



**Modelo para comercialización de productos agrícolas en el municipio de  
Anolaima mediante Sistemas de Información Geográfica**

Álvaro de Jesús Bernal Ángel

Julián David García Ardila

Juan Carlos Rodríguez Guerrero

Universidad EAN

**Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, y Facultad de  
Ingeniería**

Maestría en gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos; Maestría  
en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento; Maestría en Administración de Empresas

Bogotá, Colombia

20/05/2023

**Modelo para comercialización de productos agrícolas en el municipio de Anolaima  
mediante Sistemas de Información Geográfica**

Álvaro de Jesús Bernal Ángel

Julián David García Ardila

Juan Carlos Rodríguez Guerrero

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:**

Magister en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos

Magister en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento

Magíster en Administración de Empresas

**Director (a):**

Maira Alejandra García Jaramillo

**Modalidad:**

Monografía

**Universidad EAN**

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, y Facultad de Ingeniería  
Bogotá, Colombia

20/05/2023

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

### **Dedicatoria**

Dedicó este trabajo a las personas que me han rodeado, mis hijas y mi esposa, ya que a través de su amor se convierten en el motor que me impulsan todos los días a seguir adelante.

Julián David García Ardila

Dedico este trabajo primeramente a Dios. A mi esposa, por todo su apoyo incondicional. A mi suegra Maria Ines que desde el inicio me brindo de forma sincera su cariño y alegría por este logro profesional y personal, ! Nostalgia, pero dónde estás comparto contigo este logro!.

Alvaro de Jesus Bernal Angel

A mis padres por su guía eterna, a mi  
esposa por su amor, a mis hermanos y a  
mis sobrinos por su apoyo constante y  
especialmente a Valentina mi hija que  
llegó para iluminar mi vida y mi camino.

Juan Carlos Rodríguez Guerrero

### Resumen

El municipio de Anolaima está ubicado en el departamento de Cundinamarca en la zona central de Colombia, el cual presenta inconvenientes en los modelos de comercialización de los productos agrícolas cosechados. En este proyecto, se realizó una caracterización del campesinado de Anolaima mediante la información primaria con el uso de un instrumento tipo encuesta. Posteriormente, se realizaron los análisis estadísticos correspondientes concluyendo que Anolaima tiene vocación agrícola no tecnificada, con 58% de cultivos transitorios tales como habichuela, fríjol, arveja, pepino, maíz, tomate y pimentón y el resto pertenecientes a cultivos permanentes como mango, naranja, mandarina, aguacate entre otros, siendo el tomate el alimento con mayor producción. Un porcentaje cercano al 44% de los productos son vendidos en la ciudad de Bogotá mientras que en municipios vecinos cerca del 34%.

La ubicación del municipio lo cataloga con una alta competitividad ya que se encuentra localizado a 75 km de la capital del país y pertenece a una zona con una amplia densidad de rutas nacionales que lo conectan con facilidad a municipios y ciudades intermedias cercanas, se consultaron los programas y políticas públicas que favorecen el intercambio comercial del campesinado y Anolaima se beneficia tanto a nivel nacional como local.

Por tal motivo se realizó el análisis y la propuesta de un modelo que sirva para mejorar la comercialización de productos para el municipio de Anolaima con base en herramientas tecnológicas y en el conocimiento del campesinado, de los productos y del entorno.

*Palabras clave:* GIS / SIG, GEOMARKETING, PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, COMERCIALIZACIÓN AGRÍCOLA

### Abstract

The municipality of Anolaima is located in the department of Cundinamarca in the central zone of Colombia, which presents drawbacks in the marketing models of harvested agricultural products. In this project, a characterization of the Anolaima farmer was carried out through the collection of primary information with the use of a survey-type information collection instrument. Subsequently, the corresponding statistical analyzes were carried out, concluding that Anolaima has a non-technological agricultural vocation, with 58% of transitory crops such as beans, peas, cucumber, corn, tomato and paprika and the rest belonging to permanent crops such as mango, orange, tangerine, avocado among others, tomato being the food with the highest production. A percentage close to 44% of the products are sold in the city of Bogotá while in neighboring municipalities close to 34%.

The location of the municipality catalogs it with a high competitiveness since it is located 75 km from the country's capital and belongs to an area with a wide density of national routes that easily connect it to nearby municipalities and intermediate cities. programs and public policies that favor the commercial exchange of the peasantry and Anolaima benefits both nationally and locally.

For this reason, the analysis and proposal of a model that serves to improve the commercialization of products for the municipality of Anolaima based on technological tools and the knowledge of the peasantry, the products and the environment was carried out.

*Keywords:* GIS, GEOMARKETING, AGRICULTURAL PRODUCTION, AGRICULTURAL MARKETING

## Contenido

	Pág .
<b>Introducción</b> .....	<b>12</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>15</b>
<i>Objetivo general</i> .....	15
<i>Objetivos específicos</i> .....	15
<b>Justificación</b> .....	<b>16</b>
<b>Marco Teórico</b> .....	<b>18</b>
<b>La Modelación</b> .....	<b>19</b>
<i>Aplicaciones de la modelación</i> .....	20
<i>Tipos de Modelos</i> .....	21
<i>La modelación y la agricultura</i> .....	22
<i>Modelo de logística inversa</i> .....	23
<i>Cadena de Suministro de Circuito Cerrado Closed-Loop Supply Chain (CLSC)</i> .....	28
<b>Sistemas de información geográfica</b> .....	<b>27</b>
<i>Programas de licenciamiento libre</i> .....	33
<i>Programas de licenciamiento pago</i> .....	35
<i>Fuentes de información</i> .....	35
<i>La importancia de los SIG en la agricultura</i> .....	38
<b>Los Sistemas de coordenadas</b> .....	<b>39</b>
<i>Coordenadas Geográficas</i> .....	39
<i>Proyecciones de coordenadas</i> .....	40
<i>Sistemas de posicionamiento global GPS</i> .....	44
<b>Hipótesis</b> .....	<b>45</b>

<b>Variables preliminares</b> .....	<b>45</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>48</b>
<i>Alcance de la investigación</i> .....	54
<i>Población muestra</i> .....	54
<i>Instrumento</i> .....	56
➤ <i>Identificación y localización</i> .....	57
➤ <i>Producción agrícola</i> .....	57
➤ <i>Comercialización</i> .....	57
➤ <i>Transporte</i> .....	57
<i>Validación</i> .....	57
➤ <i>Resultados y Análisis</i> .....	59
➤ <i>Actualización y Mejoramiento Del Instrumento</i> .....	62
<b>Trabajo de campo</b> .....	<b>63</b>
<i>Procesamiento de los datos</i> .....	64
<b>Alternativas viales</b> .....	<b>74</b>
• <i>Instituto Geográfico Agustín Codazzi</i> .....	74
• <i>Earthexplorer</i> .....	75
• <i>INVÍAS</i> .....	79
<b>Programas y Políticas públicas favorecen el intercambio comercial de los campesinos</b> .....	<b>81</b>
<b>Variables que influyen en el modelo</b> .....	<b>82</b>
<b>Desarrollo del Modelo</b> .....	<b>88</b>
<b>Discusión</b> .....	<b>94</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>97</b>

**Referencias .....99**

**A. Anexo. Nombre del Anexo .....105**

### Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Jerarquización de temas y subtemas para el marco teórico .....	18
<b>Figura 2.</b> Modelo de sistemas IMPACT. ....	24
<b>Figura 3.</b> Modelo de dinámica de sistemas para la producción de cítricos en el valle del río Jordan .....	25
<b>Figura 4.</b> Diagrama causal de las relaciones de los agentes en la logística de frutas en Cundinamarca – Bogotá, Colombia .....	26
<b>Figura 5.</b> Modelo general de la cadena de suministro incluida la logística inversa. ....	28
<b>Figura 6.</b> Modelo cadena de suministro de circuito cerrado .....	29
<b>Figura 7.</b> Modelo de devolución de artículos .....	30
<b>Figura 8.</b> Modelo teórico: Criterios de selección de ubicación de tienda basados en el desempeño de la tienda. ....	32
<b>Figura 9.</b> Coordenadas geográficas. Meridianos y paralelos. Longitud y Latitud .....	40
<b>Figura 10.</b> Analogía transformación de coordenadas .....	41
<b>Figura 11.</b> Elipsoide transformado en cilindro .....	42
<b>Figura 12.</b> Coordenadas UTM de Colombia .....	42
<b>Figura 13.</b> Representaciones coordenadas UTM .....	43
<b>Figura 14.</b> Sistema de coordenadas locales .....	44
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de producción por tipos de cultivo .....	64
<b>Figura 16.</b> Producción en kg por variedad de productos .....	65
<b>Figura 17.</b> Cantidad cosechada en unidad de medida por variedad de productos .....	66
<b>Figura 18.</b> Comparación entre el área cultivada y el área cosechada por variedad de productos .....	67
<b>Figura 19.</b> Precio final de la venta por variedad de producto .....	68
<b>Figura 20.</b> Porcentaje de venta y clientes de los productos agrícolas .....	69

<b>Figura 21.</b> Cantidades producidas por unidad de medida .....	69
<b>Figura 22.</b> Comparación entre los costos de producción y los precios de venta .....	70
<b>Figura 23.</b> Correlación lineal entre el área cultivada y la cantidad cosechada .....	71
<b>Figura 24.</b> Correlación lineal entre el área cultivada y la cantidad cosechada .....	73
<b>Figura 25.</b> Portal de descarga de información IGAC .....	75
<b>Figura 26.</b> Portal de descarga de información USGS .....	76
<b>Figura 27.</b> Portal de descarga de información CUNDINAMARCA.GOV.CO. ....	77
<b>Figura 28.</b> Red vial en el municipio de Anolaima .....	78
<b>Figura 29.</b> Portal de descarga de información INVÍAS .....	79
<b>Figura 30.</b> Vías nacionales .....	80
<b>Figura 31.</b> Relación entre el clima y la cosecha .....	83
<b>Figura 32.</b> Relación entre el clima y la eficiencia del área cultivada y la cantidad de producción .....	83
<b>Figura 33.</b> Fenómenos climáticos y su influencia en las temporadas cíclicas .....	84
<b>Figura 34.</b> Relación de las variables con el precio de venta .....	85
<b>Figura 35.</b> Modelo para la comercialización productos agrícolas .....	88
<b>Figura 36.</b> Modelo IMPACT, pronóstico de la demanda de Frutas y vegetales para un escenario a 2050 .....	91
<b>Figura 37</b> Geovisor Censo Nacional Agropecuario .....	92
<b>Figura 38.</b> Modelo completo para la comercialización de productos agrícolas en el municipio de Anolaima .....	93
<b>Figura 39.</b> Principales centros de comercialización de los productos agrícolas .....	94
<b>Figura 40.</b> Principales clientes de los productores o destinación de los productos agrícolas .....	95

## Lista de Tablas

Tabla 1. Información oficial disponible .....	36
Tabla 2 Categorías de información disponible en <a href="http://www.datos.gov.co">www.datos.gov.co</a> .....	37
Tabla 3. Definición conceptual y operación de variables .....	46
Tabla 4. Diseño metodológico .....	49
Tabla 5. Características de la muestra .....	55
Tabla 6. Caracterización de expertos para la evaluación de V de Aiken .....	58
Tabla 7. Análisis de resultados V Aiken .....	59
Tabla 8. Validación instrumento de medición V de Aiken .....	60
Tabla 9. Tipos de cultivos .....	64
Tabla 10. Matriz de correlación entre las variables asociadas al área cultivada y el área cosechada .....	72
Tabla 11. Matriz de correlación de variables asociadas al área cosechada y a los costos de producción y precio de venta .....	74
Tabla 13. Programas y Políticas públicas intercambio comercial .....	81
Tabla 14. Clasificación de las variables .....	87

## Introducción

La comercialización de productos agrícolas es una actividad clave en la cadena de suministro de alimentos, debido a que impactan directamente en el precio de venta final de los productos. Así mismo, la implementación de herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) en la producción, distribución y venta de productos agrícolas ha permitido gestionar eficientemente la logística y cadenas de abastecimiento en el sector agrícola.

Con base en lo anterior, los SIG constituyen una herramienta tecnológica que permite la captura, almacenamiento, análisis y presentación de información geográfica con la que se pueden identificar áreas de cultivo, determinar los mejores momentos para la siembra y cosecha, el análisis del rendimiento y la demanda de los productos agrícolas, y la planificación de rutas de distribución y venta de productos agrícolas.

