su relevancia en el comportamiento de precios que influyen en la expansión económica del mercado agrícola (DANE, 2022a).

Por lo tanto, las condiciones presentan una amenaza moderada de nuevos competidores. Esto se debe a la expansión de la agricultura que ha provocado que el escenario sea atractivo para el establecimiento de empresas. Sin embargo, se deben mencionar que pueden presentarse barreras de entrada por factores como una inversión inicial significativa en infraestructura y tecnología. De igual forma, es importante concluir que es evidente la ventaja competitiva de este proyecto, debido al valor de la propiedad intelectual. Lo anterior se debe al avanzado nivel de investigación logrado, que ha permitido determinar la funcionalidad de las nanopartículas.

Rivalidad entre competidores

El mercado de fertilizantes en Colombia es altamente competitivo debido a la gran demanda que se presenta en el sector por el amplio crecimiento agropecuario, dentro del cual el segmento dominante es el mercado de fertilizantes inorgánicos con concentraciones de macronutrientes (N, P y K), representado el 95% de las ventas totales en el mercado. Ahora, las ventas se concentran en un grupo de seis empresas que suman una participación en ventas del 94% del mercado total (Monómeros Colombo Venezolanos S.A con el 37%, Abonos Colombianos S.A – ABOCOL con el 20%, Ecofertil S.A con el 15%, Yara Colombia Ltda con el 13%, Nutrición de Plantas S.A. con el 5% y C.I. De Azúcares y Mielles S.A. – CIAMSA con el 4%) (Abonamos, 2020). Sin embargo, ninguna de estas empresas ofrece en su portafolio de productos de nanopartículas con las mismas características de las que se ofrecen en este proyecto.

Eurotrading, a través de su línea Nanotech, es una de las empresas en Colombia que ofrece productos nanoparticulados. Estos están diseñados en dimensiones nanométricas, lo que implica un efecto cuántico que amplía la superficie de contacto, potenciando las propiedades de los nutrientes y permitiendo una alta eficiencia. Esto se traduce en beneficios tanto económicos como ecológicos para la producción agrícola (Eurotrading, 2023). Entre su portafolio de productos se encuentran los siguientes:

- Magno-N con Magnesio y Azufre
- Triple 20-N con Nitrógeno, Fósforo y Potasio
- Kn 32- N con Potasio
- Nitra- N con Nitrógeno



- Fosfo- N con Fósforo
- Micro- N con microelementos

Ocurre el mismo caso con la empresa TECCIAGRO, cuya visión es proveer una alternativa diferente en la fertilización en Colombia, basada en tecnología avanzada y ambientalmente sostenible (TECCIAGRO, n.d.). En su portafolio de productos cuentan con nanofertilizantes de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio; y sus precios oscilan entre los \$50.000 COP y \$200.000 COP dependiendo de la cantidad y del producto.

Considerando lo anterior, la situación resulta importante para este proyecto, ya que posibilitaría la oferta de un portafolio de productos distinto al de las dos empresas ubicadas en el país con productos en esta línea del mercado provocando una baja rivalidad entre los competidores, dado que ninguna proporciona nanopartículas de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita. Esa distinción podría marcar una diferenciación significativa traducida en una ventaja competitiva, ofreciendo una oportunidad de crecimiento con un buen margen de beneficio.

Amenaza de productos sustitutos

Según Abonamos (2020), la mayoría de los fertilizantes producidos y comercializados en Colombia son inorgánicos. En ese sentido, los productos que podrían sustituirlos o mejorar su rendimiento serían: la agricultura orgánica, los bio-estimulantes y la incorporación de nanopartículas.

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos naturales, sin combinar químicos (FAO, 2018). El bio-estimulante es una mezcla de un microorganismo diseñado para ser aplicado sobre cultivos con el objetivo de estimular su crecimiento biológico sano y mejorar sus nutrientes (Seipasa, 2015). Por último, la incorporación de nanopartículas en los cultivos para incrementar su rendimiento y productividad, pueden ser de diferentes materiales tales como: carbono, sílice, óxido de zinc, entre otros (Estrada-Arellano, et al., 2023).

En general, la amenaza de productos sustitutos en el mercado de fertilizantes de Colombia es moderada. Si bien estos productos pueden ser atractivos para algunos consumidores, la mayoría de los agricultores continúan utilizando fertilizantes tradicionales debido a su eficacia comprobada y su capacidad para mejorar significativamente el rendimiento de los cultivos. Por tanto, se puede inferir que este proyecto es una alternativa con gran potencial de desarrollo, que ofrece a los consumidores un producto disruptivo, pero sin generar un choque cultural, es decir, un producto con el que los agricultores están familiarizados, lo que permitirá la posibilidad de entrar al mercado sin causar un rechazo inmediato.

Análisis de Mercado

Producción y consumo en Colombia

Colombia es un país con una alta producción primaria, a pesar de esto el 80% de sus suelos presentan acidez y plagas propias de la línea del Ecuador. Lo anterior, provoca que Colombia



necesite grandes cantidades de insumos agrícolas para crear las condiciones necesarias para el desarrollo de su agricultura.

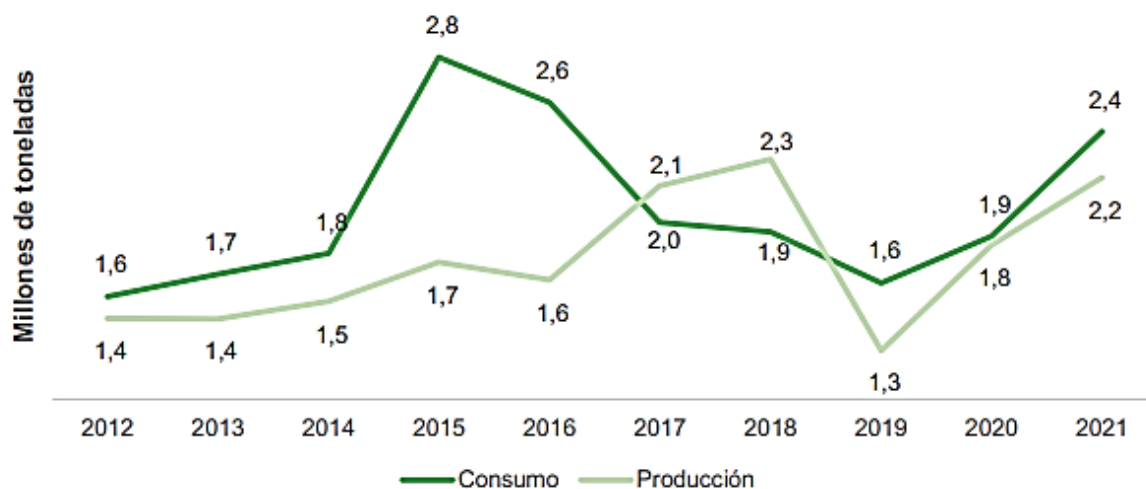
Según el viceministro de asuntos agropecuarios del Ministerio de Agricultura, Juan Gonzales Botero, en 2022 Colombia registró 40 millones de hectáreas de suelo con potencial para actividades agrícolas, pero solo se tienen sembradas 5 millones. Por lo mismo, la producción agrícola durante ese año fue una de las actividades con el comportamiento más inestable en la economía nacional con un PIB contraído en un 1,4%.

Esta reducción se debe a la afectación de los cambios climáticos en algunas regiones del país y también a la dificultad en la importación de insumos rusos para la elaboración de los agroquímicos por el conflicto bélico entre ese país y Ucrania.

A pesar de esta reducción en el sector agrícola, la tendencia del consumo de fertilizantes en el país es mayor a su producción. Esto, genera una alta demanda que ha obligado al mercado nacional a importar los productos necesarios para satisfacer estos requerimientos.

La dependencia a la importación ha causado alzas en los precios de los fertilizantes debido a factores externos, tales como a la tasa de cambio (TRM), ya que impacta de igual forma a los productores de insumos como a los agricultores por el alza de las cotizaciones causado por el déficit comercial en agro insumos (Sectorial, 2022). Además, se destaca que Colombia produce alrededor de 60.377 toneladas de fosfatos para la producción de fertilizantes al año y alrededor del 96% de esta producción es usada por empresas nacionales (ver Gráfico 2). Esto se ve reflejado en la producción de los últimos años en el país (Agencia Nacional de Minería, 2021).

Gráfico 2. Consumo vs Producción de fertilizantes en Colombia

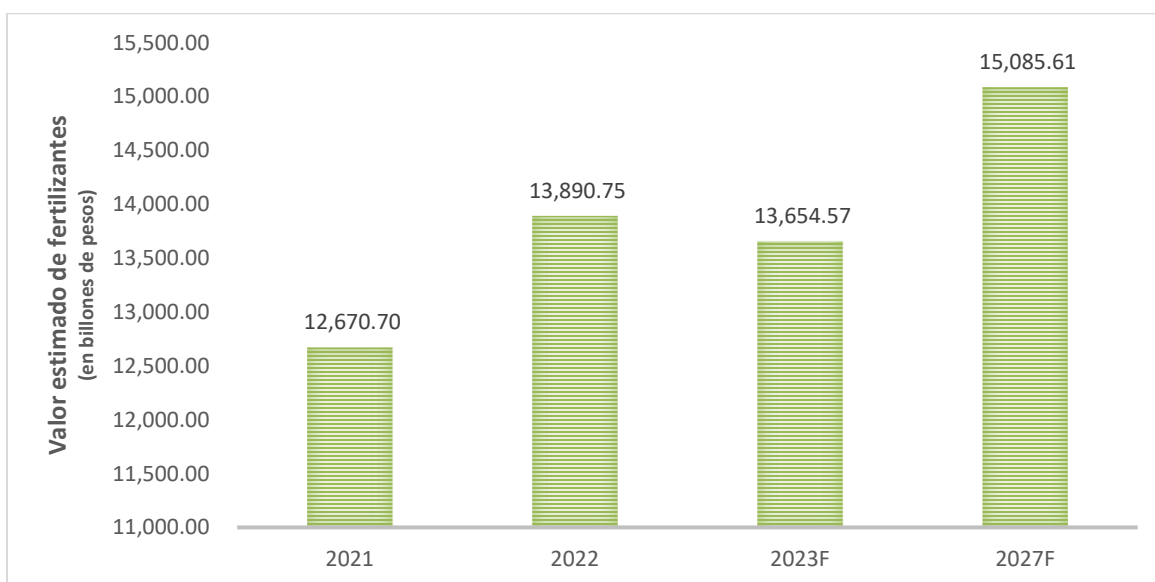


Nota: Tomado de Castellanos Bastidas y Quijano Gómez (2022).

Mercado de fertilizantes nacional

En Colombia, el mercado de fertilizantes durante el 2021 presentó un valor de 12.670,70 billones de pesos colombianos. Este sector representó el 0,22% de la producción mundial de productos químicos y fertilizantes. Para el 2027, se espera que el mercado colombiano alcance un valor de 15.085,61 billones de pesos, registrando así una tasa de crecimiento anual (CAGR) de 4,04%, como se observa en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Proyección del valor estimado de fertilizantes en el mercado nacional



Nota: Adaptado de EMIS University (2022a).

Históricamente, el mercado nacional ha adquirido los insumos a través de Asia y Europa, posicionando a Colombia en el top 20 de los países que más dependen de la importación para abastecer el consumo de fertilizantes en el territorio nacional. Esto a causa de la incapacidad para la producción de elementos como, nitrógeno, fósforo y potasio que son los nutrientes más relevantes dentro de los fertilizantes. En 2022, se registraron alrededor de USD \$48 millones en la importación de minerales para la producción de fertilizantes.

A raíz de los factores externos que influyen en las importaciones, el mercado nacional se proyecta con una transición en donde la producción local tiene una mayor participación. Esto ha provocado un crecimiento constante en el sector, en donde las empresas han adquirido un compromiso en el incremento de la producción de los fertilizantes para disminuir la importación de estos.

Aunque Colombia no cuenta con la capacidad a mediano y/o largo plazo para producir nutrientes como el nitrógeno, fósforo o potasio, las empresas del sector han iniciado un plan de expansión. El propósito es aumentar la oferta de fertilizantes, aportando productos que beneficien la productividad del agro colombiano (Gil, 2023).



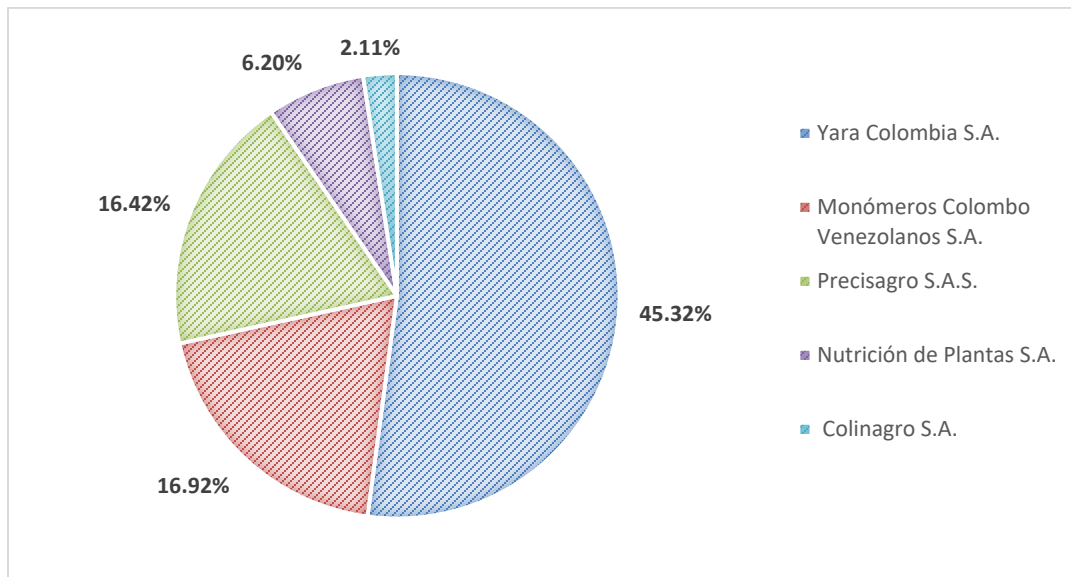
De manera similar, el Gobierno Nacional, en consonancia con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, propone respaldar el crecimiento de este sector mediante un subsidio que cubra el 20% del precio de mercado al comprar insumos agropecuarios. Además, la empresa Clean Energy tiene previsto invertir en la construcción de una planta de fertilizantes, aprovechando el hallazgo de gas natural en la región de Córdoba. Esto impulsaría la producción de alrededor de 250.000 toneladas diarias de productos nitrogenados que cubrirían el 85-90% de la demanda local.

Por último, la empresa Ecopetrol estudia la posibilidad de invertir en la extracción y explotación de fosfatos como una oportunidad del país para satisfacer la demanda local y exportar estos minerales para mejorar el crecimiento del mercado nacional (Sectorial, 2022).

Principales empresas de fertilizantes en Colombia

En el año 2021, las ventas de fertilizantes fueron de aproximadamente \$1.852.924.796 de pesos colombianos. Las principales empresas que actúan en el mercado son: Yara Colombia S.A. (45,32%), Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (16,92%), Precisagro S.A.S. (16,42%), Nutrición de Plantas S.A. (6,20%) y Colinagro S.A. (2,11%), como se observa en el Grafico 4.