Teniendo en cuenta el contexto colombiano, el sector primario no es competitivo con respecto a las importaciones de productos agrícolas debido a los altos costos de producción (principalmente por la importación de insumos para el campo) y a las ineficientes capacidades financieras y técnicas de comercialización de productos agrícolas sin duda uno de los aspectos más críticos que tienen los campesinos para lograr que su actividad comercial sea sostenible y rentable (Ávila-Foucat, 2017), siendo importante aplicar herramientas técnicas modernas como respuesta a los desafíos del campo.

El municipio de Anolaima no es ajeno a esta problemática, a pesar de la diversidad de pisos térmicos y la gran variedad de productos agropecuarios, los productores se ven afectados en su rentabilidad principalmente porque no cuentan con información certera de la comercialización de sus productos, razón por la cual, este trabajo explora cómo los SIG pueden ser utilizados eficientemente en la comercialización de productos agrícolas.

En la actualidad, en Anolaima la producción agrícola abarca aprox. el 27% del territorio municipal (31,7 Km<sup>2</sup>) conformada por cultivos transitorios (frijol, papa, habichuela, y tomate); permanentes (cítricos, cacao, mango, plátano), y los cultivos habituales de la región, donde se produce café; y donde la floricultura ha ido tomando mucha fuerza con el paso de los años, posicionándose como un renglón generador de empleo ocupando el 2% equivalente a (2.46 Km<sup>2</sup>), (Alcaldía Municipal de Anolaima, 2020), sin embargo, de acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio se tiene que en el casco urbano el 50% de las vías se encuentran pavimentadas y en las zonas urbanas de corregimientos y caseríos el 20%.

En la zona rural el 70% de las vías se encuentran compactadas recebadas y el restante 30% de tipo carretable y en mal estado (Alcaldía de Anolaima, 2001), dificultando la movilidad terrestre por el estado de la malla vial ocasionando aumento de los tiempos de desplazamiento para comercializar los productos, y elevando los costos logísticos y de operación (Gobernación de Cundinamarca, 2020).

Por tanto, a raíz de la problemática identificada en el municipio de Anolaima relacionada a la comercialización de los productos agrícolas, surge el siguiente interrogante: ¿Cuáles elementos, herramientas tecnológicas y acciones comerciales necesitan implementar los campesinos de Anolaima para que la producción agrícola tenga una comercialización que los beneficie más en cuanto a ingresos y eficiencia?

A partir de la pregunta de investigación, se desarrolla esta monografía la cual inicia describiendo el papel que cumple la logística en la comercialización de los productos agrícolas y los procesos que en ella intervienen. Seguidamente, se presenta la importancia de la gestión de la información en la comercialización de productos agrícolas y cómo esto puede contribuir a mejorar la eficiencia y rentabilidad del proceso.

Además, se realizaron encuestas en dos veredas del municipio de Anolaima, mediante el uso de un instrumento validado que analiza su aplicación en la comercialización agrícola, con el objetivo de capturar información que contribuya a mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad de la comercialización de productos agrícolas. Luego, se relacionan los detalles metodológicos del proyecto, y se presenta una introducción a las herramientas SIG y análisis estadístico de información tomada en campo mediante el instrumento de encuesta validado por la metodología V de Aiken (Rodríguez Córdón, 2015), la cual midió el grado de pertinencia para la investigación y como estas herramientas se emplean en la gestión de datos para la comercialización de productos agrícolas y su contribución en la toma de decisiones de manera efectiva y rentable.

Una vez captada la información a través de la encuesta, se hace el análisis estadístico comenzando con la limpieza y depuración de los datos y luego identificando las tendencias y características más importantes de los aspectos relacionados con el agro. Estos análisis se asocian con la ubicación de cada encuestado para que se puedan obtener mapas agrupados a cada aspecto y así resultados gráficos que permitan hacer una correlación entre las respuestas de las encuestas y la ubicación de cada encuestado.

Finalmente, se concluye con el desarrollo del modelo el cual involucran todas las variables asociadas y se construyen los flujos de relaciones entre cada una de estas, a fin de determinar las salidas correspondientes a la información acerca la comercialización de productos agrícolas. Toda esta información, se ubica espacialmente en mapas a través de los SIG, los cuales pueden representar gráficamente mapas de calor con información de los cultivos, así como, el trazado de las vías, distancias y tiempos de recorridos, para concretarse con el precio final del producto.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Desarrollar un modelo que facilite la comercialización de los productos agrícolas de los cultivadores de Anolaima, a través de un Sistema de Información Geográfica

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar la población campesina de Anolaima de acuerdo con su actividad económica.
- Identificar las alternativas viales y de transporte habilitadas y disponibles para la comercialización de los productos.
- Examinar cuáles son los programas de políticas públicas disponibles a nivel local que favorecen el intercambio comercial de los campesinos.
- Determinar los elementos o factores clave para la elaboración del modelo de comercialización de productos agrícolas de Anolaima.
- Elaborar un modelo a partir de la información coleccionada que se integre a los Sistemas de Información Geográfica .

### Justificación

La Universidad Ean incluye en su misión el desarrollo económico y social de los pueblos con un propósito enfocado hacia la sostenibilidad, por lo que se hace necesario que desde la academia de la Ean se dirijan esfuerzos para coadyuvar a mejorar el desarrollo del país y para este caso particular en el aspecto agrícola, mediante el uso de herramientas actualizadas en tecnologías de la información y comunicaciones - TIC.

Este desarrollo se realiza basado en la experiencia adquirida en la universidad Ean en las áreas de gerencia y emprendimiento, apoyados en particular por el grupo de investigación G3PYMES que cuenta con la línea de investigación de innovación para la sostenibilidad de las organizaciones, donde se dispone de las herramientas y el apoyo para aportar al desarrollo del país desde la estructura institucional de la universidad.

Para entrar en contexto, se debe mencionar que Colombia tiene una vocación agrícola con 40 millones de hectáreas aptas para cultivo (Agronet-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018), sin embargo, se tiene un gran potencial de momento improductivo debido a problemas de planificación en el uso del suelo con un 66% de uso inadecuado de este en el país, por lo tanto, se requiere aunar esfuerzos de toda índole para mejorar las condiciones agrícolas de Colombia.

De acuerdo con Greenpeace (2021) actualmente el país importa más de 12 millones de toneladas de alimentos teniendo una balanza comercial desfavorable generando riesgos asociados a la soberanía alimentaria debido a que en este momento la producción nacional es inferior a la demanda de alimentos. La reducción de este desbalance comercial se debe realizar para cumplir por un lado con los objetivos de desarrollo sostenible, en especial en los relacionados con el fin de la pobreza, hambre cero, trabajo y crecimiento económico y producción y consumos responsables, y por el

otro, para llevar a cabo políticas públicas nacionales y locales, así como iniciativas de los campesinos, empresarios y académicos que aporten hacia mejorar las condiciones de vida y económicas del campesinado colombiano.

En ese orden de ideas, para reducir el alcance del desarrollo de la propuesta, inicialmente se entraría a trabajar con el campesinado del municipio de Anolaima quienes requieren de por lo menos una alternativa para mejorar procesos cruciales entre los que se encuentran la logística y la comercialización de los productos agrícolas.

En apoyo a esta propuesta, desde las maestrías en: administración; gerencia de sistemas de información y proyectos tecnológicos y en gerencia de la cadena de abastecimiento, se presenta este trabajo de monografía, el cual busca generar una sinergia entre las disciplinas mencionadas.

La herramienta metodológica propuesta permite mejorar los procesos cruciales mencionados, desde la perspectiva de la comercialización de productos agrícolas en el municipio de Anolaima.

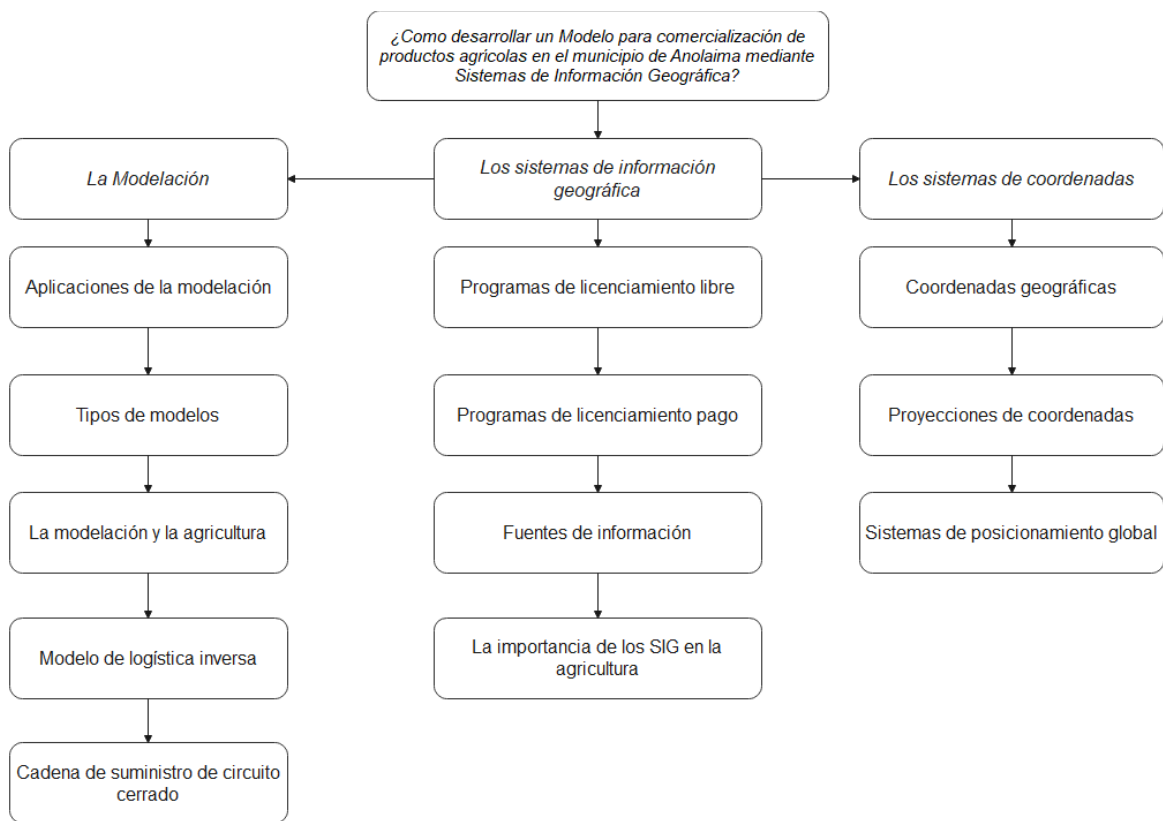
Es interesante que se logre replicar a otras localidades en tanto se pueda demostrar que efectivamente aporta a la solución de las dolencias que más aquejan a los campesinos, desde el paradigma de las nuevas tecnologías informáticas especialmente las relacionadas con los SIG.

### Marco Teórico

El marco teórico representa la visión que sitúa la investigación respecto a la pregunta relacionada con el problema, por tanto, con base a esto, en la Figura 1 se ha diseñado una jerarquización temática de aquellos insumos teóricos que aportan a la investigación.

**Figura 1**

*Jerarquización de temas y subtemas para el marco teórico*



*Nota: Elaborado por los autores (2022)*

### **La Modelación**

Existen muchas definiciones para explicar en qué consiste la modelación, varios autores que tratan esta cuestión se refieren a la modelación como la elaboración de un método (matemático, esquemático, didáctico, físico, práctico entre otros) que sirva y funcione para aproximarse a la realidad, es decir, "aprender acerca de un método real experimentando con un modelo que representa el sistema" (Anderson et al., 2011, pág. 696) o la realidad. "En nuestro mundo, hasta cierto punto estamos conscientes de la importancia de los modelos de simulación" (Render, Stair, & Hanna, 2012, pág. 534), ya que, al simular se puede duplicar formas, estructuras, apariencias, características, situaciones y funciones de un sistema real.

Usualmente los modelos se componen por expresiones matemáticas y relaciones lógicas que describen la manera de llegar a un resultado o respuesta (ciertos casos) como valores de datos de salida a partir de datos de entrada, dicho de otro modo, cuando se realiza un experimento de simulación es necesario contar con información del evento compuesta por datos o valores de entrada los cuales interactúan dentro del modelo con datos probabilísticos (considerados también como datos de entrada) generando de esa interacción un resultado que de acuerdo con la precisión del modelo, indicará el escenario futuro que se pretendía simular.

Al trabajar con diferentes variables en escenarios alternos a la realidad, se logra conocer la codependencia entre los datos de salida con los datos de entrada, es decir, se identifica como lo primero se ve afectado cuando se modifica o altera lo segundo producto de la simulación.