Gráfico 4. Cuota de participación en el mercado



Nota: Adaptado de EMIS University (2022b).

Yara Colombia S.A y Monómeros Colombo Venezolanos S.A son las empresas que marcan los mayores registros de importación, con un valor aproximado de 1.615.069,26 de toneladas de fertilizantes (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2021). Estas cifras de importación se deben a las deficiencias que presenta el país para la producción propia de algunos minerales esenciales para los fertilizantes, lo que ha ocasionado que las empresas deban comprar en el mercado



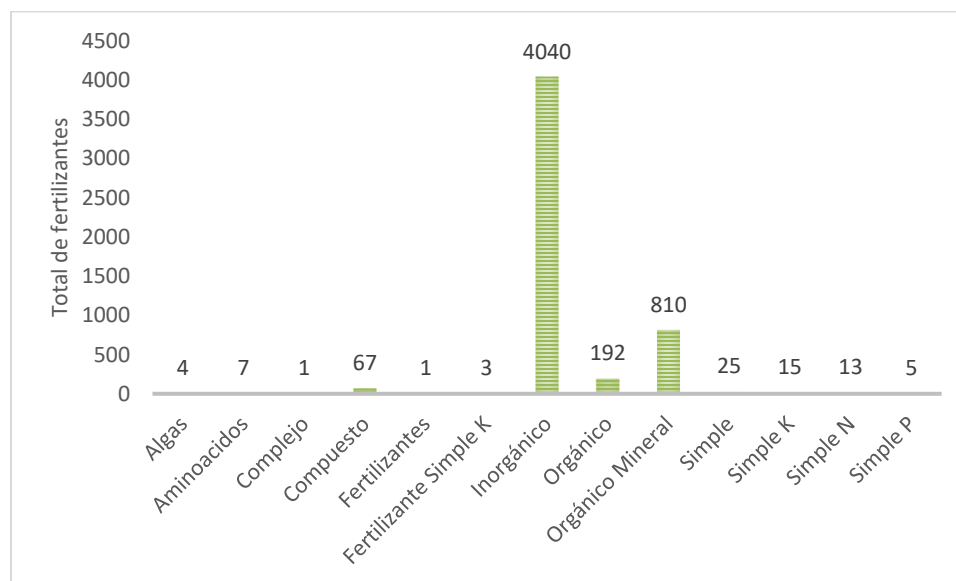
extranjero los insumos para cubrir la cuota de demanda del país que asciende aproximadamente a 1,5 millones de toneladas al año (Abonamos, 2020).

A pesar de esto, cabe destacar que dos empresas mencionadas anteriormente, son las mayores exportadoras en el país con cerca de 105.296.140 kg de fertilizantes, siendo Latinoamérica el destino favorito para los productos producidos en Colombia.

Principales productos y cultivos

Dentro de los productos agrícolas registrados en el ICA, los fertilizantes inorgánicos son los más ofertados dentro del mercado. Según los registros del 2021, 4.040 de los fertilizantes son productos inorgánicos (ver Gráfico 5).

Gráfico 5. Tipos de fertilizantes registrados.



Nota: Adaptado de Instituto Colombiano Agropecuario - ICA (2022)

Los fertilizantes inorgánicos suelen ser los más utilizados debido a la facilidad de absorción de los nutrientes en los cultivos. Contienen altos niveles de concentración de nutrientes principalmente de nitrógeno, potasio y fósforo, aunque muchas veces se agregan minerales secundarios como calcio, magnesio, sodio y azufre.

Estos fertilizantes se dividen en dos categorías, que dentro del mercado colombiano tienen una demanda establecida:

- Fertilizantes simples (N, P, K): Son aquellos que contienen una sola sustancia o mineral. Este tipo de fertilizante poseen propiedades de adaptabilidad eficaz en el cultivo permitiendo un mayor rendimiento.

- Fertilizantes compuestos: Contienen más de un elemento, principalmente se usa el nitrógeno, fósforo y potasio y como mineral secundario se suele usar azufre, zinc, zeolita, entre otros. Este tipo de fertilizantes permite una distribución uniforme de los nutrientes en el campo debido al alto contenido de nutrientes fabricados con elevada eficiencia.

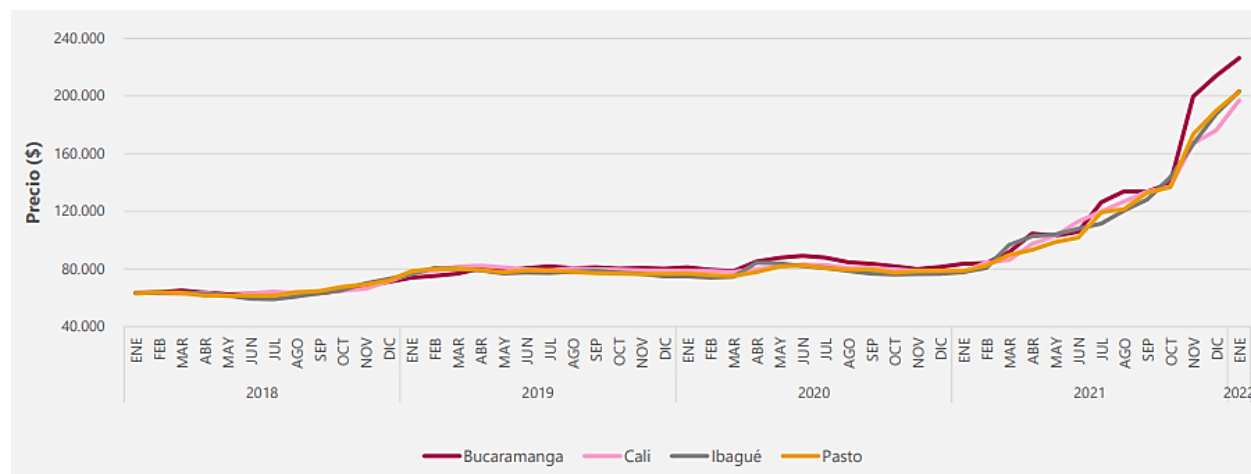
Este tipo de fertilizantes predominan debido a su relación con los tipos de cultivo que hay en Colombia. De los 8,5 millones de hectáreas cultivables que hay en el país, los cultivos se distribuyen así: 35,1% cultivos agroindustriales; 22,3% tubérculos y plátanos; 16% cereales; 14,6% frutas; 6,8% plantaciones forestales; 4,2% hortalizas, verduras y legumbres; 0,8% plantas aromáticas y medicinales; y 0,2% flores y follajes.

Tendencia de los precios

De acuerdo con cifras presentadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), los precios de los principales fertilizantes vendidos en el país como simples y compuestos, tuvieron una importante variación durante el periodo que iniciaron los conflictos entre los países Rusia y Ucrania.

Los fertilizantes simples, como la Urea de 46% de nitrógeno, presentaron una variación significativa en el comportamiento de precios ofertados por distribuidores minoristas a los agricultores. En Bucaramanga se presentó un aumento del 175% aproximadamente en los precios de este insumo entre enero de 2021 y enero de 2022 (ver Gráfico 6).

Gráfico 6. Comportamiento de los precios minoristas del fertilizante Urea.

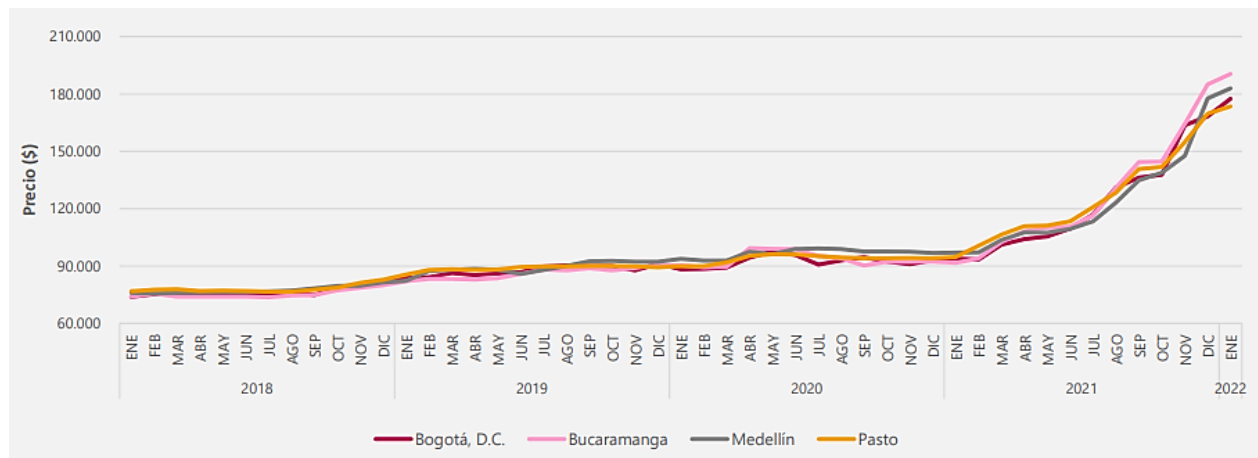


Nota: Tomado del DANE (2022b). El precio está en pesos colombianos.

Además, en los fertilizantes compuestos como el 15-15-15 (15% de nitrógeno, potasio y fósforo) presentaron un incremento en los precios ofertados por los minoristas en la ciudad de Bucaramanga del 78% entre enero de 2021 y enero de 2022 (ver Gráfico 7). Esto demuestra la volatilidad que sufre el mercado debido a la incidencia de factores externos por el gran volumen de importación en el país.



Gráfico 7. Comportamiento de precios ofertados por minoristas del fertilizante 15-15-15



Nota: Tomado de DANE (2022b). El precio está en pesos colombianos.

Análisis de encuestas

Las encuestas se aplicaron a través del trabajo de campo directo en donde se entrevistó directamente o por vía telefónica a los campesinos residentes en las veredas de los municipios en donde los autores tenían acceso. Estas se realizaron en un periodo de 14 días obteniendo un total de 162 encuestas, con respuestas tabuladas a través de hojas de cálculo en Excel. El margen de error estimado corresponde al 7,68% manteniéndose como un margen válido, ya que hubo una disminución de 2,32% con respecto al inicialmente calculado, pero los resultados no varían de forma significativa.

La primera sección de la encuesta está relacionada con información general y hábitos de consumo, para conocer las características de compra dentro del mercado de fertilizantes. Se obtuvo los resultados presentados en los Gráficos 8 y 9 sobre ubicación geográfica y cultivos predominantes en esos lugares.

Gráfico 8. Ubicación encuestados

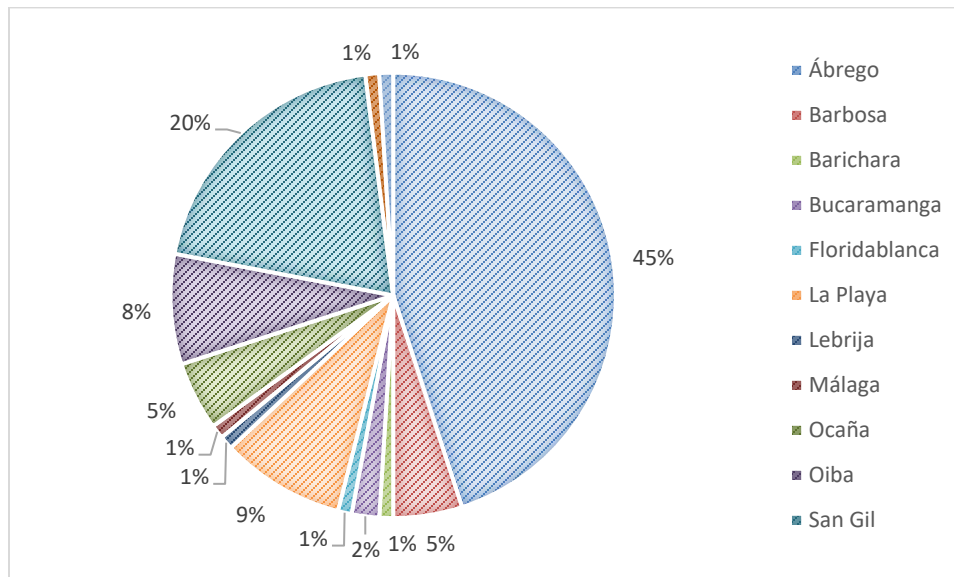
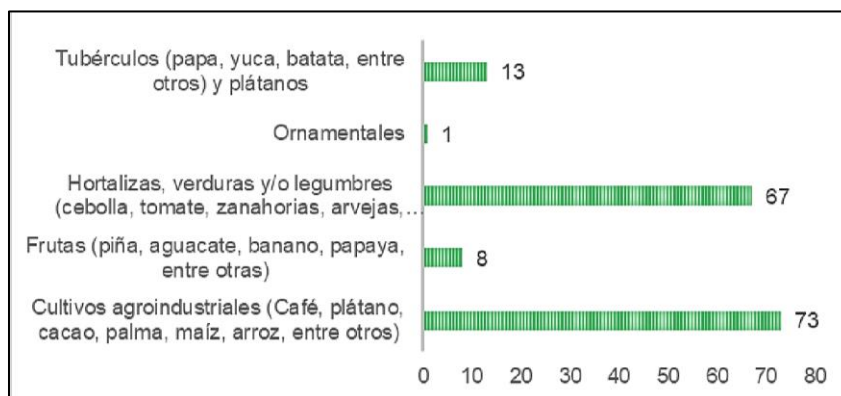


Gráfico 9. Cultivos de los encuestados



En los resultados se observa que los cultivos predominantes son los llamados cultivos agroindustriales que tienen como fin no solo la producción primaria, sino también la creación de otros productos a partir de estos. Los cultivos como el maíz se encuentran representados el 45% de los más cultivados en estas regiones, seguido por la cebolla, el tomate y algunas legumbres con el 41%.

Los cultivos se encuentran principalmente en la región de Ábrego (Norte de Santander), con una presencia del 45% respecto al total de cultivos. Esto se debe a las condiciones climáticas del municipio, que ofrecen beneficios a los cultivos por su particularidad de temperaturas moderadas y precipitaciones variadas. Seguido se encuentra San Gil (Santander), donde aproximadamente un 20% son cultivos agroindustriales y hortalizas.

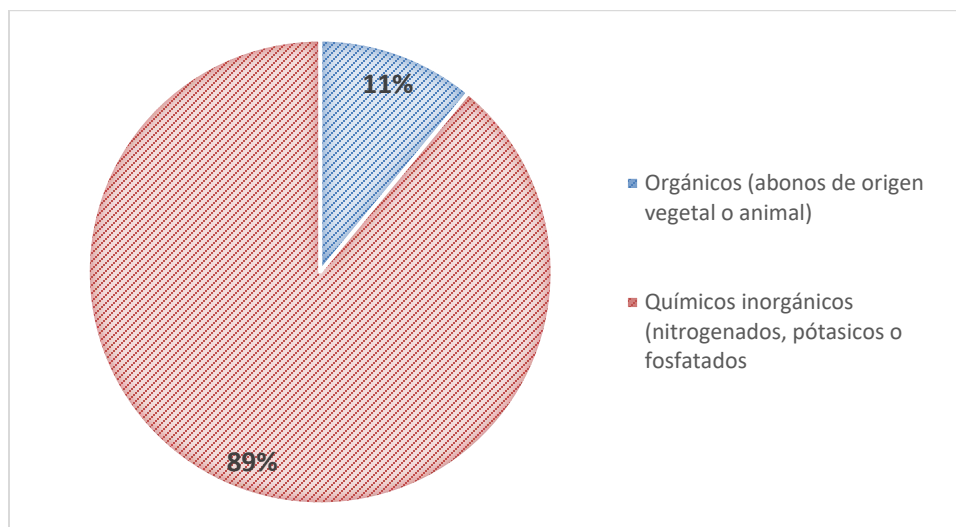
A partir de esta información, se destaca el potencial estratégico que tiene establecer la sede de producción de nanofertilizantes en Bucaramanga, con puntos de distribución en los



departamentos de Santander y Norte de Santander, con mayor presencia en los municipios de Ábrego y San Gil por su importancia en términos de cantidad de agricultores y su fuerte relación con otros pueblos cercanos (La Playa, Ocaña, Socorro, Oiba, etc.) a través de un sistema de distribución regional. Este sistema permitiría establecer centros de distribución que funcionarían como puntos intermedios entre la planta de producción y los consumidores finales en distintas veredas. Esto reducirá costos de transporte y acortará los tiempos de entrega.

Por otro lado, se encontró que, de la población encuestada, el 89% prefiere usar fertilizantes inorgánicos con nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, y solo un 11% usa insumos orgánicos como abonos de origen animal como se observa en el Gráfico 10. Lo anterior se debe a que los agricultores afirman que sus cultivos han tenido mejores resultados con este tipo de químicos inorgánicos, en el que destacan la Urea como una fuente esencial de nutrientes para sus plantaciones durante la fase de establecimiento.

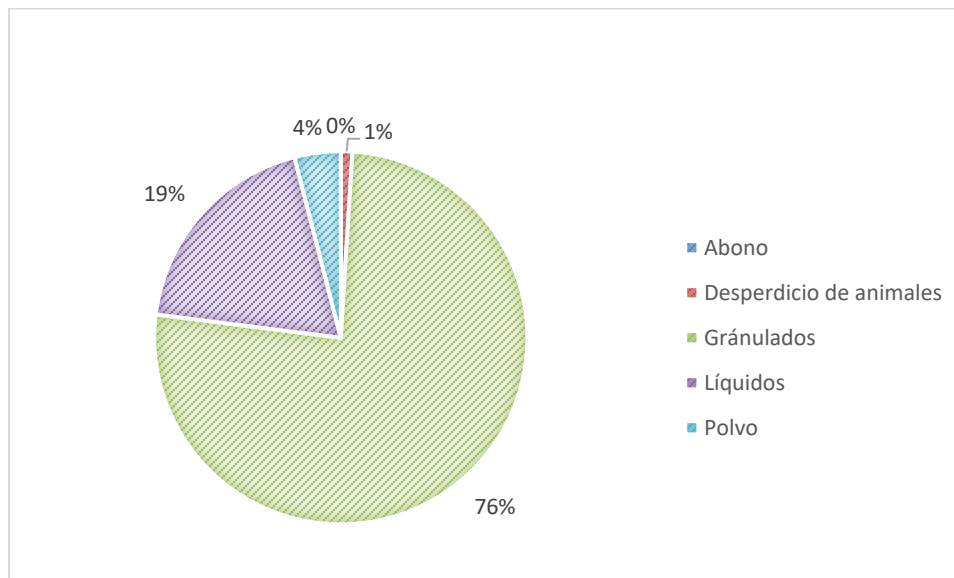
Gráfico 10. Tipos de fertilizantes usados



Además, los resultados indican que, el 76% de los encuestados prefiere utilizar fertilizantes granulados, dado que la aplicación de estos es de manera más sencilla porque puede ser mezclado fácilmente con otros productos, entre estos el abono de origen animal. Los encuestados mencionan que el regado de los cultivos es mucho más eficiente ya que presentan una rápida disolución en el agua (ver Gráfico 11).



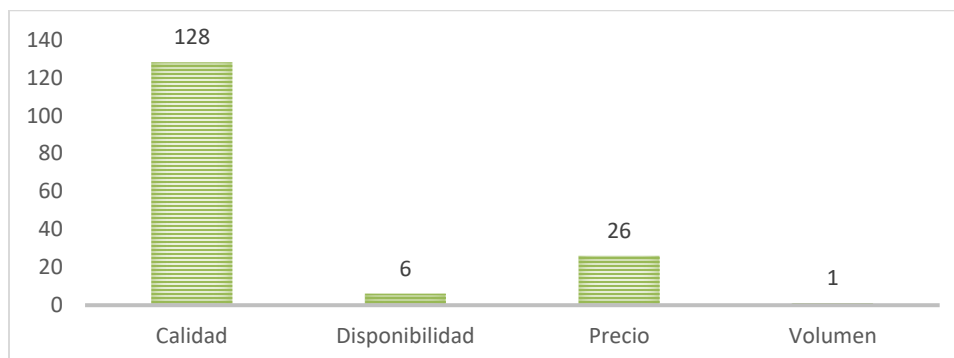
Gráfico 11. Presentación de fertilizante preferida



Considerando lo anterior, se destaca el potencial que tienen los nanofertilizantes para producirlos y comercializarlos una línea de productos en presentación granulada, en donde las nanopartículas de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita se puedan mezclar con otros fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo o potasio. Esto como un producto que complemente los fertilizantes que normalmente utilizan y potencien sus cualidades para mejorar la productividad de los cultivos.

Lo anterior se respalda con los datos expuestos en el Gráfico 12, en donde se observa que los agricultores prefieren la calidad sobre cualquier otra variable. Además, mencionaron que, a pesar de los altos precios de los insumos agrícolas durante el 2022, preferían comprar los fertilizantes con los nutrientes de nitrógeno, fósforo y potasio, debido a que la experiencia en la aplicación de estos productos siempre había sido positiva por los resultados favorables en los cultivos. Esto permite inferir que mientras al agricultor se le ofrezca un producto relacionado a la línea de fertilizantes en los que ellos confían, estarán dispuestos a comprarlo.

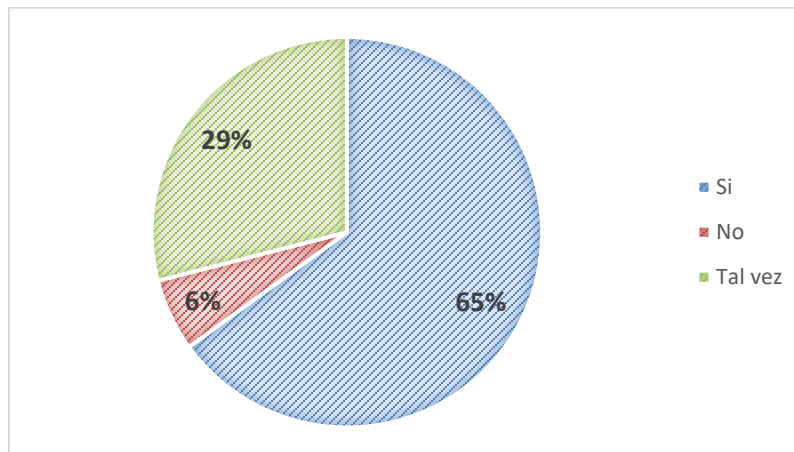
Gráfico 12. Variables determinantes en la compra de fertilizantes





La segunda sección de la encuesta se indago sobre la percepción del producto, buscando conocer la percepción de la población sobre un nuevo producto. Por tanto, se consultó si ellos ensayarían con nuevos productos en el evento de la no disponibilidad de su fertilizante de confianza (ver Gráfico 13).

Gráfico 13. Posibilidad de ensayar con un nuevo producto



En el Gráfico 13 se observa que el 65% de la población está abierta a la posibilidad de ensayar con otro fertilizante si el que normalmente usa no está disponible en el almacén de distribución. Pero, los agricultores encuestados mencionan que lo harían siempre y cuando el nuevo producto les ofrezca los nutrientes que ya han funcionado en sus cultivos, tales como el nitrógeno, debido a la gran familiaridad de estos con los beneficios que ofrece este tipo de producto.

Se preguntó respecto al conocimiento previo sobre los nanofertilizantes, a lo que el 80% de los encuestados afirmó no tener conocimiento (ver Gráfico 14). Por tanto, se explicó a los encuestados sobre los nanofertilizantes y como estos aumentan la eficiencia de absorción de los nutrientes en las plantas al mezclarse a su fertilizante tradicional como complemento. Se les comentó que la finalidad de estos es mejorar el rendimiento de los cultivos, generando mayor rentabilidad al aplicar menos fertilizantes y logrando sostenibilidad al proteger el suelo. Posteriormente se indago por los beneficios, y el 60% se interesó en el producto por las características del producto, relacionadas con el mejoramiento de la calidad y el rendimiento de los cultivos, y el 28% les parece atractivo el producto por mejorar su resistencia a enfermedades y/o plagas (ver Gráfico 15).

Gráfico 14. Conocimiento sobre los nanofertilizantes

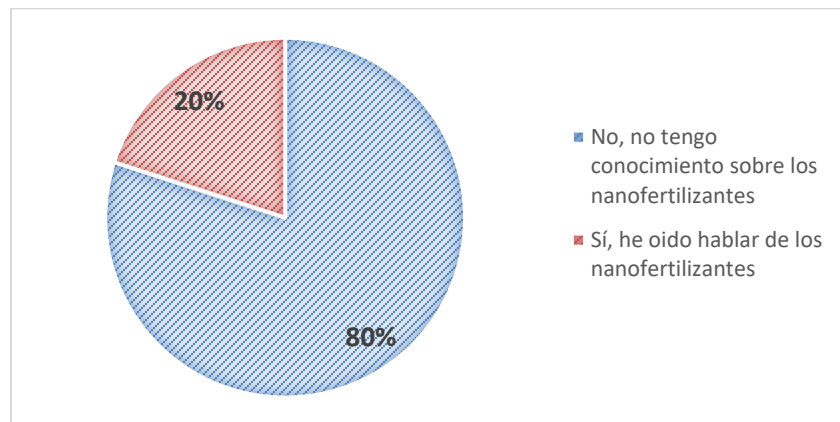
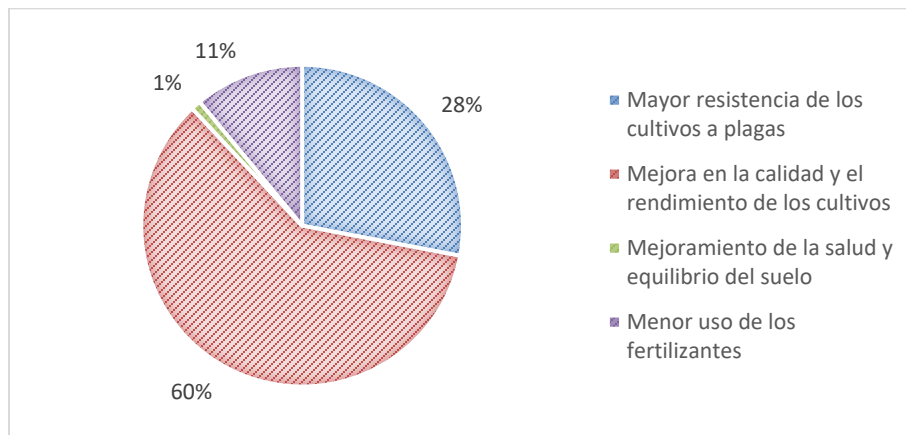


Gráfico 15. Beneficios de los nanofertilizantes

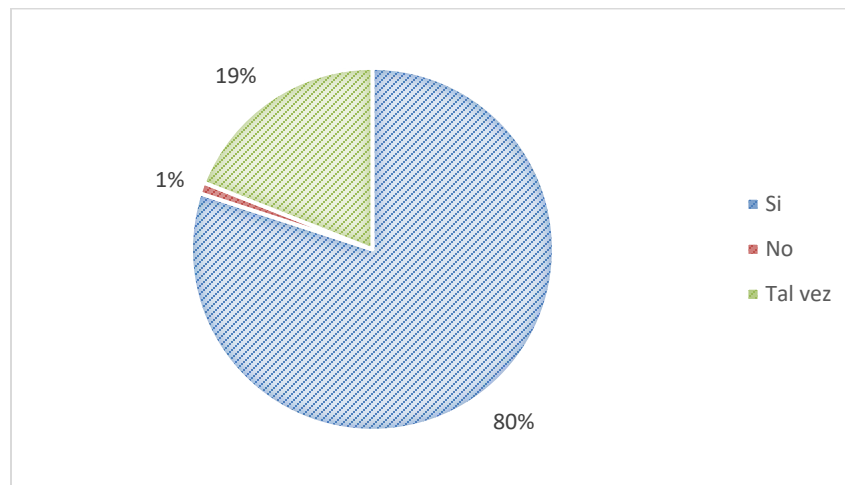


Estos resultados indican que, la población está interesada en probar nuevos productos siempre y cuando estos mantengan una similitud y/o familiaridad con los fertilizantes que normalmente usan, destacando la importancia de que este nuevo producto se pueda mezclar fácilmente con otros. A pesar de no conocer sobre los nanofertilizantes y sus beneficios, después de exponerlos fueron receptivos con el producto, obteniendo una muy buena percepción de este.

En la tercera y última sección de la encuesta se indaga por la intención de compra, con el propósito de obtener información sobre los hábitos de compra respecto al precio y plaza; y por la preferencia de un servicio adicional con el producto.

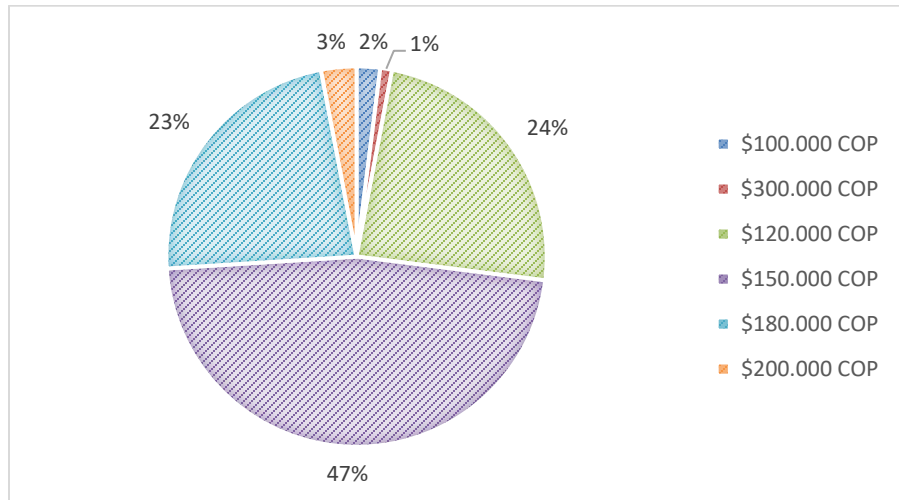
Los resultados presentados en el Gráfico 16 muestran buena percepción del producto, pues el 80% de los encuestados estaría dispuesto a usar los nanofertilizantes en sus cultivos.

Gráfico 16. Posibilidad de utilizar los nanofertilizantes



Adicionalmente, del 80% de los que comprarían el producto, el 75% estaría dispuesto a pagar un precio dentro del rango de \$100.000 COP y \$150.000 COP, y el 25% estaría dispuesto a pagar entre \$180.000 y \$200.000 COP (ver Gráfico 17).