Por lo anterior, se dice que la simulación no es una técnica de optimización. Por el contrario, tal como lo expresa Anderson et al., (2011), la simulación es un procedimiento por el cual se permiten describir o predecir el comportamiento de ciertas variables que operan en un sistema a partir del control de los valores de los datos de entrada a fin de conducir a sistemas deseables, convirtiéndose en una herramienta efectiva que ofrece información suficiente para diseñar un sistema que funcione mejor y satisfagan los objetivos deseados.

### Aplicaciones de la modelación

Como se mencionó anteriormente, Render, Stair, & Hanna, (2012) afirma que el objetivo de simular radica en imitar una situación real a partir de operaciones matemáticas donde posteriormente se analizaran sus propiedades y características operativas, para obtener conclusiones y con base en estas, tomar acción de manera que no exista la necesidad de tocar el sistema real hasta que los resultados medidos den cuenta de las ventajas y/o desventajas que puedan resultar de una decisión importante.

Dicho de otro modo, una vez realizada la simulación y dependiendo de los resultados obtenidos, se pueden tomar acciones que favorezcan el desarrollo de las actividades cuyo fin permiten alcanzar el objetivo por el cual se simula.

En la actualidad, la simulación abarca casi todos los ámbitos y contextos científicos, empresariales, industriales y cotidianos del mundo, dentro de los que se encuentran: la aviación, la industria militar, la industria química, la medicina, la tecnología, la agricultura, la meteorología, los negocios, el comercio, la logística e incluso la telefonía celular y los *smartphones* entre otros. Por ejemplo:

*"Boeing Corporación y Airbus Industries, suelen construir modelos de simulación de sus aviones jet propuestos y, luego, probar sus propiedades aerodinámicas. Su organización de defensa civil local puede realizar prácticas de rescate y evacuación, cuando simula las condiciones de desastre natural que dejan un huracán o un tornado, otro escenario es cuando el ejército de Estados Unidos simula ataques enemigos y estrategias de defensa con juegos de guerra en la computadora"* (Render, Stair, & Hanna, 2012, pág. 534).

Hoy los teléfonos a través de aplicaciones cartográficas como *Google -maps* o *Apple maps*, simulan los trayectos más rápidos de las rutas que se ingresaron a través del botón de búsqueda. A partir de los datos de entrada que se recogen previamente como podrían ser, el

tiempo de espera de los semáforos, el estado de la vía, la velocidad permitida, el trayecto, la distancia, la hora del día y otros que interactúan en el modelo al final calculan la mejor opción correspondiente a la ruta más rápida para ese momento a partir de la cual se podría tomar acción en el escenario real.

### **Tipos de Modelos**

En este punto, se tiene claro que para poder simular algo se debe partir de un modelo el cual es una representación del sistema real desarrollado para el estudio de dicho sistema (Averill y Kelton, 1991), por tanto, el modelo brinda información en términos de resultados de lo que se pretende simular.

En la actualidad existen varios tipos de modelo, que se diferencian de acuerdo con su función y el fin con el cual se crean o se desarrollan. Según Candalaria et al., (2011) se podrían clasificar de diferentes maneras en donde cada una de ellas brinden una idea de sus principales características, las cuales pueden surgir con base a su función, propósito, dimensión y grado de abstracción. En ese orden, para cada número de escenarios de la realidad en las diferentes disciplinas existirán el número y tipos de modelos posibles.

Así mismo, existen clasificaciones de modelos que comprenden a las capacidades de representar la dinámica y control de los componentes e interacciones del sistema (Candalaria, et al., 2011). Los modelos pueden ser estáticos, que representan un sistema en un solo instante de tiempo o donde el tiempo no es relevante, como en el caso de la simulación *Montecarlo*. Por otro lado, se tienen los modelos dinámicos los cuales representan sistemas donde las variables cambian en función del tiempo y permiten predecir su evolución en un periodo determinado, siendo especialmente útiles para modelar procesos biológicos.

Los modelos determinísticos no consideran la variabilidad aleatoria y se comportan de manera probabilística, donde los datos de entrada y las relaciones del sistema se definen al inicio y no influye el azar en los resultados. Por último, los modelos estocásticos tienen en

cuenta la variabilidad aleatoria en al menos una de las variables que definen el comportamiento del sistema, lo que hace que los resultados sean al menos parcialmente variables.

### **La modelación y la agricultura**

Citando nuevamente a Candelaria et al., (2011) desde hace 50 años, se han empleado modelos aplicados a la agricultura para evaluar procesos individuales que incluyen por ejemplo la evotranspiración, propiedades hidráulicas del suelo, crecimiento de las plantas o los cultivos y el contenido de nutrientes del suelo; posteriormente los avances en la modelación han permitido evaluar los sistemas silvopastoriles, la productividad del suelo, y la dinámica de los nutrientes del suelo.

A partir de finales de la década de los 90s aparecen modelos aplicados a los agroecosistemas los cuales integran los mecanismos del sistema de manera multi o interdisciplinaria. Dichos modelos han servido para evaluar los impactos de las políticas agrícolas sobre impactos ambientales, la degradación del suelo, y la rentabilidad económica de los sistemas agrícolas alternativos, como también los impactos de la economía y política regional en la agricultura, el efecto de las políticas de manejo sobre emisiones de minerales en la agricultura y la evaluación de pesticidas y fertilizantes sobre el suelo y el clima (Candelaria, et al, 2011).

En otros escenarios actuales, la modelación se ha venido integrando a herramientas informáticas las cuales han permitido desarrollar mejoras en los cultivos basadas en las áreas de producción, lo que demuestra su enorme potencial. En estudios recientes, esta configuración de los modelos y la tecnología tienen el potencial de crear Aldeas Inteligentes, que garantizarían la seguridad alimentaria apoyándose en la aplicación de la tecnología informática en áreas específicas de agricultura convencional (Trias, et al., 2022).

Con base en lo anterior, la integración de modelos en la agricultura genera valor en materia de productividad, sin embargo, Candelaria, et al, (2011) indica que los modelos pueden arrojar

resultados erróneos atribuibles principalmente a la definición de las variables y en otros casos a la inexperiencia, por tanto, validar y comprobar el modelo es de gran importancia a la hora de tomar decisiones ya que, en los últimos años, la modernización de la agricultura de la mano de tecnología y en especial los modelos han ayudado a resolver grandes problemas a través de esa transformación digital (Tao, 2019).

#### **Modelo de IMPACT**

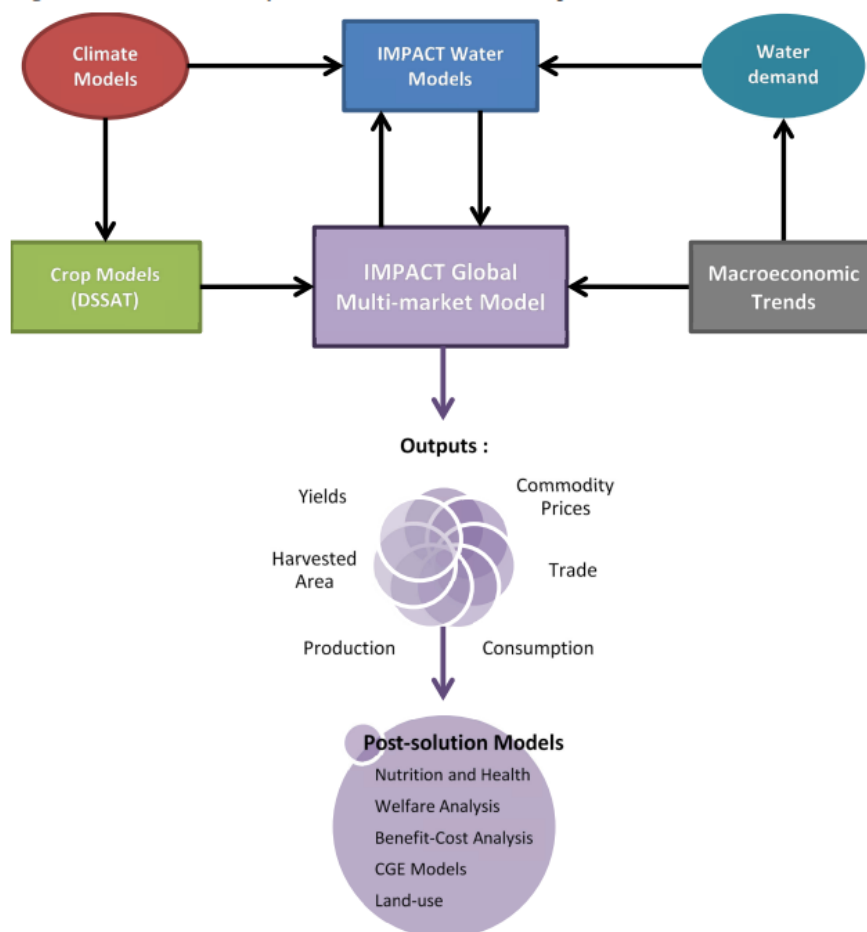
Como se mencionó anteriormente, la agricultura ha venido integrando en la mejora sus procesos modelos que ayudan a incrementar el rendimiento de los cultivos y/o predecir escenarios futuros como la disponibilidad de alimentos. El caso del modelo IMPACT (*International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade*), consiste en un sistema que enlaza una serie de modelos alrededor de un núcleo que engloba modelos económicos de múltiples mercados en el cual se integran aspectos relacionados con la producción global, el comercio, la demanda y los precios para los *commodities* de la agricultura, simulando la operación de los mercados tanto nacionales como internacionales.

De acuerdo con Robinson, *et al*, (2015) el modelo se enfoca principalmente en el análisis de los mercados globales de 159 países los cuales incluyen la producción agrícola y a nivel subnacional en 320 regiones denominadas Unidades de Producción de Alimentos - UPA enlazadas con modelos de disponibilidad de agua asociadas a 154 cuencas hidrográficas. Por tanto, dado el alcance global que tiene el modelo IMPACT, los resultados de las predicciones son entregados como información geoestadística empleando SIG.

Cómo se observa en la Figura 2, dentro de los modelos que se enlazan al núcleo del modelo IMPACT se incluyen modelos climáticos como el ESMS, modelos hidrológicos, modelo de simulación de la cobertura de cultivos como DSSAT, modelo de cadenas de valor, modelos de uso del suelo, modelos de nutrición y salud, y análisis de bienestar.

Figura 2.

Modelo de sistemas IMPACT.



Nota: Adaptado de (Robinson, y otros, 2015)

### Modelo de sistemas dinámicos en la cadena de abastecimiento de productos agrícolas

Los modelos de sistemas dinámicos son ampliamente usados para analizar y predecir diferentes escenarios con múltiples variables empleando datos provenientes de fuentes de información primaria y secundaria. Alzubi, Shbikat, & Noche, (2023), desarrollaron un modelo basado en la dinámica de sistemas para simular escenarios a fin de mejorar el desempeño

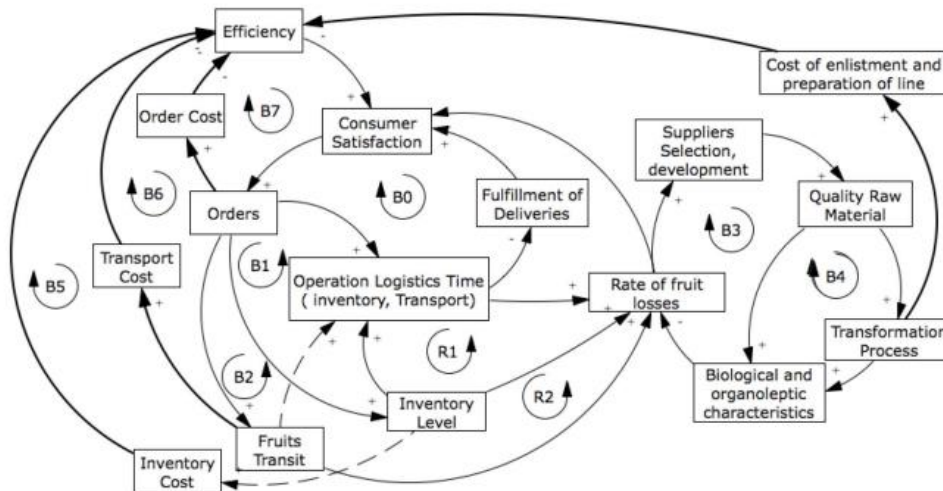


Así mismo, anteriormente Castro Orjuela & Adarme Jaim es, (2017) también habían empleado modelos de dinámica de sistemas a fin de analizar el efecto en el desempeño de las cadenas de suministro flexibles, ágiles y livianas en el ámbito de la logística de frutas en Cundinamarca – Bogotá, Colombia, especialmente en productos como naranja, mandarina y mango.