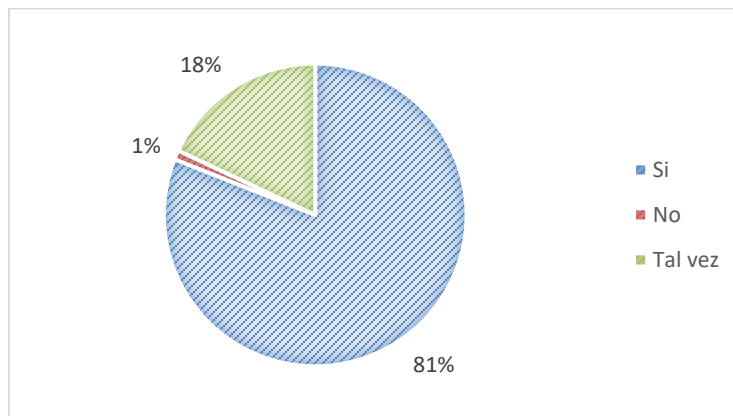
Gráfico 17. Rango de precios a pagar por los nanofertilizantes



También se preguntó si considerarían la posibilidad de invertir más dinero en otro producto si se demostrara que este funciona en sus cultivos y que les brinda beneficios adicionales. Sobre esto, el 81% afirmó que lo considerarían como una opción debido a que ellos están conscientes que en el mercado los insumos son costosos, pero que esto es directamente proporcional a la calidad que brinda para sus cultivos (ver Gráfico 18).



Gráfico 18. Posibilidad de invertir más dinero en un nuevo producto



Considerando lo anterior, se destaca la importancia de contar con una estrategia de precios basada en el valor de percepción del cliente, es decir, empezar con un precio bajo que esté dentro del rango hallado en este análisis de mercado cumpliendo con el margen de rentabilidad.

Por otro lado, se preguntó sobre el lugar que prefieren para comprar sus insumos agrícolas, observando que en el Gráfico 19 que el 83% prefieren los almacenes agrícolas. Además, el 70% de los encuestados indican que estos lugares ofrecen un excelente servicio al cliente y confiabilidad, como se observa en el Gráfico 20. La importancia de los almacenes agrícolas en estas regiones se puede explicar por la influencia de que tiene la opinión y/o recepción de los agricultores sobre los productos.

Gráfico 19. Lugar de preferencia para comprar los productos

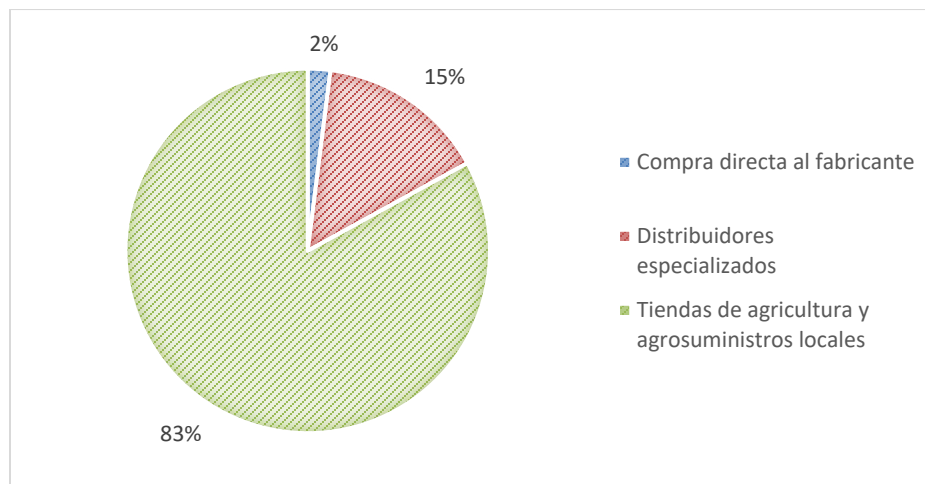
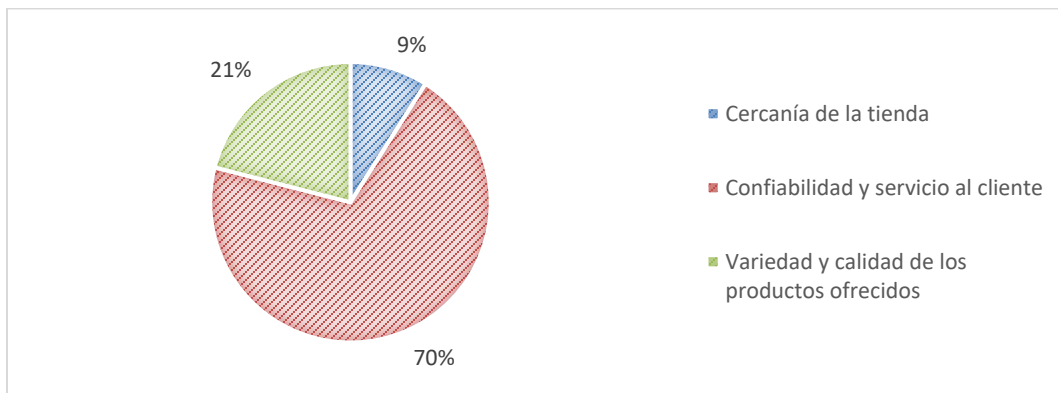


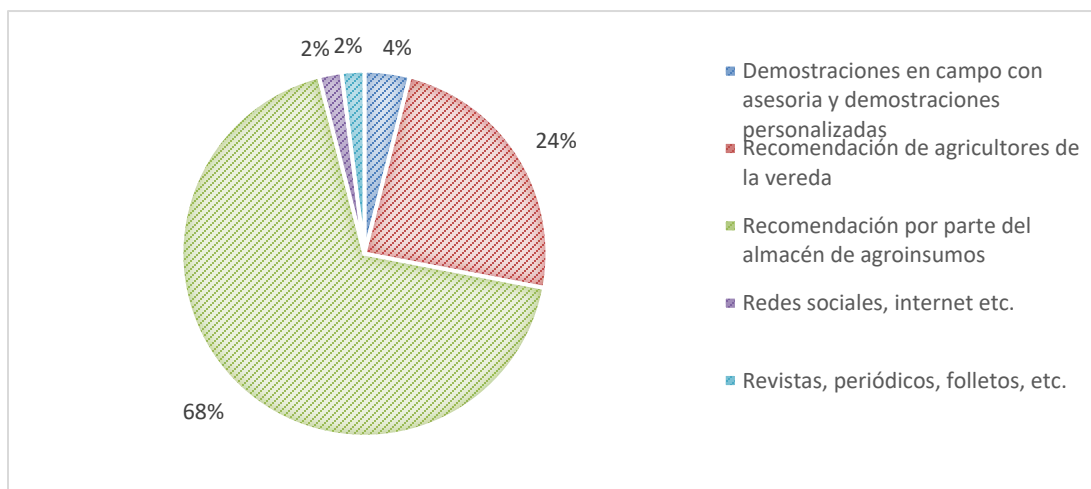


Gráfico 20. Variables determinantes del lugar de compra



Respecto a los medios de promoción, el 68% de la población se entera sobre nuevos productos por recomendación de los distribuidores, y un 24% son influenciados por agricultores de la misma localidad sobre los beneficios del nuevo producto (ver Gráfico 21).

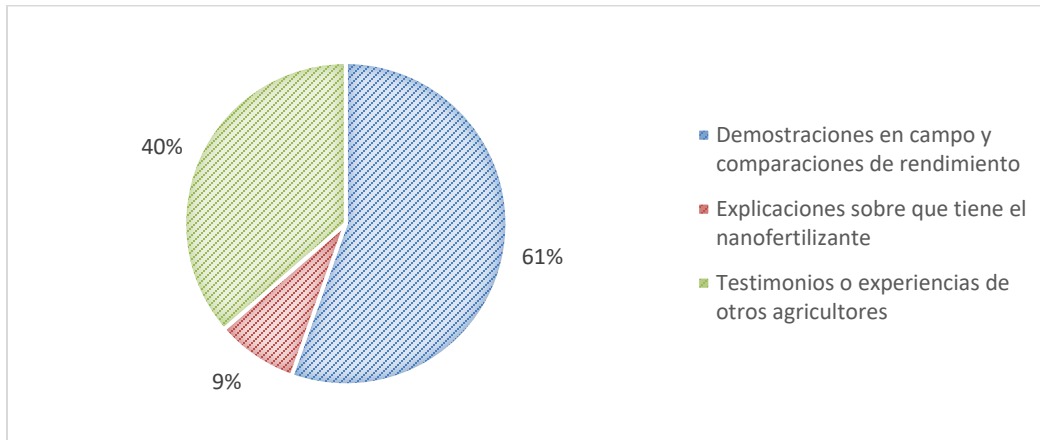
Gráfico 21. Medios de promoción de nuevos productos



A esto se suma un aspecto de gran relevancia, relacionado con la evidencia de que el producto funciona, que es un tema que los agricultores solicitan para decidir si adquirir un nuevo producto, en este caso particular de nanofertilizantes. En el Gráfico 22 se observa que el 51% de encuestados, confiaría más en el nuevo producto si se demostrará en campo su calidad o si el distribuidor de confianza le expusiera las comparaciones de rendimiento. El 40% afirma que, por medio del testimonio o experiencia de otros agricultores de la localidad, ellos estarían dispuestos a probarlos en sus cultivos, pues tendrían la evidencia de que ya ha funcionado antes en cultivos de la misma zona.



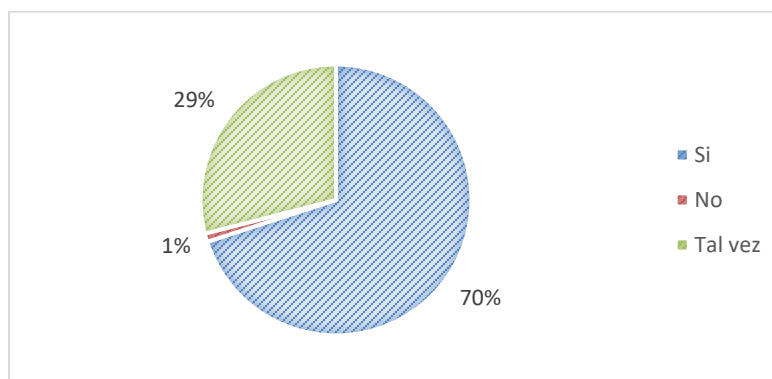
Gráfico 22. Evidencia que prefieren del producto



De esta manera, se destaca la importancia de vender los productos a través de almacenes agrícolas ubicados en estas regiones, contando con ellos como distribuidores autorizados. Esto permitirá que el agricultor pueda acceder a estos a través de su fuente más confiable. También, resulta esencial aplicar la estrategia de mercadeo denominada “voz a voz”, ya que para este tipo de mercado es primordial conocer de primera mano las opiniones de sus colegas o de su distribuidor de confianza.

Finalmente se consultó sobre la posibilidad de un servicio adicional al producto ofrecido, observando en el Gráfico 23 que el 70% aceptaría un servicio adicional. Esto daría un valor agregado al producto al proponer una asesoría a los agricultores sobre el uso de los nanofertilizantes y la fórmula para mezclarlo con el fertilizante que tradicionalmente usan para su tipo de cultivo. Para esto, se podría apoyar en ingenieros agrónomos de la región y en los distribuidores de los almacenes.

Gráfico 23. Posibilidad de servicio adicional



Esta investigación cuantitativa permite concluir que, hay un gran interés por parte de la comunidad de los departamentos de Santander y Norte de Santander en la idea de negocio y el



producto ofrecido. Aproximadamente, el 80% de los encuestados consideraría adquirir los nanofertilizantes dentro de un rango de precio de \$100.000 y \$150.000 para usarlos en sus cultivos, siempre y cuando los productos ofrecidos sean eficaces y aumenten la productividad de sus cultivos. Además, este tipo de consumidores está más inclinada a estrategias de promoción como el “voz a voz” entre los mismos actores del mercado y sus colegas agricultores, permitiendo así desarrollar estrategias para promocionar el producto cuando esté dentro del mercado. Esta investigación de mercados permite identificar que existe una gran oportunidad para el nuevo producto de nanofertilizantes incursione de manera exitosa en los departamentos de Santander y Norte de Santander con un plan de mercadeo y estrategias empresariales adecuadas.

Estimación y proyección de la demanda

La investigación de mercados se hizo por medio de muestreo no probabilístico por conveniencia, lo cual proporciona información importante más no concluyente. Con este análisis, se logra conocer las preferencias del mercado objetivo y las características de compra, pero no se puede estimar la demanda precisa. Por lo tanto, se propone el uso de una herramienta alternativa denominada “Guía de aproximación de porcentajes de participación de mercado” (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de participación

Nro	¿Qué tan grandes son tus competidores?	¿Qué tantos competidores tienen?	¿Qué tan similares son sus productos a los suyos?	¿Cuál parece ser su porcentaje?
1	Grandes	Muchos	Similares	0%-0,5%
2	Grandes	Algunos	Similares	0%-0,5%
3	Grandes	Uno	Similares	0,5%-5%
4	Grandes	Muchos	Diferentes	0,5%-5%
5	Grandes	Algunos	Diferentes	0,5%-5%
6	Grandes	Uno	Diferentes	10%-15%
7	Pequeños	Muchos	Similares	5%-10%
8	Pequeños	Algunos	Similares	10%-15%
9	Pequeños	Muchos	Diferentes	10%-15%
10	Pequeños	Algunos	Diferentes	20%-30%



11	Pequeños	Uno	Similares	30%-50%
12	Pequeños	Uno	Diferentes	40%-80%
13	Sin competencia	Sin competencia	Sin Competencia	80%-100%

Nota: Tomada de Emprende (2021).

De acuerdo con la información proporcionada en el Cuadro 2, y alineado con los resultados de la investigación de mercados, se encuentra que la Spin-Off para la producción y comercialización de nanofertilizantes se clasifica como competidores grandes y muchos, con productos diferentes. Con esto, se obtiene un porcentaje de participación entre el 0,5%-5% en los departamentos de Santander y Norte de Santander con el 0,76% de la población de consumidores de fertilizantes, teniendo así una proporción aproximada de 5.526 personas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2016); de los cuales se seleccionó el 80% que estarían dispuestos a utilizar el producto de nanofertilizantes para obtener una proporción estimada del mercado (ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Estimación de la demanda

Años	Año 1
Personas	5526
% Interesados	80%
Demanda anual	4421
Demanda mensual	368

Con esta información, se hizo un estudio de análisis de costos de materia prima para analizar la posible viabilidad de la idea de negocio, planteando la venta de un producto que contiene la mezcla preparada de nanopartículas y nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio. Con asesoría del grupo de investigación GISEL, se analizaron los costos de materia prima, sin contar aún la mano de obra y los costos indirectos de fabricación, implicados en este tipo de este nanofertilizante de 50 kg, cuyo propósito es sustituir el fertilizante.

Se puede evidenciar que, proponer un producto con estas características encarece los costos de producción e imposibilitaría la viabilidad de la propuesta de negocio debido a la alta inversión en maquinaria y materia prima, considerando un costo del producto de \$ 165.150. De igual forma, el precio que debería tener este producto para alcanzar un margen de ganancia, no se ajustaría a lo concluido en la investigación de mercado y provocaría un impacto negativo dentro del mismo.

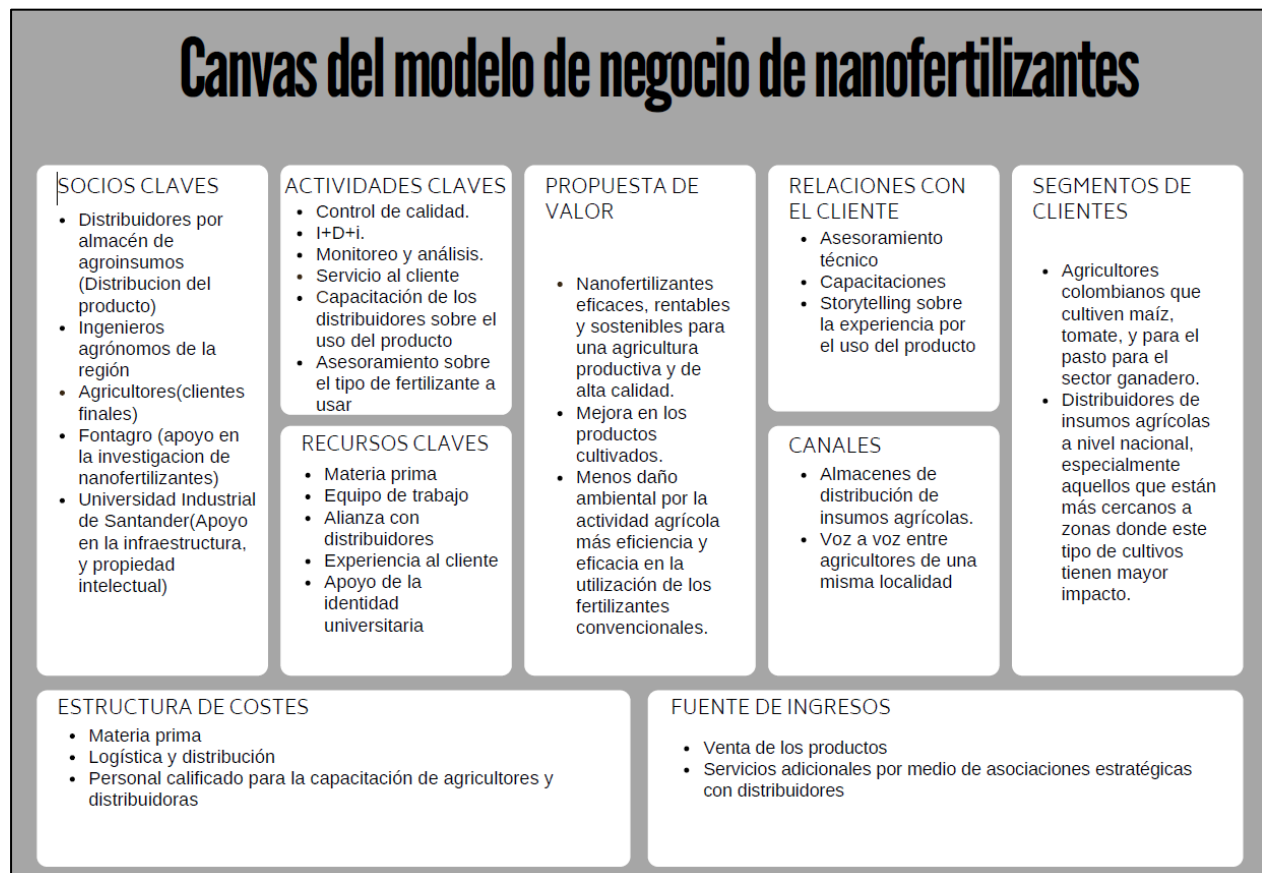


Debido a esto, junto con el equipo de trabajo del proyecto, se tomó la decisión de proponer la elaboración de un producto que funcione como complemento de los fertilizantes que usan los agricultores en sus cultivos. Es decir, la materia prima de este solo serían los elementos de óxido de zinc, dióxido de titanio y zeolita y como resultado el producto final podrá ser mezclado con otros fertilizantes. Así se reducen los costos de producción debido a que se necesitan menos en la composición de los elementos en términos de kilogramos. Con esta idea inicial, en capítulos posteriores se describirán las características de esta idea de negocio.

Modelo de negocios CANVA

Se desarrolló el Canva de modelo de negocio de los nanofertilizantes (ver Gráfico 24).

Gráfico 24. Modelo Canvas



Para apoyar este modelo de negocios, se propone un plan de mercadeo con las siguientes estrategias:

Producto

Nombre del producto

Nanopartículas de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita para mezclar con fertilizantes comerciales con el propósito de aumentar su eficiencia y mejoran la productividad de los cultivos. Se ofrecerá en tres presentaciones utilizando la misma materia prima en diferente composición, debido a que se preparan especialmente para cada una de las etapas de los cultivos. Estos se denominan así: Nano- Siembra, Nano-Forrajes y Nano- Producción.

Logo

El logotipo de AgroNano busca ser atractivo y crear una sensación innovación y originalidad con el color amarillo, siendo uno de los factores más fuertes en la paleta de colores. El verde representa la sostenibilidad de la marca en donde se sugiere que es una empresa comprometida con el medio ambiente y que busca que los cultivos sean más productivos y eficaces al usarse menos insumos en la agricultura (ver Gráfico 25).

Gráfico 25. Logotipo de la empresa



Descripción del producto

Basado en el análisis de costo de la materia prima, se propone inicialmente comercializar una línea de producto con un contenido de 3 kg para los cultivos de maíz y tomate. El producto se vende como el conjunto de nanopartículas de óxido de zinc, dióxido de titanio y zeolita que funcionan como un complemento para enriquecer los fertilizantes a base de nitrógeno, potasio y fósforo. Esta mezcla hecha por el consumidor conforma a los nanoferilizantes con características de liberación lenta de los nutrientes mejorando la eficiencia de los cultivos y beneficiando la rentabilidad de los mismos. El producto emplea el concepto de balanceo de fertilizante, que busca reducir la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un agrosistema. Además, ofrece ventajas en el aumento de biomasa generada. Es decir, mayor producción y mayor tiempo de vida de la planta.

Presentación

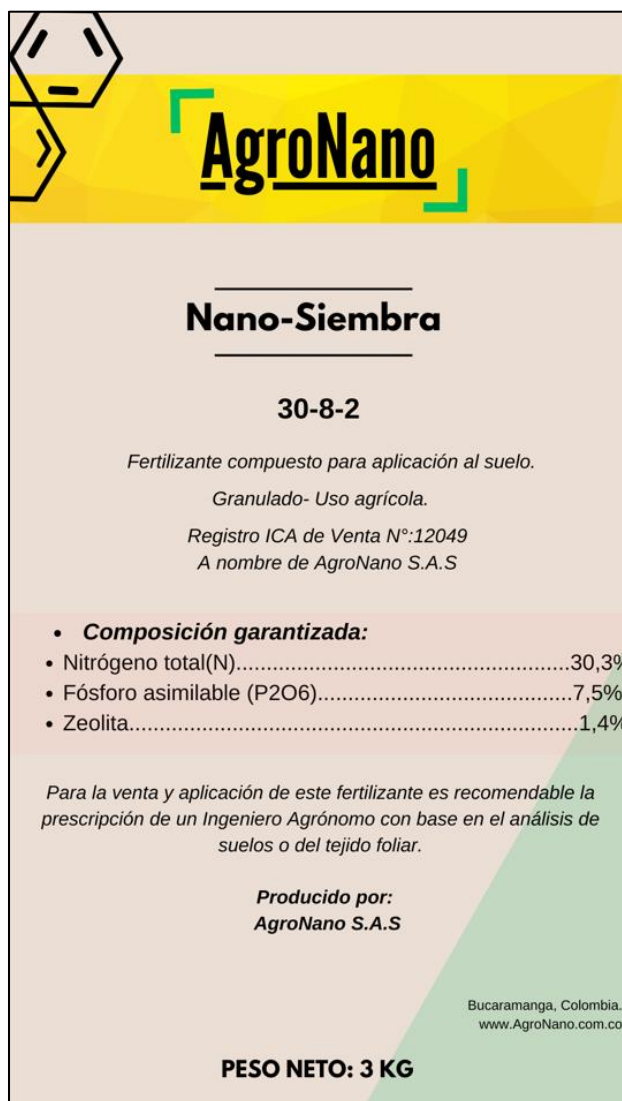
El producto se presenta en un contenido neto de 3 kg dentro de un empaque regido por la norma NTC-1792, conocidos como envases de polipropileno. Estos presentan alta tenacidad que

permiten mayor resistencia y estabilidad para estos productos, sin importar la granulometría. Estos empaques tienen la capacidad de resistir el almacenamiento, transporte y manipulación de las tecnologías que se usan para imprimir las etiquetas en ambas caras. Una ventaja importante son las buenas prácticas de sostenibilidad usadas para su fabricación, siendo un gran ejemplo de estas la capacidad de estos empaques para ser reciclados.

Modelo de etiqueta

La etiqueta sigue las instrucciones de la Norma NTC-40 que da los datos mínimos obligatorios que debe tener el empaque del nanofertilizante (ver Gráfico 26).

Gráfico 26. Etiqueta del producto





La etiqueta está compuesta por una paleta de colores amarillo, verde y marrón claro ligados a los colores del campo para crear familiaridad al consumidor y captar su atención a través de la apelación de estos sentimientos. La composición presentada es elegida arbitrariamente para el ejercicio académico, debido a la protección de la propiedad intelectual de los nutrientes usados realmente en los nanofertilizantes de este proyecto.

Promoción

De acuerdo con la investigación de mercados, las estrategias de publicidad deben darse principalmente en dos segmentos del mercado: distribuciones por medio de los almacenes de venta de agroinsumos y de los agricultores como consumidores finales.

Para esto, se utilizará estrategias enfocadas en los distribuidores, en donde por medio de visitas técnicas se les contacte y explique los beneficios de este nuevo producto y las ventajas que traerían a los cultivos de los agricultores. Es decir, la promoción de estos productos dentro de estos puntos de venta debe darse por medio de capacitaciones en donde se demuestren las diferencias de este producto de nanofertilizantes al usarse como complemento de los fertilizantes comerciales, y se compruebe que los beneficios ofrecidos son aún mejores. Todo esto debe darse por contacto directo y presencial con los distribuidores y los ingenieros agrónomos.

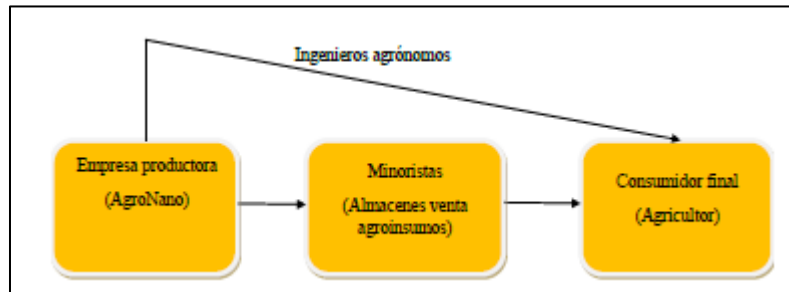
A partir de esto se realizaría la promoción con los consumidores finales, en donde los distribuidores y los ingenieros agrónomos se encargarán por medio del trabajo de campo, de crear la confiabilidad suficiente para que los agricultores se vean atraídos por este nuevo producto. Esto podrá hacerse a través de muestras gratis del producto y en la capacitación y explicación técnica a estos potenciales clientes sobre el uso y las ventajas sobre el producto.

Estrategias de venta

AgroNano se encargará de comercializar a través de B2B, es decir, de empresa a empresa. Esto teniendo en cuenta que la Spin-Off tendrá una producción enfocada en la reducción de los costos de fabricación con producción en un volumen medio de la primera línea de productos que será vendido al por mayor a almacenes distribuidores de los municipios de Santander y Norte de Santander.

También se propone una estrategia B2C, es decir, de empresa a cliente. Esto podría hacerse a través de ingenieros agrónomos de la región que hacen trabajo de campo directo y pueden vender los productos a través de prueba para que los agricultores se sientan en mayor confianza al adquirirlo, debido al gran aporte técnico que brindan estos profesionales a sus cultivos. Adicionalmente, pueden ofrecerse los servicios de valor agregado de estudio de suelos que AgroNano planea ofertar en un futuro, una línea paralela a los productos de nanofertilizantes. En el Gráfico 27 se presenta el flujo de comercialización y los actores que intervienen en el proceso.

Gráfico 27. Flujo de comercialización



Proceso de venta

AgroNano manejará dos estrategias de venta, la primera B2B para llegar al consumidor final a través de almacenes de agroinsumos conocidos en los departamentos de Norte de Santander y Santander, y la segunda B2C para llegar a los agricultores a través de ingenieros agrónomos que apoyen el proceso.

Caso B2B

Se tiene la siguiente secuencia de pasos propuesta:

- Paso 1: Contactarse directamente con el encargado de las compras en el almacén de agroinsumos a través de teléfono o de forma presencial.
- Paso 2: Se le explica y brinda asesoría sobre los nanofertilizantes y que beneficios traerían a los agricultores.
- Paso 3: Realizar una oferta comercial con diferentes cotizaciones incluyendo distribución y precio final de venta.
- Paso 4: Cerrar la venta y posteriormente mantener un contacto directo con el almacén para conocer la experiencia y corroborar que todo vaya en orden.

Caso B2C

Los pasos propuestos son:

- Paso 1: Contactar directamente a un ingeniero agrónomo de la región a través de correo electrónico, el almacén de agroinsumos, teléfono o de manera presencial.
- Paso 2: Se le muestra el producto de nanofertilizantes y se explica que beneficios trae a los cultivos de los agricultores.
- Paso 3: Ofrecer una alianza comercial al ingeniero agrónomo en donde se le brinde una cuota de comisión por los clientes atraídos y una comisión sobre el producto vendido.



- Paso 4: El ingeniero agrónomo en su trabajo de campo se encarga de explicarles a los agricultores sobre el uso y beneficios de los nanofertilizantes y deja una muestra para que el cliente final lo pruebe.
- Paso 5: Si el cliente final se anima a la compra de este producto, el ingeniero agrónomo hace la solicitud del producto a AgroNano y se entrega a través del almacén de agroinsumos.

Estrategia comercial

AgroNano tiene como objetivo acercarse a almacenes de agroinsumos, ya que este tipo de negocios tienen una cuota de mercado bastante amplia y concreta dentro de las regiones de Santander y Norte de Santander. Para lograr un buen posicionamiento de la marca, se busca una alianza estratégica comercial con estos almacenes de distribución para lograr penetración en esta cuota de mercado a través de la venta al por mayor, considerando por lo menos 20 establecimientos en los dos departamentos.

Otra estrategia comercial es la de muestras o pruebas del producto a clientes potenciales para atraerlos por medio de la experimentación, ya que es uno de los requisitos más fuertes que tiene este segmento de mercado.

Distribución

Para la distribución de los productos a los dos departamentos, se contará con el subarrendamiento de transporte y logística para no acarrear con gastos innecesarios por adquirir flotas inutilizadas. Por esto, AgroNano opta por el outsourcing logístico donde se le delegaran las funciones de distribución a empresas que cumplan con las Normas NTC-1692 y NTC-4435 para el transporte de insumos agrícolas tales como fertilizantes y acondicionadores. A futuro, dependiendo de las ventas de la empresa, se proyecta un camión propio que transporte.