El estudio contó con un análisis de información primaria la cual se obtuvo a través de encuesta de los principales actores en materia de cadena de suministros donde se incluyeron variables asociadas a la comercialización, abastecimiento, inventario, transporte y distribución. Para complementar los resultados de las variables primarias, la investigación también recopiló información secundaria de fuentes públicas y asociaciones privadas en orden a determinar las relaciones que existen entre las variables y su incidencia en la capacidad de respuesta para atender la demanda, la calidad, la eficiencia, el desempeño logístico y la satisfacción del cliente (Castro Orjuela & Adarme Jaim es, 2017) como se observa en Figura 4

Figura 4.

Diagrama causal de las relaciones de los agentes en la logística de frutas en Cundinamarca – Bogotá, Colombia



Nota: Adaptado de (Castro Orjuela & Adarme Jaim es, 2017)

### **Modelo de logística inversa**

De acuerdo con el consejo ejecutivo estadounidense de logística inversa, la logística inversa puede definirse como el proceso de planear, implementar y controlar el flujo eficiente y rentable de materias primas, inventario, productos terminados e información relacionada desde el sitio de origen hasta el punto de consumo para generar valor.

La logística inversa inicia desde el consumidor final donde los productos se recogen por devolución y se administra su EOL<sup>1</sup> con distintas decisiones como desechar, reciclar sus partes, remanufacturar para venderlas en otros mercados, al considerar la cadena suministro tanto hacia adelante como de manera inversa, se obtiene un circuito cerrado (Govindan, Soleimani, & Kannan, 2015).

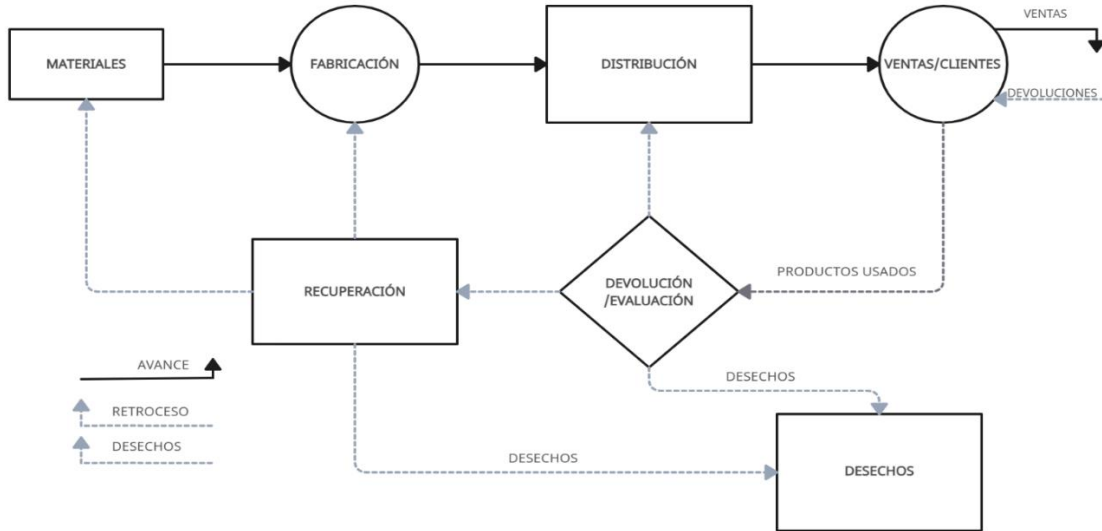
En la Figura 5 se muestra el modelo de la cadena de suministro donde se incluye la logística inversa. El proceso comienza con la adquisición de los materiales para la fabricación, seguido de la distribución y las ventas para llegar al cliente final. En este último punto, se adiciona la alternativa de las devoluciones, este es el análisis de la logística inversa en donde se toma la decisión de las acciones a tomar respecto a la devolución tal como retornarla al proceso de fabricación en caso de que se requiera remanufactura, retorno a la distribución o decisión de desecharla.

---

<sup>1</sup> EOL. Fin de la vida útil por su traducción del inglés END OF LIFE.

Figura 5.

Modelo general de la cadena de suministro incluida la logística inversa.



Nota: Adaptado de (TONANONT, 2009)

#### Cadena de Suministro de Circuito Cerrado Closed-Loop Supply Chain (CLSC)

De manera reciente, cada vez más empresas usan para su gestión de la cadena de suministro los modelos de circuito cerrado, CLSC por sus siglas en inglés *Closed - Loop Supply Chain*, como una de las principales herramientas para tener un funcionamiento sostenible (Sgarbossa & Russo, 2016).

Las empresas actualmente no tienen únicamente el enfoque de reducción de costos para aumentar ganancias, sino se ha advertido que con acciones de responsabilidad social, ambiental y sostenibilidad se cuenta con herramientas que económicamente benefician a las entidades que lo aplican. Las investigaciones recientes muestran que, en la cadena de suministro, el CLSC es un modelo que sirve como herramienta para recuperar valor a partir de los productos, teniendo circuitos cerrados cada vez más eficientes, a menor costo y más sostenibles (Sgarbossa & Russo, 2016).

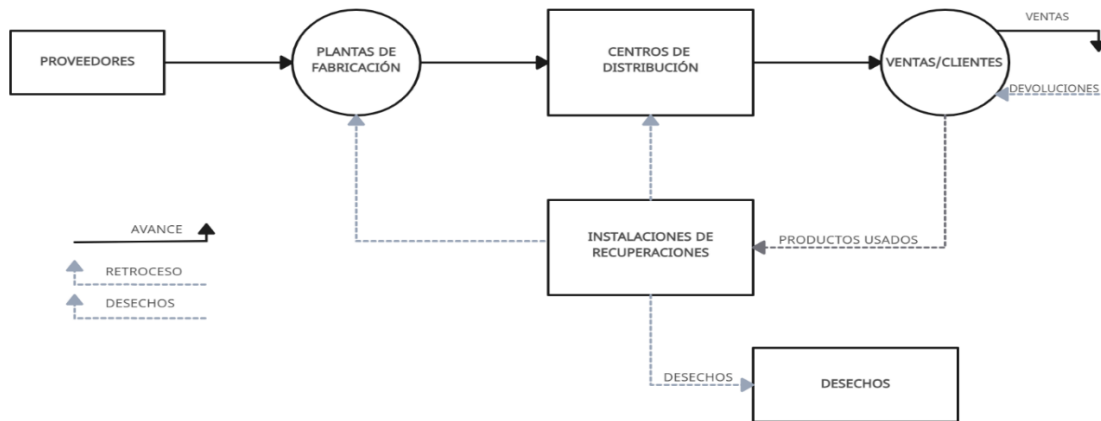
En la Figura 6 se muestra el modelo general de la cadena de suministro de circuito cerrado, en esta se explica que las plantas de fabricación requieren materia prima para su funcionamiento, por lo que usan a los proveedores para obtener estos materiales. De igual manera las plantas de fabricación utilizan los productos devueltos que no se vendieron nuevamente, por tanto, se ahorran costos de fabricación por el uso de insumos obtenidos por los productos devueltos.

Los centros de distribución toman las solicitudes de los clientes y minoristas y las informan a las plantas de fabricación, posteriormente reciben los productos terminados y se encargan de suplir las necesidades de los clientes.

En la Figura 6 se muestra que las instalaciones de recuperación reciben los productos regresados por los clientes, evalúan la calidad y determina la disposición para cada producto, el cual puede ser regresado a ventas, desensamblado para regresarlo como materias primas, reparado o dispuesto como desecho.

**Figura 6.**

*Modelo cadena de suministro de circuito cerrado*

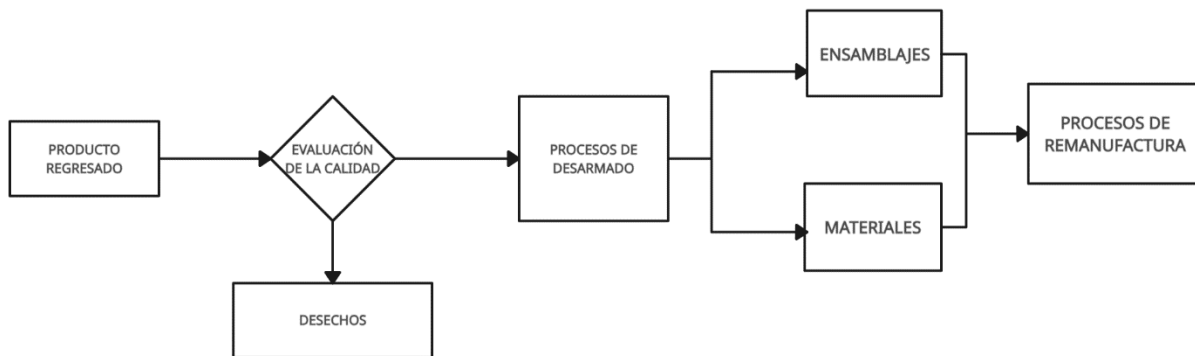


*Nota:* Adaptado de (TONANONT, 2009)

En la Figura 7 se detalla un modelo básico de la devolución de artículos, en donde se evalúa el tipo de devolución y calidad del producto, en este punto se toma la decisión de desecharlo o iniciar un proceso de manufactura.

**Figura 7.**

*Modelo de devolución de artículos*



*Nota: Adaptado de (Soto & Ramalinho-Lourenço, 2002)*

Los modelos CLSC contemplan la reintegración en el proceso de los productos o componentes devueltos o no utilizados en el flujo de avance de la cadena de suministro, lo que implica complicaciones porque se necesitan procesos adicionales de manufactura para la reutilización directa, recuperación, reciclaje, fabricación, reacondicionamiento y reparación, sin embargo, se genera ahorro en recursos, reducción en costos y una buena reputación social y ambiental aportando al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

El interés por los modelos de logística inversa y de CLSC han tenido un aumento por las exigencias y presiones sociales, lo que ha llevado que en algunas zonas se tengan exigencias legales para que los fabricantes de aparatos eléctricos y electrónicos deban recoger, reciclar y disponer de los bienes que alguna vez fabricaron.

### **Sistemas de información geográfica**

Los sistemas de información geográfica (SIG), también conocidos como Geographic Information Systems (GIS) en inglés, empezaron a desarrollarse en los años 60, pero no se generalizaron hasta 20 años después. Desde entonces, los SIG han evolucionado tanto que en la actualidad tienen trascendencia y se catalogan como innovación (Dominguez Bravo, 2000). Los SIG tienen dentro de sus componentes la información básica descriptiva de las bases de datos y adicionalmente las características espaciales o geográficas, particularmente su georreferenciación o localización con coordenadas únicas para cada lugar evaluado. Los SIG tienen la posibilidad de utilizar y maniobrar toda la información de manera simultánea y organizada con el fin de aumentar las herramientas para apoyar la toma de decisiones (Sáenz Saavedra, 1992).

Los SIG pueden ser herramientas muy útiles para los productores agrícolas debido a que el proceso de la comercialización de productos se ve afectado directamente por el lugar de origen de los productos y de destino, siendo la distancia un factor muy influyente ya que afecta el medio, el modo y el valor de transporte, la calidad del producto y los volúmenes y frecuencia de ventas.