Precio

Con base en la investigación de mercados realizada en el capítulo anterior, se ha optado por una estrategia de precios basada en la percepción del cliente. Con esta se busca ofertar los productos a un menor precio respecto a la competencia, esto con el fin de atraer nuevos clientes.

En ese sentido, el precio de la bolsa de 3 kilogramos de nanopartículas para enriquecer el fertilizante para cultivos seleccionados tendrá un precio de venta inicial de \$100.000 COP, en tanto se da a conocer el producto y su calidad, y se fideliza al cliente. Posteriormente, se ajustará el precio a la tendencia de la demanda y basado en el IPC sin llegar a un sobreprecio.

Plaza

Partiendo de los resultados obtenidos en la investigación de mercados, AgroNano debe centrar su estrategia de plaza en una ubicación céntrica para que pueda cubrir la demanda de ambos departamentos de manera eficaz. Por tanto, se encuentra que establecer la planta de producción de nanofertilizantes en la ciudad de Bucaramanga es una de las mejores opciones por su cercanía



con dos de los municipios con mayor influencia, Ábrego y San Gil, en la intención de compra de estos productos y por ser zonas estratégicas para conectar con otros pueblos de la región.

Además, apoyados en el análisis normativo, se encuentra que la empresa tiene la posibilidad de crearse como una Spin-Off de la Universidad Industrial de Santander en modalidad independiente debido a la creación de estos productos por parte de un grupo de investigación vinculado a la institución. En este tipo de Spin-Off la Universidad se vincula como transferente de conocimiento.

Análisis técnico

Localización de la planta

Macro localización de la planta

Según la investigación de mercados realizada, se decide ubicar la planta de AgroNano en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Se seleccionó esta ciudad debido a la cercanía con los proveedores de las principales materias primas necesarias para la producción de la línea de producto y también por su cercanía con los municipios que presentaron el mayor interés en la compra de los productos de AgroNano.

Micro localización de la planta

La ubicación de la planta debe cumplir con el Artículo 331° del Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga (POT), en el cual se menciona que el establecimiento de empresas dedicadas al comercio, servicios y producción industrial de escala local deben estar ubicadas en zonas de actividad múltiple (Concejo de Bucaramanga, 2014).

Por lo tanto, se propone que la ubicación de la planta sea en la zona múltiple ubicada entre las comunas 3, 15 y 6.

Esta ubicación es estratégica, dado que está en la zona céntrica de Bucaramanga y por la estratificación de la zona se perciben bajos precios en servicios públicos y arriendo. Además, está conectado con las principales vías de acceso para varios municipios de Santander y Norte de Santander.

En estas comunas se ubican varias bodegas disponibles para arriendo, que podrían ser adecuadas para el establecimiento de la empresa.

- Bodega A: ubicada en la carrera 15 entre calles 14 y 15 de estrato 3. Cuenta con un área de 213 mt² y su canon de arriendo es de \$4.500.000 COP.
- Bodega B: ubicada en la calle 5 entre carreras 16 y 15B de estrato 3. Tiene un área de 280 mt² y el arriendo es de \$3.500.000 COP.
- Bodega C: ubicada en la calle 46 entre carreras 18 y 21 de estrato 4. Tiene un área de 250 mt² y el arriendo es de \$3.800.000.



- Bodega D: ubicada en la calle 38 entre carreras 18 y 19 de estrato 3. Tiene un área de 210 mt² y un arriendo de \$3.500.000.

Para hallar la ubicación más adecuada para AgroNano, se propone el uso de la herramienta de factores ponderados. Este método presenta un análisis cuantitativo en donde se comparan las diferentes alternativas por medio de la ponderación de factores que el formulador cree relevantes para tomar la decisión de la mejor opción (Jarabo & García, 2014).

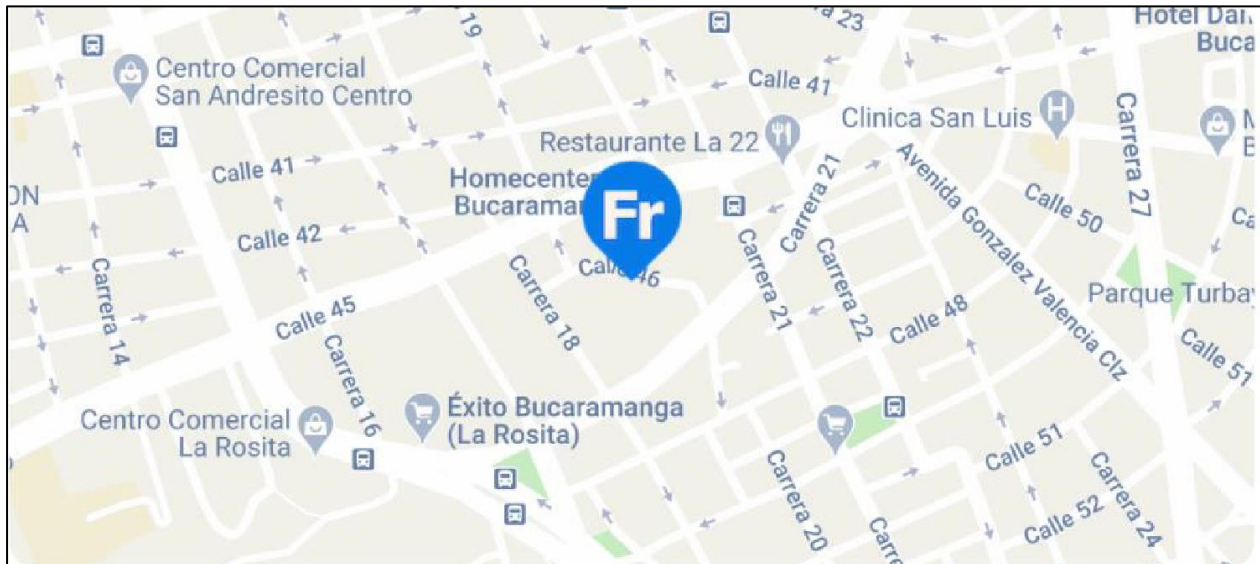
Los principales factores para evaluar las alternativas de la ubicación del establecimiento de AgroNano son: precio, ubicación, área de la bodega y estrato. En una escala de 0-10 se califica cada una de las alternativas y se multiplican por el peso ponderado asignado (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Factores ponderados

Factores	Peso relativo %	Alternativas			
		A	B	C	D
Precio	40%	5	8	7	8
Área de bodega	10%	6	10	8	5
Ubicación	30%	8	5	8	6
Estrato	20%	8	8	7	8
TOTAL	6,60	7,30	7,40	7,10	

Según los datos, la opción C es la localización adecuada para el establecimiento de AgroNano, dado que está en una céntrica y estratégica de la ciudad, además de presentar bajos costos en el arrendamiento y servicios públicos por la estratificación de la zona (ver Gráfico 28).

Gráfico 28. Ubicación planta



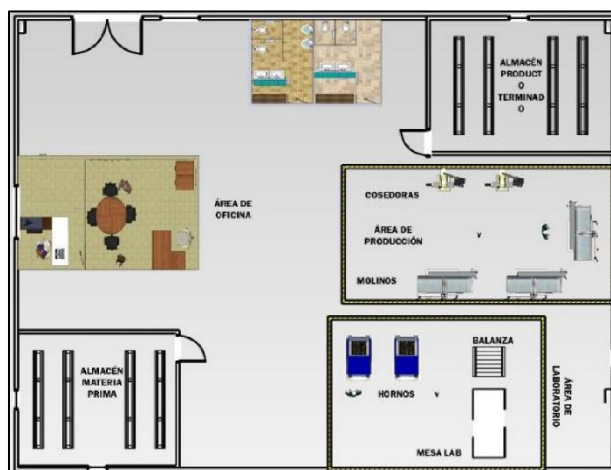
Nota: Tomado de FincaRaiz.

Distribución de la planta

- Almacén de materias primas: Esta área está destinada para proteger la materia prima que se utilizará en el proceso de producción. Debe ser un espacio ventilado y la materia prima debe arrumarse en estibas clasificadas por el tipo de material y deben estar separados 30cm mínimo de las paredes del almacén.
- Área de preparación de las nanopartículas: Este espacio está destinado para el tratamiento de las nanopartículas sobre un mesón en donde se usan herramientas de laboratorio, un horno para eliminar la humedad de algunas muestras y una balanza para calcular la cantidad de muestra a utilizar.
- Área de producción: Este espacio está destinado a la preparación final de los nanofertilizantes. En esta área se encuentran las máquinas necesarias para producir el producto final, tales como los molinos de nanoestructuración y la cosedora de empaques.
- Almacén de producto terminado: Este almacén debe ser diferente al usado para las materias primas debido a la diferencia en sus características y que no deben ser mezclados. Este espacio debe contar con estibas y cumplir con los mismos requisitos del primer almacén.
- Área de oficina: Este espacio está destinado para el equipo administrativo de la empresa y está equipada con recursos que faciliten el desarrollo de las actividades, tales como computadores, escritorios y documentos de la empresa.

Definidas las áreas de trabajo, se modela la distribución de la planta de AgroNano en dos niveles, los cuales se presentan en el Gráfico 29.

Gráfico 29. Distribución de la planta



Especificación maquinaria y equipos necesarios

En el Cuadro 5 se especifica el valor de las máquinas y equipos necesarios para el funcionamiento de AgroNano. Estos fueron cotizados en diferentes plataformas y establecimientos.

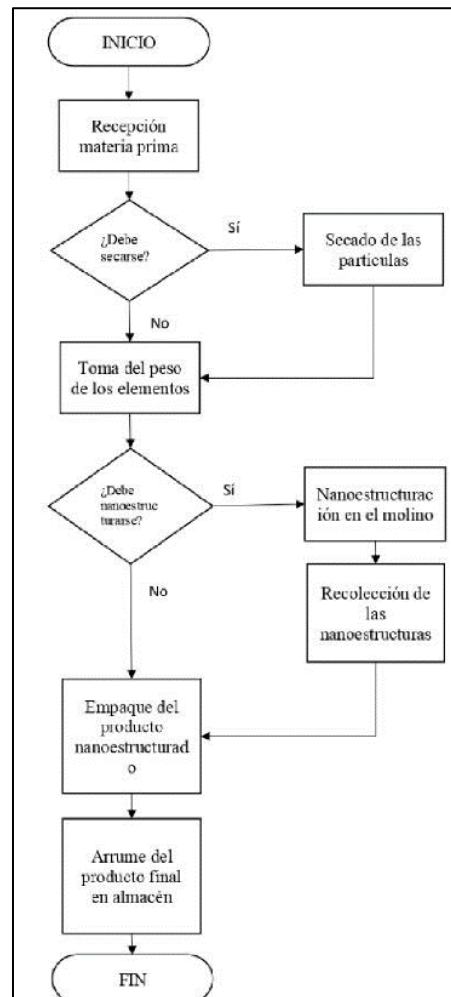
Cuadro 5. Especificación equipos y máquinas

Máquinas y Equipos	Valor
Horno Thermo Scientific (2)	\$ 80.000.000
Molino de Bolas Planetario (2)	\$ 120.000.000
Báscula industrial	\$ 500.000
Herramientas laboratorio	\$ 15.000.000
Computador (2)	\$ 8.000.000
Escritorio/silla de escritorio (2)	\$ 700.000
Selladora sacos (2)	\$ 2.000.000
Estibas (4)	\$ 120.000
Impresora	\$ 500.000
Mesa laboratorio	\$ 360.000
Total	\$ 227.180.000

Descripción de operaciones y procesos

En AgroNano se destaca un proceso principal de producción que se puede evidenciar en el Gráfico 30.

Gráfico 30. Flujograma AgroNano



Capacidad instalada

Una vez estimada la demanda mensual, se realiza un análisis de la capacidad de producción de la planta. Para esto, se toman los procesos de horneado, tiempo de nanoparticulado en el molino, empaquetado y almacenamiento. La capacidad de producción está dada por dos molinos que componen cada uno de cuatro vasos de una capacidad de 400 gramos c/u. De ahí se recupera el 90% del material utilizado, obteniéndose 360 gramos de producto terminado por vaso. Esto



multiplicado por los 8 vasos que componen los dos molinos, da una producción de 2880 gramos por cada ciclo de trabajo de los molinos.

Los molinos trabajan con una velocidad de 400 rpm y pueden generar un producto terminado en 35 minutos por ciclo, exceptuando un tiempo ocio de 1 hora ocupado en vaciar y llenar los vasos, entre ciclos de trabajo se obtiene que los molinos al día producen aproximadamente 12 ciclos de trabajo, lo que daría una producción diaria de 34.560 gramos de producto terminado al día, que serían aproximadamente 34,56 kg de producto.

Según la demanda mensual estimada de 368 y suponiendo que al mes se trabajan en aproximado 25 días, se debe producir un promedio de 15 unidades al día, con una presentación de 3kg la unidad. Esto proporciona que la planta debe fabricar 45 kg de producto terminado al día, lo que resultaría en una capacidad de producción de 76,8%.

Análisis Organizacional

Diseño de cargos y manual de funciones

Se proponen tres cargos y la descripción de las funciones que tendrán en la primera etapa de producción de AgroNano.

- Gerente

Es el encargado de supervisar y liderar las operaciones de la microempresa, y orientará las labores financieras y administrativas. También es el intermediario entre el auxiliar de producción y el jefe comercial. Es el delegado en la resolución de problemas internos y quien propondrá las estrategias de mejora y la orientación del cumplimiento de metas. También, debe revisar que los productos cumplan con los estándares de calidad y encontrar oportunidades de mejora en la producción de los mismos (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Identificación del cargo de gerente

IDENTIFICACIÓN DEL CARGO	
NOMBRE DEL CARGO:	GERENTE GENERAL
DEPENDENCIA:	ÁREA ADMINISTRATIVA
NÚMERO DE CARGOS:	UNO
CARGO DEL JEFE INMEDIATO:	GERENTE GENERAL
SOLICITA REPORTES Y REPORTA A:	JEFE COMERCIAL-SOCIOS.
OBJETIVO PRINCIPAL	
Es el máximo responsable del correcto funcionamiento, coordinación y organización de	



toda la empresa, tanto a nivel operativo como a nivel financiero. Se encarga de la gestión del personal, del cumplimiento de metas y de la calidad de los productos. Es el responsable de la resolución de problemas de la empresa y de la propuesta de alternativas de mejora.

FUNCIONES ESENCIALES

- Gestionar y supervisar al personal a su cargo.
 - Organizar y planificar la gestión contable de la empresa.
 - Coordinar las diferentes áreas de la empresa y mantener una relación y/o comunicación asertiva con el personal.
 - Optimizar los procesos de trabajo dentro de la empresa.
-

- **Jefe Comercial**

Es el representante del área de ventas de la empresa, encargado de proponer las estrategias de ventas con asesoría de la gerencia, e implementar técnicas de negociación. Es el responsable de ejecutar las operaciones mercantiles de la empresa, logrando una fuerte relación entre los clientes y los compradores de los productos. El jefe comercial y el Gerente serán los encargados de proponer estrategias de mercadeo para los productos de AgroNano (ver Cuadro 7).

Cuadro 7. Identificación del cargo de jefe comercial

IDENTIFICACIÓN DEL CARGO	
NOMBRE DEL CARGO:	JEFE COMERCIAL
DEPENDENCIA:	ÁREA DE VENTAS
NÚMERO DE CARGOS:	UNO
CARGO DEL JEFE INMEDIATO:	GERENTE GENERAL
SOLICITA REPORTES Y REPORTA A:	AUXILIAR DE PRODUCCIÓN- GERENTE GENERAL
OBJETIVO PRINCIPAL	
Supervisar la ejecución de las estrategias de ventas, así como los planes de marketing, con el propósito de establecer la presencia deseada de la empresa en la comercialización de sus productos y servicios, con el objetivo de alcanzar los fines de ventas establecidos.	
FUNCIONES ESENCIALES	



-
- Ampliar y reforzar los canales de ventas.
 - Definir el plan estratégico comercial de ventas y gestionar su ejecución.
 - Realizar los reportes de ventas y resultados mensuales y anuales.
 - Realizar benchmarking con el fin de estudiar la competencia y desarrollar estrategias de mercadeo que permitan un mayor posicionamiento dentro del mercado.
-

- Auxiliar de producción

Encargado de todo el proceso de producción, y de operar las máquinas para que los productos salgan acordes con el plan de operaciones y ventas (ver Cuadro 8).

Cuadro 8. Identificación del cargo auxiliar de producción

IDENTIFICACIÓN DEL CARGO	
NOMBRE DEL CARGO:	AUXILIAR DE PRODUCCIÓN
DEPENDENCIA:	ÁREA DE PRODUCCIÓN
NÚMERO DE CARGOS:	UNO
CARGO DEL JEFE INMEDIATO:	GERENTE GENERAL
SOLICITA REPORTES Y REPORTA A:	JEFE COMERCIAL-GERENTE GENERAL
OBJETIVO PRINCIPAL	
Responsable de la logística de trasladar tanto la materia prima hacia la producción como los productos finales hacia su destino, además de desempeñar otras funciones vinculadas al proceso productivo, como supervisar el funcionamiento de las máquinas y asegurar su correcto arranque.	
FUNCIONES ESENCIALES	
- Realizar las tareas de transporte de materia prima requerida por los productos y la recolección y almacenamiento del producto finalizado. - Realizar otras tareas asignadas y relacionadas con el proceso de producción de la planta. - Ayudar con la organización de la producción de la empresa. - Ayudar a optimizar los procesos de trabajo dentro de la planta de producción.	



Estructura Salarial

Para la estructura salarial se tiene en cuenta lo estipulado por la ley, con las prestaciones sociales obligatorias y los aportes parafiscales, como se observa en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Estructura salarial

Cargos	# Personas	Sueldo	Mensual	Anual
Gerente	1	\$ 3.000.000	\$ 4.207.000	\$ 50.484.000
Jefe Comercial	1	\$ 2.000.000	\$ 2.969.400	\$ 35.632.800
Auxiliar de producción	1	\$ 1.300.000	\$ 2.024.167	\$ 24.290.000
			\$ 9.200.567	

SMMLV	\$ 1.160.000
Aux	\$ 140.000
Total	\$ 1.300.000

SUELDO BASE	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Jefe Comercial	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Auxiliar de producción	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000

CAJA DE COMPENSACION	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000
Jefe Comercial	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 80.000
Auxiliar de producción	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000	\$ 52.000

AUXILIO DE TRANSPORTE	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Jefe Comercial	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000
Auxiliar de producción	\$ 280.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000

VACACIONES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente												\$ 1.500.000
Jefe Comercial												\$ 1.000.000
Auxiliar de producción												\$ 650.000

CESANTIAS E INTERESES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente	\$ 3.360.000											
Jefe Comercial	\$ 2.396.800											
Auxiliar de producción	\$ 1.769.600											

PRIMA DE SERVICIOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente						\$ 1.500.000						\$ 1.500.000
Jefe Comercial						\$ 1.070.000						\$ 1.070.000
Auxiliar de producción						\$ 790.000						\$ 790.000

PENSION	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000
Jefe Comercial	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000
Auxiliar de producción	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000	\$ 156.000

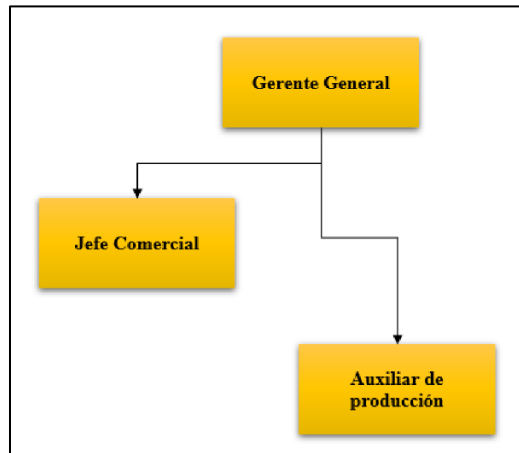
ARL	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000
Jefe Comercial	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000
Auxiliar de producción	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200	\$ 31.200

NÓMINA PAGADA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gerente	\$ 6.912.000	\$ 3.552.000	\$ 3.552.000	\$ 3.552.000	\$ 3.552.000	\$ 5.052.000	\$ 3.552.000	\$ 3.552.000	\$ 3.552.000	\$ 3.552.000	\$ 3.552.000	\$ 6.552.000
Jefe Comercial	\$ 4.908.800	\$ 2.508.000	\$ 2.508.000	\$ 2.508.000	\$ 2.508.000	\$ 3.578.000	\$ 2.508.000	\$ 2.508.000	\$ 2.508.000	\$ 2.508.000	\$ 2.508.000	\$ 4.578.000
Auxiliar de producción	\$ 3.588.800	\$ 1.679.200	\$ 1.679.200	\$ 1.679.200	\$ 1.679.200	\$ 2.469.200	\$ 1.679.200	\$ 1.679.200	\$ 1.679.200	\$ 1.679.200	\$ 1.679.200	\$ 3.119.200
	\$ 15.409.600	\$ 7.739.200	\$ 7.739.200	\$ 7.739.200	\$ 7.739.200	\$ 11.099.200	\$ 7.739.200	\$ 7.739.200	\$ 7.739.200	\$ 7.739.200	\$ 7.739.200	\$ 14.249.200

Organigrama

El organigrama se plantea a partir de los cargos establecidos para la empresa (ver Gráfico 31). El Gerente General es la mayor autoridad dentro de la organización y de él dependen los demás. El jefe comercial tiene independencia en su área. El auxiliar de producción es el único que no tienen independencia y que responde ante el Gerente General.

Gráfico 31. Organigrama



Mapa de Procesos

El mapa de procesos es la representación esquemática y gráfica de todos los procesos involucrados dentro de la empresa. Para AgroNano, sus procesos misionales se resumen en tres: gestión comercial, atención al cliente y producción. Estos están orientados a un producto con los estándares de calidad necesarios para satisfacer al cliente (ver Gráfico 32).

Gráfico 32. Mapa de procesos



Análisis ambiental y social

Impacto Social

AgroNano busca impactar positivamente a la comunidad ofreciéndoles productos sostenibles y que brindan beneficios a la agricultura colombiana a través de los nanofertilizantes, que sean amigables con el suelo de los cultivos y potencien los nutrientes de estos para que las plantaciones sean más productivas y eficientes.



También impactaría positivamente a la comunidad de Bucaramanga, al brindar la oportunidad de tres (3) puestos de trabajo para las personas de la región y beneficios tanto en aprendizaje como económico.

Por último, AgroNano se apoya en uno de los apartados del Plan de Gobierno del actual presidente de Colombia, Gustavo Petro:

- Pacto por el campo: “Atendiendo a la crisis mundial del comercio y en particular del precio de los insumos agropecuarios se buscará el desarrollo de una industria nacional de fertilizantes e insumos que esté diseñada para convertirse en la base de la transición agroecológica que libere a la tierra y a los campesinos de los agrotóxicos e insumos que destruyen los ecosistemas y tienen rendimientos decrecientes, necesitando cada vez más producto para la misma producción y encareciendo los costos” (Petro, 2022).

Impacto Ambiental

Para analizar el impacto ambiental de la empresa, y las alternativas para el mejoramiento en los procedimientos que optimicen la gestión de los recursos alineados a la sostenibilidad, se utiliza la matriz de Leopold, la cual fue desarrollada en 1971 y establece un sistema para el análisis de diversos impactos. Esto produce un conjunto de juicios de valor cuyo principal objetivo es garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto (Ponce, 2011). Para evaluar las acciones y el impacto que causan, se tienen en cuenta dos variables: magnitud e importancia.

La magnitud es esa valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada, se califica de 1 al 10, de menor a mayor, anteponiendo un signo ‘+’ para los efectos positivos y ‘-’ para los negativos. La importancia es el valor ponderal que da el peso relativo del potencial impacto, y hace referencia a como este afectará la calidad del medio o de la zona territorial afectada. Se califica también de 1 a 10, en orden creciente de importancia (Rita Cumanda & Bucheli Chávez, 2015).

Para efectos de este análisis se plantearon las valoraciones descritas en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Valoraciones Matriz Leopold

Magnitud	Importancia
Baja: 1-3	Baja: 1-3
Media: 4-6	Media: 4-6
Alta: 7-10	Alta: 7-10

Nota: Adaptado de Rita Cumanda y Bucheli Chávez (2015).

Con esta información, se procede a la elaboración de la matriz de Leopold para AgroNano, la cual se presenta en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Matriz Leopold

Componentes		Factores Ambientales	Acciones											Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto total del proyecto
			Recepción de insumos	Almacenamiento de insumos	Tratamiento de insumos	Mezcla de insumos	Empacado de producto final	Distribución de insumos	Uso del producto final	Promedio positivo	Promedio negativo	Promedios aritméticos				
Físicos	Agua	Calidad del agua superficial	-2 2	-1 1	-3 2				-4 2	0	4	-19	-48	-79	56	
		Calidad del agua vertida	-1 1	-1 1	-4 2	-3 2	-2 2	-1 1	-4 2	0	7	-29				
	Tierra	Calidad del suelo	-2 2	-2 1			-1 1		-4 2	0	4	-15	-19			
		Erosión							-2 2	0	1	-4				
	Atmósfera	Calidad del aire	-1 1	-1 1	-2 2	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	0	7	-10	-12			
		Ruido			-1 1	-1 1				0	2	-2				
	Biológicos	Fauna	Mamíferos							-2 2	0	1	-4			-5
			Aves							-1 1	0	1	-1			
		Flora	Salud de las plantas/cosechas							4 3	1	0	12			20
Zonas verdes									4 2	1	0	8				
Factores Culturales y/o Socioeconómicos			Población	Agricultura							7 7	1	0	49		166
		Empleo		3 6	2 6	2 6	2 6	3 6	2 6	6 6	7	0	120			
Salud					-1 1	-1 1	-1 1				0	3	-3			
Relaciones Ecológica	Ecología	Eutrofización							-2 3	0	1	-6	-13	-10		
		Generación de vectores, enfermedades, insectos		-1		-1			-1	0	3	-3				
		Salinización de suelos		1		1			1							
									-2 2	0	1	-4				

Para mitigar los impactos negativos encontrados a partir de la matriz de Leopold, se deben plantear alternativas de solución alineadas con la sostenibilidad, entre estas se encuentran:

- Plantear un monitoreo regular y constante de las aguas residuales del proceso de producción de AgroNano, en donde se plantee la eliminación y reducción de la concentración de los contaminantes antes de ser vertidas al sistema de alcantarillado o cuerpos de agua. Esto a través de trampas en los desagües en donde se capturen los elementos sólidos que puedan ser contaminantes.



- Proponer prácticas de manejo adecuadas de residuos y desechos para mejorar la calidad del suelo. Esto se puede hacer a través de la separación de desechos sólidos y líquidos, en donde se implementen medidas de prevención de derrames y filtraciones durante las operaciones de recepción y manipulación de las materias primas.
- Diseñar un control de emisiones, como filtros y sistemas de capturas, en las máquinas o equipos que se utilizan en los procesos de producción que puedan generar emisiones o gases contaminantes, tales como en la mezcla de fertilizantes o en el proceso de molienda para la nanoestructuración. Plantear un plan de evaluación de los procesos para proponer mejoras en la reducción de polvo que puedan emitirse a la atmósfera y que cumplan con las normas locales y nacionales relacionadas con la calidad del aire.
- Para mitigar los efectos negativos producidos por el ruido ocasionado por algunas máquinas, se debe tener un plan de medición de decibeles para decidir la organización de un plan de uso de elementos de protección personal para evitar el deterioro de la salud de los empleados.
- Proponer planes de capacitaciones para campesinos agricultores en el uso de los nanofertilizantes y las cantidades adecuadas para su distribución en los cultivos para crear concientización sobre el desperdicio y como estos pueden provocar lixiviaciones y/o otros desechos que puedan contaminar al medio ambiente.

Análisis estratégico

Misión

Nuestra misión es proporcionar productos con los más altos estándares de calidad que aporten soluciones innovadoras para mejorar la productividad de los cultivos generando así mayor rentabilidad en el agro colombiano.

Visión

En el 2026 posicionarnos en el mercado como una marca reconocida en brindar productos para mejorar la productividad de los cultivos a través de la optimización de los recursos utilizados en el proceso de la agricultura.

MEGA

En el 2029, AgroNano se traza la meta de distribuir sus productos a nivel nacional destacándose por su calidad, alcanzando una participación de mercado superior al 5% y un margen neto de utilidad superior al 40%.

Valores corporativos

- Calidad: Velar por la oferta de productos con los más altos estándares a través del control de calidad de los insumos utilizados y el proceso de fabricación involucrado en cada uno de ellos.



- **Innovación:** Investigación y desarrollo constante que permitan la mejora continua de los productos que se ofrecen en el mercado.
- **Sostenibilidad:** Productos diseñados para minimizar el impacto ambiental y promover prácticas agrícolas responsables.
- **Compromiso:** Cada colaborador de la empresa estará comprometido con el crecimiento de AgroNano, realizando su trabajo en equipo y en la búsqueda constante de mejorar el posicionamiento de la empresa.

Matriz DOFA

Cuadro 12. Matriz DOFA Fortalezas

F1. Productos de calidad con elementos poco usados en el mercado.	Debilidades
F2. Productos fáciles de estandarizar.	D1. Inversión inicial alta.
F3. Personal calificado y capacitado en la producción.	D2. Variación en la demanda inicialmente estimada.
F4. Relación estratégica con el grupo de investigación encargado del desarrollo de la tecnología involucrada en los productos.	D3. Poca tecnificación de la planta de producción.
	D4. Altos costos de materia prima.
	D5. Baja capacidad productiva inicial.
Oportunidades	Amenazas
O1. Tasas de crecimiento importantes en productos para el sector agrícola.	A1. Grandes empresas con productos reconocidos y con mayor participación en el mercado.
O2. Interés de los clientes en probar productos que mejoren la productividad de sus cultivos.	A2. Competencia con mayor trayectoria.
O3. Posibles alianzas estratégicas con distribuidores para ampliar el mercado.	A3. Barrera de consumo por preferencias del consumidor en las marcas de siempre.
	A4. Aumento en el precio de insumos por influencia de factores internacionales.

Estrategias FO

Estas estrategias surgen del análisis de fortalezas y oportunidades.

- **Diversificación** del portafolio de productos donde estos se enfoquen en diferentes cultivos para obtener una mayor cuota de mercado.