El mercado minorista tiene como decisión importante la selección estratégica del sitio para garantizar su éxito. En el caso de los mercados minoristas se reúnen varios factores que requieren análisis tales como el área del mercado, fácil acceso, valor del predio y competencia, (Turhan et al., 2013), los análisis muestran que en algunas oportunidades algunos pequeños cambios en algunos aspectos como en la ubicación pueden generar una diferencia importante en los resultados (Ghosh y McLafferty, 1982)

Los criterios utilizados para la evaluación fueron:

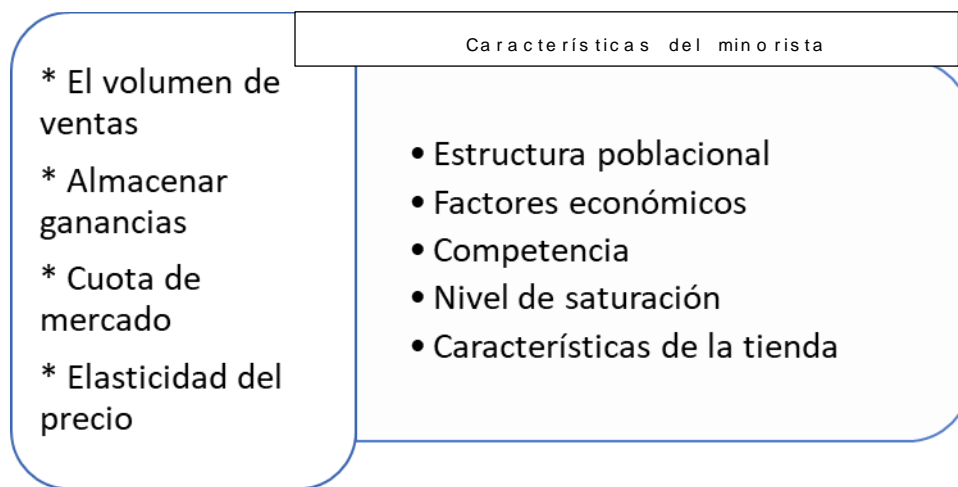
- a. Mediciones de desempeño
- b. Características de la población
- c. Factores económicos

- d. Competencia
- e. Nivel de saturación
- f. Características de la tienda

En la Figura 8 se relacionan el modelo de la evaluación realizada.

**Figura 8.**

*Modelo teórico: Criterios de selección de ubicación de tienda basados en el desempeño de la tienda.*



*Nota: (Turhan, Mehmet, y Cemal, 2013)*

La actualidad informática con las compras en línea afecta a todos los mercados incluidos los minoristas, necesitando generar una resiliencia adecuada que genere una previsión a largo plazo y una adecuada capacidad adaptativa (Singleton, Dolega, Riddlesden y Longley, 2016). por lo que se hace necesario evaluar la afectación realizada por este tipo de ventas ya sea para tomarla como competencia o como modelo a implementar para los mercados minoristas y productores agrícolas.

Como se ha indicado, debido a que se puede generar la necesidad de manipular una gran cantidad de información con un vínculo directo de los aspectos gráficos, es necesario que el

desarrollo se realice con equipos informáticos y modelos estadísticos de manejo de datos.

(Sáenz Saavedra, 1992)

Los componentes básicos de una herramienta SIG son:

- a) Equipos los hardware
- b) Componente operativo o software
- c) Base de datos
- d) Procedimientos
- e) Recursos humanos
- f) Subsistemas
- g) De entrada, de datos
- h) De almacenamiento
- i) De análisis y modelado

Es así como, con el avance de capacidad de almacenamiento y velocidad de procesamiento de los equipos de cómputo, de igual manera se han desarrollado avances tecnológicos en el campo de los sistemas de información geográficos con utilidades en varios campos con aplicaciones cómputo que se pueden encontrar de acceso libre o con licenciamiento pago.

#### **Programas de licenciamiento libre**

Los programas de licenciamiento libre son ampliamente utilizados por su condición gratuita, algunos de ellos tienen también la condición de código abierto que tienen un amplio uso con la característica de ser colaborativos, de tal manera que los usuarios pueden crear rutinas y procesos que alimentan el sistema y le permite tener usos específicos para cada necesidad.

#### *Quantum GIS*

Es el software GIS más ampliamente usado, también conocido como QGIS tuvo su origen en la necesidad de incorporar las herramientas SIG al sistema operativo libre LINUX.

Permitiendo usar y manipular datos espaciales en formatos ráster y vectoriales y ha tenido una amplia acogida por sus características completas y que puede integrar las utilidades de otros softwares de acceso libre como herramientas de QGIS.

#### *gv SIG*

Herramienta desarrollada por la comunidad valenciana para la gestión de su información Catastral, qvSIG se desarrolló en lenguaje de programación JAVA y permite la manipulación de los tipos de archivos básicos de SIG y puede interactuar con servidores remotos (Westermayer Fuentes, 2013).

#### *GRASS GIS*

GRASS, siglas que provienen de su nombre en inglés (Geographic Resources Analysis Support System) es un desarrollo de software geográfico desarrollado por el cuerpo de ingenieros de investigación de ingeniería de la construcción del ejército de los Estados Unidos, con el objeto de gestionar temas ambientales. Posteriormente se convirtió en acceso público y se amplió el uso a muchas entidades gubernamentales de varios países (MAPPING GIS, 2022).

#### *GOOGLE EARTH PRO*

Google Earth pro es un software gratuito más no de código abierto, de tal manera que se puede tener acceso sin coste alguno, sin embargo, no se pueden cambiar las características básicas de su programación. Es principalmente un visor con algunas herramientas que permiten realizar análisis multitemporales, medir distancias, crear polígonos e imágenes lineales que pueden exportarse a otros softwares GIS con funciones de edición.

Como una ventaja importante se tiene que cuenta con información actualizada, generalmente de menos de un año de captura de imágenes y cuenta con herramientas de visión en 3D que permiten conocer topografía regional, altura de edificaciones y características tridimensionales (MAPPING GIS, 2022).

#### *MARBLE*

Es una herramienta similar a un globo terráqueo que permite desplazarse y medir distancias y realizar cálculos geográficos.

Cuenta con una herramienta para dispositivos móviles llamado OpenStreetMap es un proyecto colaborativo en el que se alimenta una base de datos geográfica por parte de los usuarios permitiendo obtener detalle de lugares de interés, planificar destinos y acceder a información de cada lugar. (MARBLE.ORG, 2022)

#### **Programas de licenciamiento pago**

##### *Arc Gis*

Creado por la empresa ESRI, es el programa de licenciamiento ampliamente usado por comunidades académicas, institucionales y comerciales, cuenta con herramientas que permiten el análisis de variables gráficas en muchas áreas que cuenta su caja de herramientas preestablecida. Igualmente cuenta con la posibilidad de crear rutinas para obtener los resultados específicos en cuanto a análisis geográfico. La empresa ESRI adicional a la venta y asistencia en el software ArcGIS se ha involucrado con instituciones de varias índoles para realizar actividades de aplicación del software, lo que ha fortalecido la herramienta por su integración con las necesidades de los clientes.

##### *IDRISI GIS*

Este software tiene como finalidad el apoyo en toma de decisiones mediante el uso de herramientas en archivos ráster principalmente, con apoyos estadísticos y matemáticas que permiten realizar análisis multicriterio para un modelado adecuado de datos relacionados con la superficie y el entorno además de contar con una plataforma de entrenamiento para el uso adecuado del software (ESRI, 2022).

#### **Fuentes de información**

En la actualidad se cuenta con avances tecnológicos en el sector del mercadeo contando con una gama amplia de herramientas y de información base disponible que permitan tomar decisiones de la manera más adecuada (Zaim et al., 2019). Debido a que el análisis del

mercadeo requiere una amplia cantidad de datos y de caracterizaciones la calidad del resultado y del análisis dependen directamente de la calidad de datos obtenidos.

Para los análisis de la comercialización de productos del municipio de Anolaima se requieren datos sobre los cultivadores, sobre los sitios de venta y las formas de transporte y entrega.

En la Tabla 1 se relaciona la información oficial disponible en Colombia y que se pueden utilizar como insumo para realizar análisis geográficos y de geomarketing.

Tabla 1. Información oficial disponible

Entidad	Contenido	Enlace	Formato
INVÍAS	Información de redes viales de todo el territorio colombiano	<a href="https://invias.opendata.arcgis.com/search?tag=s:red%20nacional%20de%20carreteras">https://invias.opendata- invias.opendata.arcgis.com/search?tag= s:red%20nacional%20de%20carretera s</a>	.shp .kml .csv .GeoJSON
IGAC	Catastro: Base de datos catastral geográfica por departamento y municipio en zonas urbanas y rurales Agrología: Uso de suelo del territorio.	<a href="https://geoportailigac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia">https://geoportailigac.gov.co/contenido/ datos-abiertos-agrologia</a>	.shp Metadato
DATOS ABIERTOS (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2021)	Información a nivel de municipal y departamental de varios aspectos.	<a href="https://www.datos.gov.co/">https://www.datos.gov.co/</a>	.csv Mapas Gráficos .gdb Colección de datos
IDEAM	Información de aspectos ambientales a	<a href="http://www.ideam.gov.co">www.ideam.gov.co</a>	.shp metadatos Catálogo de objetos

Entidad	Contenido	Enlace	Formato
	diferentes escalas.		
DANE	Información de población a nivel nacional, regional y local	<a href="https://www.dane.gov.co/index.php">https://www.dane.gov.co/index.php</a>	Excel Gráficos

*Nota: Elaboración propia (2022).*

La página de datos abiertos de Colombia cuenta con 5560 datos provenientes de 909 entidades oficiales a nivel departamental y municipal, en archivos de varios tipos como bases de datos, mapas, imágenes, gráficos en las diferentes categorías como se relacionan en la Tabla 2 (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2022).

*Tabla 2 Categorías de información disponible en www.datos.gov.co*

• Agricultura y Desarrollo Rural	• Función Pública	• Participación ciudadana
• Ambiente y Desarrollo Sostenible	• Gastos Gubernamentales	• Presupuestos Gubernamentales
• Ciencia, Tecnología e Innovación	• Hacienda y Crédito Público	• Resultados Electorales
• Comercio, Industria y Turismo	• Inclusión Social y Reconciliación	• Seguridad y Defensa
• Cultura	• Justicia y Derecho	• Salud y Protección Social
• Deporte y Recreación	• Mapas Nacionales	• Trabajo
• Economía y Finanzas	• Minas y Energía	• Transporte
• Educación	• Ordenamiento Territorial	• Vivienda, Ciudad y Territorio
• Estadísticas Nacionales	• Organismos de Control	• Seguridad y Defensa

*Nota: Elaboración propia (2022).*

Se evidencia que se cuenta con una cantidad de datos a nivel regional y local que provee el estado y las instituciones públicas relacionados con el objeto de estudio de la presente propuesta. De acuerdo con las consultas realizadas y a la metodología propuesta se requiere obtener caracterizaciones puntuales e interés para la presente investigación, esta información se debe obtener de acuerdo con la calidad de datos obtenidos de fuentes oficiales para que sean compatibles para los análisis correspondientes.

#### **La importancia de los SIG en la agricultura**

La agricultura ha incrementado el uso de los sistemas de información geográfica con el aumento en la facilidad del uso de las herramientas geográficas, las cuales se han convertido en una herramienta que aumenta la calidad de la producción, la hace más eficiente y de esta manera se reducen costos y se aumenta la utilidad del productor.

Dentro de la agricultura de precisión es posible identificar cada una de las plantas y hacer seguimiento individualizado generando una base de datos asociada a la ubicación de cada planta y alimentada con cada característica del seguimiento de la planta.

Con ayuda de equipos complementarios como vehículos aéreos no tripulados se pueden realizar actividades de riego y aplicación de productos como fertilizantes, adicionalmente realizar administración y seguimiento mediante el uso y análisis de imágenes multiespectrales obteniendo como resultado un adecuado seguimiento del cultivo en donde se puede determinar curvas de crecimiento, cantidad de humedad o de clorofila, plagas y enfermedades en cada planta. (ESRI, 2022) aunado a lo anterior se cuenta con el uso de herramientas de minería de datos y teledetección para mejorar la toma de decisiones en el sector agrícola (Miller, McCarthy, & Zakzeski, 2009).

El uso en la agricultura de precisión con uso de los SIG se extiende por varias partes del mundo, por el continente africano (Fourie, 2009), China (Rabley & Yuen, 2022), Estados Unidos (Wyland, 2008) entre otros.

Adicional al uso directo de los cultivos, se cuenta con el uso de las herramientas de GIS para identificar productores, compradores, rutas de transporte más eficientes, lo que fortalece las actividades de administración y mercadeo agrícola.

### **Los Sistemas de coordenadas**

Un sistema de coordenadas es un mecanismo que se utiliza para la localización en el plano o en el espacio, teniendo como característica que esta localización es única para cada punto. Para localizaciones en la tierra se usan las coordenadas geográficas, que es un sistema esférico por la similitud con la forma de la tierra, sin embargo, presenta algunas dificultades en su implementación y uso, por lo que se han desarrollado modelos para localización para diferentes ámbitos y usos (Ibáñez Asensio et al.).