- Tomar ventaja del crecimiento del sector con estrategias de alianza con distribuidores en diferentes partes de los departamentos para ampliar el posicionamiento de la empresa. Estas alianzas serán clave para llegar a nuevos clientes y regiones.
- Aplicar la estandarización y escalabilidad de los productos fabricados en la empresa para aumentar la producción a través de la implementación de los procedimientos clave en cada uno de los procesos, para lograr una mejor gestión operativa.
- Inversión en marketing y educación a través de capacitaciones y visitas por parte del personal calificado, donde se les demuestre a los distribuidores y agricultores por medio de trabajo de campo y comparaciones las ventajas de los productos de AgroNano en sus cultivos.

Estrategias FA

Surgen del análisis de fortalezas y amenazas.

- Mercadear a través de la propuesta de valor en donde el enfoque este localizado en nichos de mercado específicos que consuman complementos y/o potenciadores de fertilizantes para competir de manera más efectiva contra las grandes empresas.
- Para lograr el posicionamiento de la empresa, a pesar de la trayectoria de la competencia, se debe demostrar a los clientes que los productos son un aliado de las marcas con que están familiarizados, para superar esas barreras de consumo iniciales.
- Crear estrategias con proveedores de los insumos que se usan principalmente en la producción de AgroNano, para evitar grandes fluctuaciones en el tema de costos de materia prima. Esto, para lograr una estrategia basada en precios competitivos frente a otras empresas del sector.

Estrategias DO

Están relacionadas con las debilidades y oportunidades del proyecto.

- Tomar este análisis de mercado como un plan inicial para conocer la demanda estimada y los clientes potenciales. Sin embargo, es necesario que en el futuro, a medida que avanza la idea de negocio, se realicen nuevas investigaciones de mercado para conocer otros aspectos de los consumidores y así proponer nuevas estrategias que se adapten.
- Proponer estrategias a largo plazo con los proveedores para lograr acuerdos comerciales que beneficien a la empresa en la materia prima utilizada.
- A medida que la demanda aumente, crear estrategias para adquirir nuevos equipos y máquinas que estén a un mayor nivel industrial para mejorar la capacidad de la planta.

Estrategia DA

Estas analizan las debilidades y amenazas de la idea de negocio.

- Incentivar al consumidor con promociones y/o descuentos iniciales por volumen de compra.



- Destacar entre los agricultores los factores diferenciadores que brinda el producto para crear promoción en la zona por medio del “voz a voz” entre los mismos consumidores.
- A través de la estimación inicial de la demanda, crear un plan de producción para evitar el sobreabastecimiento o posibles desperdicios.



Discusión

El sector de insumos agrícolas en Colombia tiene un muy buen crecimiento, a pesar de los impactos causados por la dependencia de factores externos. Lo anterior, ofrece a AgroNano una oportunidad para incursionar en esta industria al ofrecer un producto de calidad que beneficie la productividad de los cultivos de sus consumidores. El principal beneficio es aumentar el área superficial de acción de los fertilizantes comerciales, logrando una mayor interacción con el suelo mejorando los nutrientes de las plantas.

El análisis de mercado permite identificar la importancia de crear alianzas estrategias con actores del sector del mercado, como son los distribuidores de almacenes de agroinsumos de los departamentos de Santander y Norte de Santander, quienes tienen buena reputación y reconocimiento entre los agricultores, lo cual ayudaría a la comercialización de AgroNano. Además, existe un potencial valor agregado del producto para entregar a los consumidores relacionada con una asesoría sobre el uso de los nanofertilizantes y la fórmula para mezclarlo con fertilizantes comúnmente utilizados con el apoyo de ingenieros agrónomos.

Otro aspecto de gran importancia es la ubicación de la empresa, pues en ello influyen diversas variables relacionadas con la logística y costos de distribución y producción. En esta investigación se identifica que Bucaramanga es el punto estratégico de localización, dado que es una ciudad principal y se encuentra cerca de las regiones (Ábrego y San Gil, entre otros) que muestran mayor interés en el uso del producto.

Los resultados dan cuenta el potencial que tiene la Spin-Off, dado que existe un interés creciente en el uso de nanopartículas que complemente los fertilizantes tradicionales en pro del mejoramiento de los cultivos y la reducción de costos. Sumado al hecho de que los nanofertilizantes a base de dióxido de titanio, óxido de zinc y zeolita es un producto pionero en el campo agrícola.



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La nanotecnología está creando gran expectativa en las diferentes industrias, incluyendo la de los insumos agrícolas, debido a sus ventajas frente a otros métodos convencionales. En Colombia, se han presentado pocos productos de este tipo, por ende, AgroNano tiene la oportunidad de ser pionero, a través de la propuesta de licenciar esta tecnología de nanopartículas.

Por medio del marco normativo, se encontró que AgroNano puede ser licenciado como propiedad intelectual desde la Universidad Industrial de Santander, debido a su condición de ser una tecnología creada por investigadores de la misma institución. En otras palabras, se puede crear una Spin-Off independiente, la cual indica que los creadores pueden constituir una empresa para producir y comercializar los productos sin afectar a la Universidad o a su condición de empleados vinculados a esta. Seguido de esto, la Spin-Off debe establecerse legalmente como cualquier empresa en Colombia.

Con los datos obtenidos en la investigación de mercados, se puede evidenciar el interés de los consumidores por este nuevo producto. La causa, son las cualidades expuestas en cuanto al mejoramiento en sus cultivos y el aumento de eficacia de los fertilizantes al ser mezclados con las nanopartículas. Así se observan que el producto puede obtener una buena aceptación, siempre y cuando se demuestren las características de calidad y se empleen las estrategias de mercadeo adecuadas, tales como las propuestas en el modelo de negocio descrito en este documento.

Finalmente se destaca la importancia de generar alianzas estratégicas con actores del sector de los fertilizantes, tales como los distribuidores de almacenes de agroinsumos y los ingenieros agrónomos de la región, pues podrían ser de gran utilidad en la promoción de los productos de AgroNano.

Recomendaciones

Se recomienda analizar constantemente el entorno de la industria de agroinsumos debido a las fluctuaciones de este mercado. Esto para plantear estrategias que le permitan a la empresa adaptarse a los requerimientos de los consumidores.

Realizar en un futuro una nueva investigación de mercados, que permita conocer la intención de los consumidores sobre nuevos productos, y con ello evaluar una ampliación del portafolio de la empresa y conocer que requerimientos tiene el mercado para ampliar la empresa a otros departamentos.

También se recomienda que a mediano plazo se realice un nuevo análisis financiero para evaluar la posibilidad de adquirir más maquinaria, que permita aumentar la capacidad de producción de la empresa y la incidencia en el margen de ganancia para evitar sobrecostos.



Referencias Bibliográficas

- Abonamos. (2020). ¿Cómo es el mercado de fertilizantes en Colombia? <https://www.abonamos.com/blog/2020/4/20/fertilizantes-en-colombia>
- Agencia Nacional de Minería. (2021). Los fosfatos son un mineral de interés estratégico para Colombia. <https://www.anm.gov.co/?q=los-fosfatos-son-un-mineral-de-interes-estrategico-para-colombia>
- Agronet. (2020). Colombia busca ser pionero en nanotecnología agrícola. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Colombia-busca-ser-pionero-en-nanotecnologia-agricola.aspx>
- ANFFE. (2014). La importancia de los fertilizantes. *Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes*, 1–4.
- Baffes, J., & Chian Koh, W. (2023). Los precios de los fertilizantes disminuyen, pero persisten los problemas de asequibilidad y disponibilidad. Banco Mundial Blogs. <https://blogs.worldbank.org/es/opendata/los-precios-de-los-fertilizantes-disminuyen-pero-persisten-los-problemas-de-asequibilidad>
- Castellanos Bastidas, L. H. & Quijano Gómez, M. A. (2022). Estrategias de mercadeo y distribución de fertilizantes en Colombia. (Trabajo de grado de maestría, Universidad EIA). <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/5806>
- Concejo de Bucaramanga. (2014). Acuerdo 011 de 2014 - Plan de Ordenamiento Territorial de segunda generación del Municipio de Bucaramanga 2014 - 2027. 1–348. <https://www.bucaramanga.gov.co/la-ruta/download/acuerdo/POT-2014-2027.pdf>
- Correa, R. (2021). Fertilizantes: Jaque a la Economía. *La República*. <https://www.larepublica.co/analisis/rodolfo-correa-3159692/fertilizantes-jaque-a-la-economia-3260590>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2016). Tercer Censo Nacional Agropecuario: Caracterización de los productores residentes en el área rural dispersa censada. 33. <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-2-Productores-residentes/2-Boletin.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2022a). Situación del sector Agropecuario en Colombia.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2022b). Precios e importaciones de los insumos agropecuarios. 1–91. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/presentacion_Insumos_ene_2022.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2023). Boletín técnico N°129. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_mar_2023



- .pdf
- EMIS University. (2022a). Fertilizer Manufacturing. <https://www-emis-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/php/industries/statistics/charts?series=2311468&indu=32531>
- EMIS University. (2022b). Fertilizer Manufacturing- Concentration Analysis. <https://www-emis-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/php/industries/peer-analysis/concentration-analysis?acc=30&pc=CO&indu=32531>
- Emprende. (2021). ¿Cómo calcular tu participación de mercado y punto de equilibrio?. Buenaventura en línea. <https://buenaventuraenlinea.com/como-calcular-tu-participacion-de-mercado-y-punto-de-equilibrio/>
- Estrada Rudas, C. (2022). Alza de precios de insumos para el agro llegó a 29,4%, con fertilizantes de líderes. *La República*. <https://www.larepublica.co/economia/alza-de-precios-de-insumos-para-el-agro-llego-a-29-4-con-fertilizantes-de-lideres-3487688>
- Estrada-Arellano, K. L., Vázquez-Vázquez, C., Betancourt-Galindo, R., Muy-Rangel, M. D., Valenzuela-Núñez, L. M., García-Hernández, J. L., & Gallegos-Robles, M. Á. (2023). Fertilización foliar con nanopartículas de ZnO y su efecto en la producción, calidad biofísica y nutraceútica en frutos de nogal pecanero (*Carya illinoensis*). *Terra Latinoamericana*, 41. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1585>
- Eurotrading. (2023). Nanofertilizantes NanoTech. <https://eurotradingci.com/nanofertilizante#>
- Fontagro. (2020). Nanofertilizantes en el suelo y emisiones de óxido nitroso. <https://www.fontagro.org/new/proyectos/nanofertilizantes/es>
- FAO. (2018). ¿Qué es la agricultura orgánica?. <https://www.fao.org/3/ad818s/ad818s03.htm>
- Gil, M. C. (2023). La producción local de fertilizantes sigue siendo baja y cubre solo 5% de la demanda. *La República*. <https://www.larepublica.co/empresas/la-produccion-local-de-fertilizantes-sigue-siendo-baja-y-cubre-solo-5-de-la-demanda-3562683>
- Infobae. (2022). Gobierno colombiano subsidiará los fertilizantes que se utilicen para producir alimentos, anunció el presidente Gustavo Petro. <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/11/01/gobierno-colombiano-subsidiara-los-fertilizantes-que-se-utilicen-para-producir-alimentos-anuncio-el-presidente-gustavo-petro/#:~:text=El%20presidente%20Gustavo%20Petro%20se%C3%B1al%C3%B3,el%20pa%C3%ADs%20incluido%20el%20caf%C3%A9>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2021). Estadísticas fertilizantes 2021.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2022). Productos fertilizantes registrados. 1–201. www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/fertilizantes-y-bio-insumos-agricolas/listados/db_fertilizantes-registrados_30-abr-2022.aspx
- Jarabo, F. E. & García, F. J. (2014). Método de los factores ponderados. 65.



- https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf
- La República. (2022a). Colombia es el quinto país con más autosuficiencia en fertilizantes. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/colombia-es-el-quinto-pais-de-america-latina-con-mas-autosuficiencia-en-fertilizantes-3439430>
- La República. (2022b). Solo se está aprovechando 13,5% de los 39,2 millones de hectáreas con potencial. <https://www.larepublica.co/economia/del-34-del-area-potencial-para-cultivar-en-colombia-se-aprovecha-cerca-del-13-5-3391297#:~:text=Colombia%20cuenta%20con%20una%20extensi%C3%B3n,13%2C5%25%20del%20potencial>
- Marín Bustamante, M. Q., Hernández Flores, A., & Cásarez Santiago, R. (2021). Nanotecnología y Agricultura: Detección, Monitoreo y Remediación de Contaminantes. *Revista Salud y Administración*, 8(23), 29–35.
- Márquez Arango, D. (2019). Los beneficios tributarios para el agro. Asuntos legales. <https://www.asuntoslegales.com.co/analisis/diego-marquez-arango-2610779/los-beneficios-tributarios-para-el-agro-2891065>
- Michaux, S. & Cadiat, A. C. (2016). *Las cinco fuerzas de Porter: Cómo distanciarse de la competencia con éxito*. 50minutos.es
- OECD. (2022). Fertilizantes en Colombia. [https://oec.world/es/profile/bilateral-product/fertilizers/reporter/col#:~:text=En 2021%2C Colombia importó %24892M en Fertilizantes%2C principalmente de,Rusia \(%2488%2C8M\)](https://oec.world/es/profile/bilateral-product/fertilizers/reporter/col#:~:text=En 2021%2C Colombia importó %24892M en Fertilizantes%2C principalmente de,Rusia (%2488%2C8M)).
- Petro, G. (2022). Programa de Gobierno Gustavo Petro.
- Pinzón, A. V. (2019). Insumos agropecuarios. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/15525>
- Ponce, V. M. (2011). La Matriz de Leopold Para la Evaluación del Impacto Ambiental.
- Portafolio. (2022). El país cuenta con 20% de autosuficiencia en fertilizantes primarios. <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia-cuenta-con-el-20-de-autosuficiencia-en-fertilizantes-primarios-570315>
- Rita Cumanda, S. A. & Bucheli Chávez, M. J. (2015). Evaluación del impacto ambiental causado por el cultivo intensivo de fresa (*Fragaria Vesca*) en la parroquia Huachi Grande, Cantón Ambato. (Tesis de maestría, Universidad técnica de Ambato). <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10940>
- Saritha, G. N. G., Anju, T., & Kumar, A. (2022). Nanotechnology - Big impact: How nanotechnology is changing the future of agriculture?. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100457>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural México. (2019). ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? Gobierno México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el>



fertilizante

Sectorial. (2022). Informe del sector agroquímico. <https://sectorial.co/informativa-agroquimico/>

Seipasa. (2015). Bioestimulantes: Preguntas clave. <https://www.seipasa.com/es/blog/bioestimulantes-preguntas-clave/>

Superintendencia de Industria y Comercio. (2018). Estudios sobre el mercado de fertilizantes inorgánicos en Colombia (2009 – 2018).

TECNIAGRO. (n.d.). TECCIAGRO. <https://tecciagro.com/nosotros/>

Vargas, N. (2022). Colombia es el quinto país con más autosuficiencia en fertilizantes. *La República*. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/colombia-es-el-quinto-pais-de-america-latina-con-mas-autosuficiencia-en-fertilizantes-3439430>

Voegele, J. (2022). Fertilizantes: Cómo gestionarlos para evitar una crisis alimentaria prolongada. Banco Mundial Blogs. <https://blogs.worldbank.org/es/voices/como-gestionar-los-fertilizantes-en-el-mundo-para-evitar-una-crisis-alimentaria-prolongada>

Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org