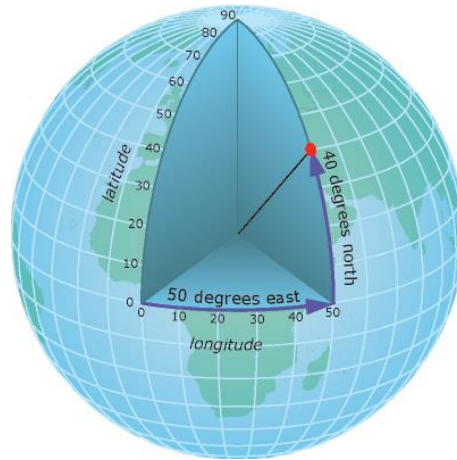
### **Coordenadas Geográficas**

Las coordenadas geográficas tienen la capacidad de localizar un punto en la superficie terrestre con coordenadas únicas para esa localización. Tiene como base el eje de rotación terrestre que inicia y termina en los polos terrestres, la circunferencia de la superficie de la tierra de mayor tamaño y perpendicular al eje de rotación se llama Ecuador, el cual divide a la tierra en los hemisferios norte y sur.

Las coordenadas geográficas (ver *Figura 9*) se basan en la intersección de circunferencias paralelas al Ecuador cuyo valor se llama latitud y el valor de una circunferencia que pase por los polos y por el punto localizado llamado longitud (Ibáñez Asensio et al.).

**Figura 9.**

*Coordenadas geográficas. Meridianos y paralelos. Longitud y Latitud*



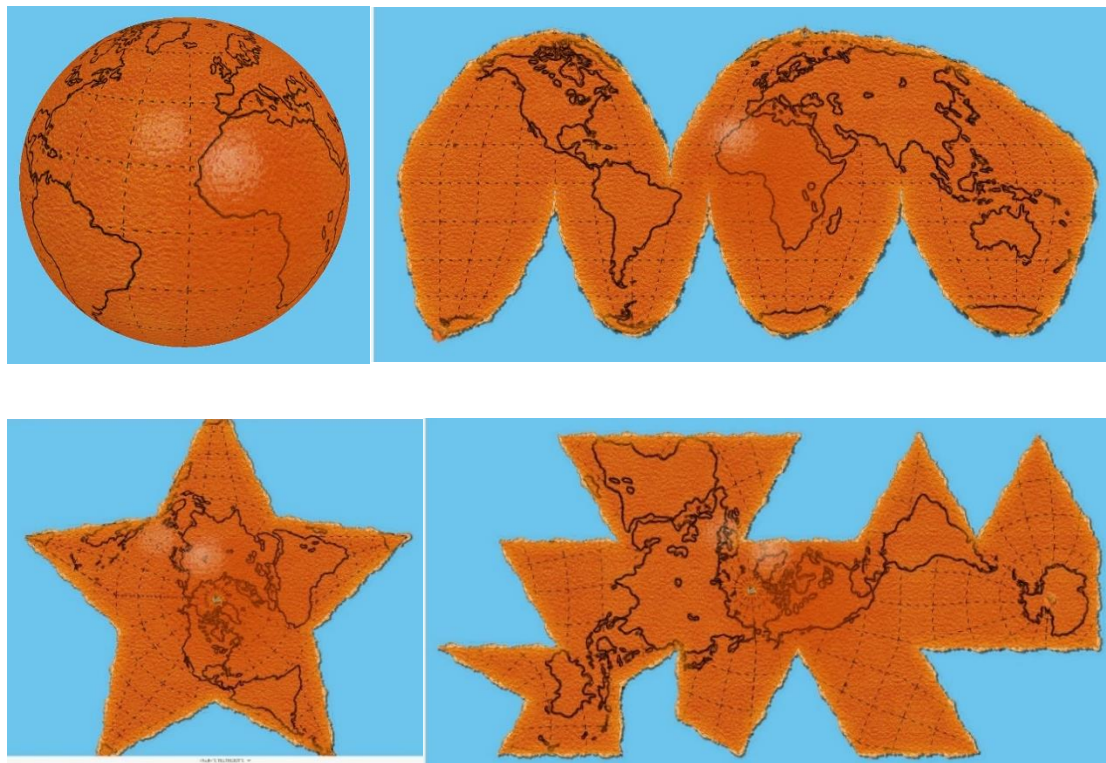
*Nota: tomado de (ESRI, 2022)*

### **Proyecciones de coordenadas**

Las coordenadas esféricas no son las más usadas debido a que es más habitual la representación de mapas y planos en superficies planas, pero la representación de la tierra en una superficie plana presenta dificultades que se demuestran en una analogía (ver *Figura 10*), con una cáscara de naranja (ESRI, 2022) en la que se dibujan los continentes en la superficie y después se pretende representarla en una superficie plana.

**Figura 10.**

*Analogía transformación de coordenadas*



*Nota: tomado de (ESRI, 2022)*

Lo anterior ha generado varios modelos de representación de la tierra en una superficie plana con base en modelos cilíndricos, cónicas tangentes, cónicas secantes, planares o polares (ESRI, 2022).

Para zonas cercanas al Ecuador como es el caso de Colombia se utilizan en mayor medida las proyecciones cilíndricas UTM y coordenadas locales.

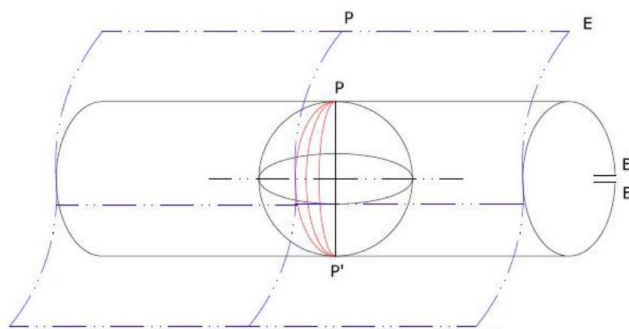
#### *Coordenadas UTM*

El sistema de coordenadas UTM viene del nombre **Universal Transverse Mercator**, es un sistema que proyecta la superficie de la tierra en un cilindro tangente al elipsoide terrestre (ver

Figura 11), de tal manera que se genera una representación bidimensional donde el Ecuador queda representado en una línea horizontal y los meridianos en líneas verticales.

Figura 11.

Elipsoide transformado en cilindro



Nota: tomado de (Ibáñez Asensio et al.)

La representación UTM es alfanumérica como se muestra en las Figura 12 y Figura 13, donde se puede observar que el territorio colombiano se encuentra en las zonas comprendidas entre las zonas 18 y 19 y M, N y P.

Figura 12.

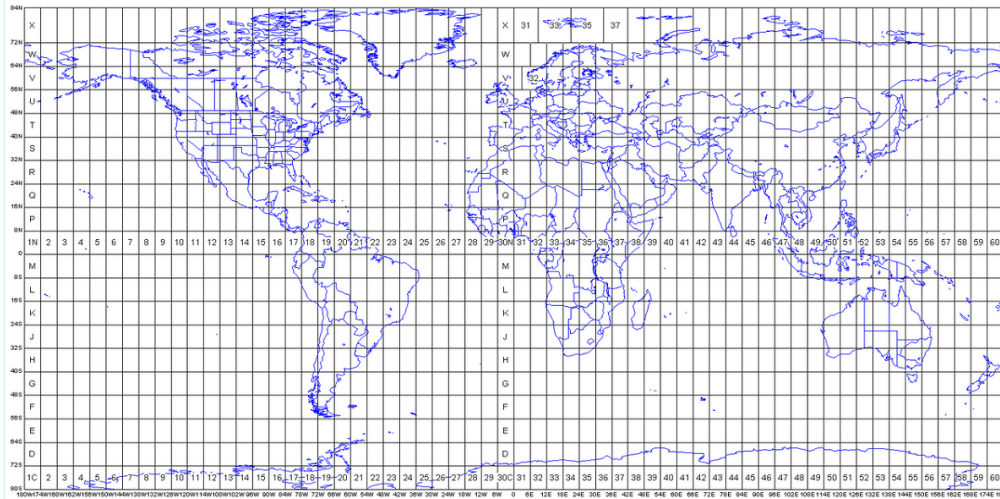
Coordenadas UTM de Colombia



Nota: tomado de (FRANCO, 2022)

Figura 13.

Representaciones coordenadas UTM



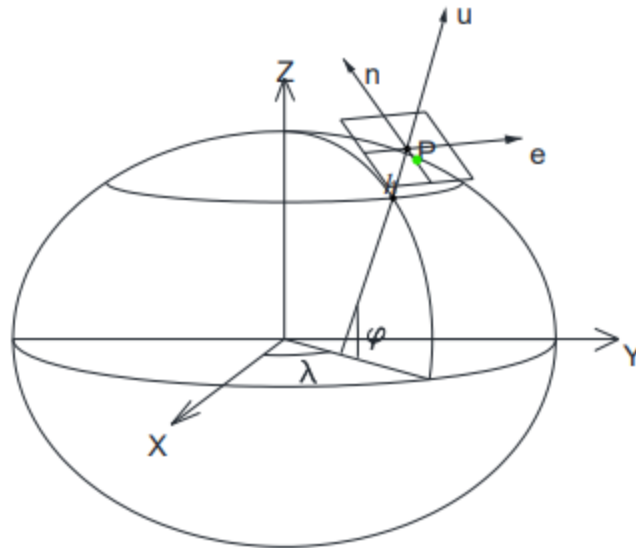
Nota: tomado de (Ibáñez Asensio et al.)

Coordenadas locales

Cuando se trabaja en zonas pequeñas, las coordenadas esféricas se asemejan a un sistema cartesiano (ver Figura 14), por lo tanto se han desarrollado cientos de sistemas de coordenadas planas que consiste en un plano utilizado para una región en particular, este sistema tiene como característica tener un origen con coordenadas 0,0,0 y a partir de este punto, en los cuatro sentidos se extiende en una magnitud del orden de 1 millón de metros, otra característica es que no requiere que el norte de la coordenada local coincida con el norte geodésico.

Figura 14.

*Sistema de coordenadas locales*



*Nota: Tomado de García-Asenjo, (2022)*

Este sistema es muy útil para trabajos de campo ya que la mayoría de las actividades de mediciones topográficas se realizan con herramientas que realizan mediciones horizontales y verticales sin tener en cuenta la curvatura terrestre.

#### **Sistemas de posicionamiento global GPS**

El sistema de posicionamiento global es un sistema de radionavegación continua y gratuita, el cual utiliza satélites que envían información de coordenadas de latitud, longitud y altitud y adicionalmente el tiempo.

Cualquier equipo que cuente con un receptor de GPS puede obtener las coordenadas del lugar donde se encuentre, este sistema se utiliza actualmente desde sistemas móviles de localización incluidos los teléfonos celulares hasta sistemas avanzados de navegación terrestre, marítima y aérea (GPS, 2022).

### Hipótesis

Teniendo en cuenta el alcance correlacional de la investigación, a continuación, se presentan tres hipótesis que orientan el trabajo de monografía a partir de explicaciones tentativas de la situación que se está analizando.

- Los productos cultivados en Anolaima tienen deficiencias en la comercialización debido a que no controlan el transporte.
- La comercialización de productos de Anolaima generará más utilidades si se realiza la venta directamente al vendedor final.
- Se puede generar un modelo basado en sistemas de información geográfica que brinde herramientas para tomar mejores decisiones de comercialización a los productores del municipio de Anolaima.

### Variables preliminares

Los modelos son ejercicios en campo que tienen como fin evaluar los resultados o escenarios previamente a la ejecución real de actividades, acciones, programas entre otros, con la ventaja de ser de bajo costo. La visión amplia de los modelos aborda diferentes ámbitos como la agricultura, el comercio, el clima e incluso la medicina y muchas otras más, que, apoyados en herramientas como los SIG, ayudan a mejorar escenarios, procesos y procedimientos, a partir de la información (a veces estadística) que estos proveen.

Por lo tanto, la visión en la que se fundamenta este trabajo es la de integrar elementos de atañen a las actividades comerciales de productos agrícolas con el escenario en el que se desarrollan estas actividades, es decir, analizar la forma como se lleva el intercambio comercial en Anolaima, y los factores más determinantes que impactan a estas actividades para lo cual la dimensión en la que se establece la investigación corresponde principalmente a la agricultura y el comercio, en ese orden, en la Tabla 3 se relacionan las variables a considerar.

Tabla 3. Definición conceptual y operación de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
Localización	Establecer una ubicación geográfica de los cultivadores de Anolaima.	Revisión en manual y con el apoyo de herramientas GIS para establecer la ubicación geográfica.
Clima	Conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar, Constituido por la cantidad y frecuencia de lluvias, la humedad, la temperatura, los vientos, entre otros elementos que determinen las condiciones climáticas.	Levantamiento de información en base de datos digitales de entidades oficiales encargadas de monitorear y generar pronóstico en tiempo real del clima, en el caso de Colombia es definido por el reporte periódico del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
Tipo de Cultivos	Son plantas que se pueden cosechar y generar productos agrícolas extensivamente con fines de lucro o de subsistencia	Levantamiento de información en sitio, a través de herramientas como entrevistas, inspección visual y consulta de fuentes de información de entidades relacionadas como Min Agricultura.
Periodos de siembra y cosecha	En agricultura la siembra es la actividad de colocar las semillas en el suelo para iniciar el proceso de cultivo y la cosecha se basa en la recolección de los frutos, semillas u hortalizas de los campos en la época del año en que están listos para el consumo.	Levantamiento y consulta de información en fuentes correspondiente como, IDEAM a través del boletín semanal para el sector agrícola.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
Cantidad de cosecha	Cantidad de productos agrícolas que se generan del proceso de siembra y que están en condiciones óptimas para el consumo y comercialización.	Levantamiento de información en campo, entrevistas a los cultivadores.
Precio de producción	Costos generados para la producción de productos agrícolas, incluye materia prima, semillas, fertilizantes, costos de mano de obra y maquinaria para las actividades de siembra y cosecha.	Consulta de información en base de datos digitales oficiales y directamente relacionadas con la definición de los precios de producción.
Distancias de recorridos	Intervalo en espacio o distancia desde dos puntos; en el caso de estudio se establece en la distancia de recorridos desde las fincas productoras del municipio de Anolaima y los municipios o ciudades cercanas con potencial para la comercialización de los productos agrícolas.	Levantamiento cartográfico del trazado de las vías.
Medio de transporte	Vehículos utilizados para el transporte de los productos agrícolas en el municipio de Anolaima.	Levantamiento información en campo, con inspección visual y entrevista a cultivadores y distribuidores.
Precio del combustible	Valor que reciben productos derivados del petróleo como la gasolina y ACPM, su precio depende del precio del petróleo, los costos de procesamiento y distribución, la demanda local, la	Reporte mensual de estructura de Precios de los Combustibles en las Principales Ciudades, generado por el sistema de información de petróleo y gas colombiano (SIPG)

Variable		Definición Conceptual	Definición Operacional
		fortaleza de la moneda local, los impuestos locales, y la disponibilidad de estaciones de servicio.	entidad adscrita al Ministerio de minas.
	Tiempo de recorrido	Cantidad de tiempo que requiere un medio de transporte para llevar los productos desde el sitio de producción y los lugares de venta.	Levantamiento cartográfico del trazado, estado y distancias de las vías.
	Localización de lugares de venta	Ubicación geográfica de los municipios cercanos, ciudades centrales, centros de abasto; donde se pueda comercializar los productos agrícolas.	Consulta documental, inspección en campo y validación de proyectos y acuerdos comerciales existentes en el sector.
	Precio de venta de productos	Valor que tienen los productos agrícolas en el mercado para el consumidor,	Consulta documental sobre entidades y factores que determinan el precio de venta de los productos.

*Nota: Elaborado por los autores (2022).*

### Metodología

La investigación se desarrolla dentro de un enfoque mixto en el cual se conjugan aspectos cualitativos y cuantitativos que ayuden a la comprensión intersubjetiva para que así de esta forma acercarse al entorno que se pretende investigar. Es así como este diseño metodológico proviene de la información que se logre captar en campo a través de encuestas e información secundaria que apoyen el desarrollo de este modelo. Por lo tanto, en la Tabla 4 se relaciona el diseño metodológico que corresponde a esta investigación determinado por etapas, objetivos específicos, métodos, herramientas, acciones y resultados esperados.

Tabla 4. Diseño metodológico

<b>Metodología</b>					
Desarrollar un modelo a través de un Sistema de Información Geográfica-SIG que ayude a superar la dificultad que tienen los campesinos de Anolaima para comercializar sus productos agrícolas.					
<b>Etapas</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Métodos</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Acciones</b>	<b>Resultados esperados</b>
Etapas 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterizar la población campesina de Andaima de acuerdo con su actividad económica.</li> </ul>	Apropiación conceptual	Bases de datos digitales	Desarrollar el contexto histórico de la situación del campo en Andaima y los problemas que más impactan en el desarrollo del comercio agrícola.	Identificar los factores más preponderantes que impactan en el comercio agrícola según las fuentes secundarias.
		Levantamiento de información en campo	Encuesta	Aplicar las encuestas a un grupo significativo de pobladores para abstraer la información suficiente que requiere el desarrollo del modelo	Podrá validar la información inicial y además robustecerla con los hallazgos de las encuestas.

<b>Metodología</b>					
Desarrollar un modelo a través de un Sistema de Información Geográfica-SIG que ayude a superar la dificultad que tienen los campesinos de Anolaima para comercializar sus productos agrícolas.					
<b>Etapas</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Métodos</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Acciones</b>	<b>Resultados esperados</b>
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las alternativas viables y de transporte habilitadas y disponibles para la comercialización de los productos.</li> </ul>	Levantamiento cartográfico del trazado de las vías	ArcGIS, QGIS	Una vez la información haya sido colectada y clasificada, se proceda a revisar cual es la dispersión de los diferentes grupos de población objetivo para elaborar el trazado de las vías que conecten con los centros poblados.	Identificar las alternativas más convenientes en materia de transporte de productos agrícolas de acuerdo con los factores que inciden en el comercio.
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examinar cuales son los programas de políticas públicas disponibles que favorezcan el intercambio comercial de los</li> </ul>	Revisión documental	Planes y programas del gobierno nacional, departamental y local	Clasificar aquellas alternativas propuestas desde las entidades territoriales departamentales o nacionales que	Contar con propuestas que ayuden a dirigir el desarrollo del modelo con base a las planes y

<b>Metodología</b>					
Desarrollar un modelo a través de un Sistema de Información Geográfica-SIG que ayude a superar la dificultad que tienen los campesinos de Anolaima para comercializar sus productos agrícolas.					
<b>Etapas</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Métodos</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Acciones</b>	<b>Resultados esperados</b>
	campesinos usuarios a nivel local.			pueden erradicarse en el desarrollo del modelo.	programas de las autoridades
		Inspección	Listas de chequeo	Revisar los diferentes avances que se han hecho por parte de las autoridades alineados con el mejoramiento del intercambio comercial de los productos agrícolas.	Encontrar información cuantificada de acciones de mejoramiento para el intercambio comercial de productos agrícolas en el municipio
Etapa 4	• Determinar los elementos o factores clave para la elaboración del modelo de	Análisis cuantitativo	Gráficas, tablas, datos estadísticos	Clasificar la información recolectada, para cuantificar los datos	Definir las variables que afectan el modelo teniendo en

<b>Metodología</b>					
Desarrollar un modelo a través de un Sistema de Información Geográfica-SIG que ayude a superar la dificultad que tienen los campesinos de Anolaima para comercializar sus productos agrícolas.					
<b>Etapas</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Métodos</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Acciones</b>	<b>Resultados esperados</b>
	comercialización de productos agrícolas de Anolaima.			apoyados por las distintas fuentes.	cuenta las restricciones que puedan existir con los SIG
Etapas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar un modelo a partir de la información coleccionada que se integre a los SIG.</li> </ul>	Definición del sistema	Listado de variables que influyen en el modelo	Identificar las etapas del proceso que participan activamente del sistema y afectan el modelo.	Un modelo a partir de un Sistema de Información Geográfica que ayude a superar la dificultad que tienen los campesinos de Anolaima para comercializar sus
		Formulación Conceptual del modelo	Diagramas de flujo	Diseñar mediante diagramas de flujo o de procesos, el orden lógico del sistema que se pretende simular	

<b>Metodología</b>					
Desarrollar un modelo a través de un Sistema de Información Geográfica-SIG que ayude a superar la dificultad que tienen los campesinos de Anolaima para comercializar sus productos agrícolas.					
<b>Etapas</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Métodos</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Acciones</b>	<b>Resultados esperados</b>
		Diseño preliminar del experimento	Variables de entrada y variables de salida	Adoptar las variables identificadas anteriormente en la fase de definición del sistema para establecer cuáles serían las variables de entrada del proceso y cuáles serían las variables de salida, así como su interacción en el sistema.	productos agrícolas.

*Nota: Elaborado por los autores (2022)*

De esta manera, el diseño metodológico equipara los dos enfoques (cualitativo y cuantitativo) debido a la interrelación que tienen para la construcción del modelo, el primer enfoque lo hace abordando la visión de la población que se desea estudiar, para que desde esa mirada se puedan conseguir aquellos datos que proveerán las variables que integran el modelo, al tiempo que desde los datos secundarios se podrá recopilar información cuantificable que aporte sustento a las variables primarias anteriores.

#### **Alcance de la investigación**

El alcance de esta investigación es *correlacional*, puesto que se pretende responder inquietudes concernientes con la adopción de nuevas tecnologías informáticas como los SIG y entender como estos podrían mejorar las actividades de intercambio comercial de productos agrícolas. Por tanto, el reconocimiento y la definición de las variables que integran el modelo, apoyarán la *correlación* del alcance de la investigación, en busca de predecir y aportar las alternativas que favorezcan al comercio de los productos agrícolas, a través de un resultado representado por variables de salida las cuales serían precisamente dichas alternativas.

#### **Población muestra**

Para el desarrollo de la investigación se define un tamaño de muestra representativa por conveniencia con la que se busca hacer la captura de información relacionada con la naturaleza del modelo teniendo en cuenta las *Variables preliminares* para dar cumplimiento al objetivo de la investigación. Con base en la localización de la muestra en el municipio de Anolaima, se tiene como punto de partida una población de 11.894 habitantes de acuerdo con el último Censo de 2018 (Alcaldía de Anolaima, 2022), partiendo de esta base poblacional, el equipo de investigación define un muestreo no probabilístico por conveniencia orientado a los cultivadores y/o población campesina a fin de describir y cuantificar aquellos elementos constitutivos en las variables de entrada del

modelo desde el enfoque categorial de los cultivadores. Entendiendo que no todos los habitantes del municipio se dedican a las actividades requeridas en la investigación, se opta por establecer como criterio muestral las propiedades ubicadas en la zona rural del municipio, entendidas como fincas productivas, para lo cual se tiene una población de 2395 viviendas. Este criterio a pesar de que es más favorable para la recolección de los datos comparado con el criterio de habitantes sigue aportando un tamaño de muestra amplio que dificultaría la fase de levamiento de la información.

Por tanto, de acuerdo con el paradigma de la investigación, no se requiere de una representatividad de elementos de una población, sino de unas características específicas (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2014) que respondan a los criterios de elección de variables de entrada, es decir, información que logre cumplir con las condiciones de entrada del modelo como variables independientes, desde el enfoque de los cultivadores (ver Tabla 5), por lo anterior, para efectos de esta investigación, la encuesta se aplicará a la totalidad de los cultivadores de las veredas San Agustín, Santa Barbara y Mesitas de caballero donde hay 50 fincas, cuyas particularidades como fincas productivas cumplen con los criterios y especificaciones requeridos para el modelo.

Tabla 5. Características de la muestra

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
<i>Periodo de recolección de datos</i>	Prim er semestre de 2023
<i>Ciudad de aplicación</i>	Anolaima, Cundinamarca
<i>Lugar de aplicación</i>	Veredas San Agustín, Santa Barbara y Mesitas de caballero.
<i>Actividad económica de las personas encuestadas</i>	Cultivadores y productores agrícolas
<i>Población</i>	2395 viviendas/fincas

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
<i>Muestra</i>	50 viviendas/fincas
<i>Medio de recolección</i>	Encuesta dirigida

*Nota: Elaborado por los autores (2023)*

### **Instrumento**

De acuerdo con el diseño de la investigación y la muestra seleccionada, se elabora un instrumento de recolección de datos ajustado con el problema de la investigación, el cual opera como herramienta para la captura de información relevante como variables de entrada del modelo. Esta información tiene relación con las Variables preliminares antes definidas, y con los atributos de la población de muestreo, atendiendo principalmente a la metodología general de la Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (DANE, 2019), insumo a través del cual se toman decisiones desde el orden nacional hasta el institucional y por los diferentes entes públicos y privados para investigación académica, aportando datos para el cálculo de indicadores, y reportes para el seguimiento y fortalecimiento de políticas y planes agropecuarios del país y las regiones entre otros aspectos (DANE, 2019).

El instrumento de captura de información está compuesto por cuatro apartados que corresponden a las variables preliminares como son: Identificación y localización, Producción agrícola, Comercialización, y Transporte, todo esto en un formato de encuesta que sigue la metodología DANE conformado por veintisiete preguntas abiertas y cerradas de enfoque mixto, con la que se caracterizará a la población muestra según sus actividades económicas. De acuerdo con lo anterior, a continuación, se detalla cada una de las variables preliminares de la encuesta.

➤ **Identificación y localización**

Corresponden a los datos de control de la encuesta, la cual permite distinguir una de la otra, diligenciando solo la información pertinente de las personas relacionadas con la actividad económica, así mismo, este capítulo lo complementa la información de localización geográfica única para cada una de las muestras.

➤ **Producción agrícola**

En este capítulo se busca caracterizar los cultivos y su producción, cuya idea es la de determinar cuáles son los tipos existente en la zona, su producción, y su ciclo de siembra y cosecha con relación a las áreas cultivadas.

➤ **Comercialización**

La comercialización, proporciona información importante para los datos de entrada del modelo, en este capítulo podemos distinguir, por ejemplo, en que se destina la cosecha, donde se venden los productos agrícolas y cuáles son los principales clientes y compradores.

➤ **Transporte**

En el capítulo de transporte se quiere lograr entender como son las relaciones de intercambio económico entre los productores y los transportadores, a fin de mejorar las interacciones comerciales para ambos individuos. En este capítulo, se desea conocer donde se ubican los clientes, cuanto es el tiempo que demora el transporte de los productos hasta llegar a ese cliente, cuanto es la distancia de recorrido, los tipos de vehículos que se emplean para mover los productos agrícolas y el precio de transportar las mercancías hasta el destino final (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** A).

**Validación**

Como parte del aseguramiento de la calidad de la información que se busca conocer para la investigación, a través del diseño del instrumento de recolección tipo encuesta se opta por someter su pertinencia y relevancia (de la encuesta) a una validación utilizando la metodología V de Aiken (Rodríguez Cordón, 2022), la cual mide el grado en que los ítems que se definen en el instrumento tienen la pertinencia que se requiere para la investigación de la siguiente manera.

- I. Se selecciona un grupo de cinco expertos (ver Tabla 6) en el tema de la investigación, a quienes se les comparte una plantilla de valoración en la cual deben determinar si están de acuerdo (valor =1) o en desacuerdo (valor =0) con el grado de claridad, relevancia y pertinencia de las preguntas de la encuesta asociadas a las variables del estudio.

Tabla 6. Caracterización de expertos para la evaluación de V de Aiken

<i>Nombre</i>	<i>Profesión</i>	<i>Experiencia</i>	<i>Cargo</i>
Carolina Mejía	PhD. Tecnología.	17 años	Docente investigadora – universidad EAN
Walt Fred Sánchez	Geógrafo	9 años	GIS Asset Analyst
Pablo Emilio Bonilla	Ingeniero Ambiental	18 años	Docente titular Universidad de Cundinamarca
Jorge René Silva Larrotta	Ingeniero Mecánico	17 años	Decano académico de la universidad Santo Tomás
Ingrid Alexandra Rivera Díaz	Ingeniera Agrícola /Magister Ciencias Agrarias	13 años	Ingeniera agrícola, Docente Suelos y Geología. U. Libre

Nota: Elaborado por los autores (2022)

- II. Para la evaluación de los expertos, cada uno revisó las principales categorías de la encuesta que agrupan los capítulos correspondientes a Localización, Producción, Comercialización, y Transporte; enfocándose en la coherencia y pertinencia de los criterios de la encuesta con relación a las variables
- III. A través de esta herramienta metodológica de evaluación y análisis de los instrumentos metodológicos de la investigación (en este caso la encuesta) por parte de un panel de expertos se tomaron las acciones de mejora y las recomendaciones consignadas a modo de observación
- IV. Para una mejor claridad en el ejercicio de evaluación, los expertos también revisaron la base metodológica que sustenta la encuesta, la cual proviene del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, a través de su Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA.

➤ **Resultados y Análisis.**

De acuerdo con los resultados menos favorables de la evaluación empleando la metodología de V de Aiken en la Tabla 7 se relaciona el análisis de los resultados

Tabla 7. Análisis de resultados V Aiken

N°	Pregunta	Resultado	Análisis de resultados
1.8	e-mail	0.8	Los evaluadores 4 y 5 consideran que esta información es irrelevante para la investigación.
1.9	¿Cuál es la unidad de medida de la Unidad productiva o el área de explotación agrícola?	0.73	Con excepción del evaluador 2, los demás evaluadores consideran que la pregunta no es clara para ellos, sin embargo, aclaran que, de acuerdo con el conocimiento en el tema por parte de los investigadores, podría ser apropiada siempre y cuando el encuestado sí la interprete.
1.10	¿Cuál es el área de la Unidad productiva?	0.93	Para el evaluador 4, la pregunta no presenta claridad con respecto a la información que se pretende consultar
2.2	Nombre o variedad* del cultivo	0.73	Con excepción del evaluador 5, para los demás evaluadores la pregunta no es

N°	Pregunta	Resultado	Análisis de resultados
			clara, argumentan que no poseen el conocimiento de todas las variedades de cultivos, y por tanto consideran pertinente definir las de algún modo en la encuesta.
2.3	Periodo de siembra	0.87	El evaluador 1, recomienda aclarar la estimación temporal del periodo de siembra (semanas, meses, trimestre, semestre)
2.4	¿Cuánto fue el área cultivada?	0.93	Para el evaluador 1, la pregunta no muestra claridad
2.5	¿Cuánto fue el área que se cosechó?	0.87	Para el evaluador 1, la pregunta no es precisa en afirmar si hace referencia a una medida
4.5	Precio de transporte por unidad (miles)	0.87	Para el evaluador 1 y el evaluador 5, la pregunta no es clara en la medida de que no se define la moneda de cambio para el precio.

*Nota: Elaborado por los autores (2022)*

A continuación, en la Tabla 8 se presenta la evaluación completa empleando la metodología V de Aiken y los resultados a cada una de las preguntas por parte del panel de expertos seleccionado.

Tabla 8. Validación instrumento de medición V de Aiken

**VALIDACIÓN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN - V  
DE AIKEN**

**Modelo para comercialización de productos agrícolas en el municipio de Anolaima mediante Sistemas de Información Geográfica**

<b>Nombre del Evaluador:</b>	<b>Cargo del evaluador:</b>	<b>Fecha de aplicación:</b> 16/05/2022
<p><b>INSTRUCCIONES:</b> Para validar el instrumento requerido en el presente estudio, se han identificado una serie de variables y un grupo preguntas que las describen. Califique cada una de las preguntas formuladas siendo <b>1</b> totalmente de acuerdo y <b>0</b> totalmente en desacuerdo, con relación a su grado de claridad, pertinencia y relevancia. Por favor tenga en cuenta las siguientes definiciones:</p> <p>Claridad: la pregunta está correctamente redactada y es fácil de comprender por el evaluador. Pertinencia: la pregunta permite medir con precisión la variable identificada.</p> <p>Relevancia: se evidencia un enfoque teórico adecuado en la redacción de la pregunta.</p>		



4. TRANSPORTE		EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3	EVALUADOR 4	EVALUADOR 5	V DE AIKEN
4.1	¿Dónde se encuentra ubicado el cliente principal? (ciudad o municipio)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4.2	¿Cuánto es el tiempo de recorrido hasta donde el cliente principal?	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4.3	¿A que distancia se encuentra el cliente principal?	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4.4	Tipo de transporte	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4.5	Precio de transporte por unidad (miles)	0,67	1,00	1,00	1,00	0,67	0,87

Nota: Elaborado por los autores, 2023

#### ➤ Actualización y Mejoramiento Del Instrumento

Con base en las recomendaciones y observaciones de los expertos, se procede a realizar una serie de ajustes en aquellas preguntas cuyo resultado fue menor que uno ( $\text{valor} < 1$ ), los cuales consisten en:

1. Se determina múltiples opciones con única respuesta a la pregunta asociada con la unidad de medida de la unidad productiva o el área de explotación agrícola (pregunta 1.9)
2. Para la pregunta 1.10, se define un valor nominal asociado a la respuesta de la pregunta anterior, por ejemplo, si la unidad de medida seleccionada en la pregunta anterior fue "hectáreas" la respuesta a esta pregunta debería consistir en un valor que identifique la cantidad de hectáreas.
3. De acuerdo con las sugerencias de los evaluadores, a la pregunta *¿nombre o variedad del cultivo?*, se presenta una lista de variedades en la encuesta los cuales vienen definidos por el DANE a través de la ENA.
4. Para la pregunta 2.3 que hace referencia a los periodos de siembra, se especifica dentro de la encuesta que la respuesta correspondería a periodos trimestrales.
5. A la pregunta 2.4 que se refiere al área cultivada, la respuesta es un valor nominal que va ligado a la unidad de medida definida en la pregunta 1.9

6. Al igual que la anterior, la respuesta a la *pregunta 2.5* será un valor nominal que define el área cosechada en la unidad de medida trabajada en toda la encuesta en la *pregunta 1.9*.
7. A la pregunta relacionada con el precio del servicio de transporte por unidad de medida de la cosecha, hace referencia al valor en pesos COP que correlaciona el valor del transporte de la *pregunta 2.7* por ejemplo, cuanto valdría transportar un bulto de papa desde la finca que se está encuestando hasta el (los) cliente(s) final(es), definidos en la *pregunta 3.4*.

De acuerdo con lo anterior, en el Anexo A, se encuentra el instrumento definitivo de recolección de datos en formato de impresión, actualizado según lo descrito en el título  del presente documento.

#### **Trabajo de campo**

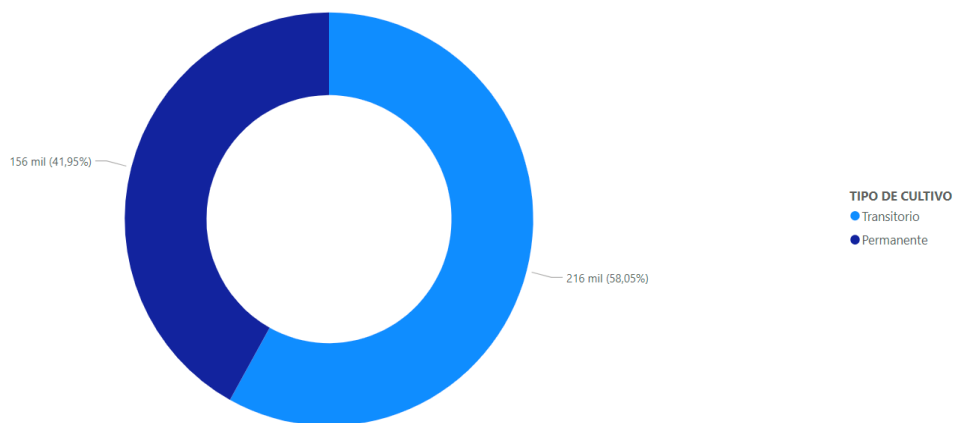
Con base en el formato de encuesta diseñada para el levantamiento de la información requerida para el diseño del modelo, se encuestaron a los productores agrícolas de las veredas de San Agustín, Santa Barbara y Mesitas de Caballero en cincuenta fincas. Esta actividad se llevó a cabo entre los días 2 al 17 de abril del año 2023, teniendo en cuenta la metodología de la Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA, diseñada por el DANE. Así mismo, la información fue recolectada personalmente usando la herramienta de *ARGIS SURVEY* a través de dispositivos *smartphone*, el cual permite un despliegue rápido y conciso de las preguntas de la encuesta. Finalmente, los resultados obtenidos son validados y depurados antes de realizar el análisis estadístico para identificar y ajustar los posibles errores de digitación o valores atípicos que no pertenecen a las condiciones reales de la encuesta.

**Procesamiento de los datos**

Los datos de salida de la encuesta fueron depurados y validados, se presentan a continuación los resultados estadísticos, los cuales se procesaron a través de la herramienta de Power BI en nueve gráficas que muestran las salidas estadísticas de los datos. Como primer análisis de los resultados de la encuesta se encontró que en la región hay presencia tanto de cultivos transitorios y permanentes (ver Figura 15), se tiene que el 58.05% (o sea 216 mil m<sup>2</sup>) de los cultivos son transitorios y el 41.95% son permanentes, es decir (156 mil m<sup>2</sup>).

**Figura 15.**

*Porcentaje de producción por tipos de cultivo*



*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

Para continuar con el análisis de los resultados y como se relaciona en la Tabla 9, se identificaron por su tipo una gran variedad de cultivos.

*Tabla 9. Tipos de cultivos*

<i>Cultivos Transitorios</i>		<i>Cultivos permanentes</i>	
habichuela	fríjol	naranja	mandarina

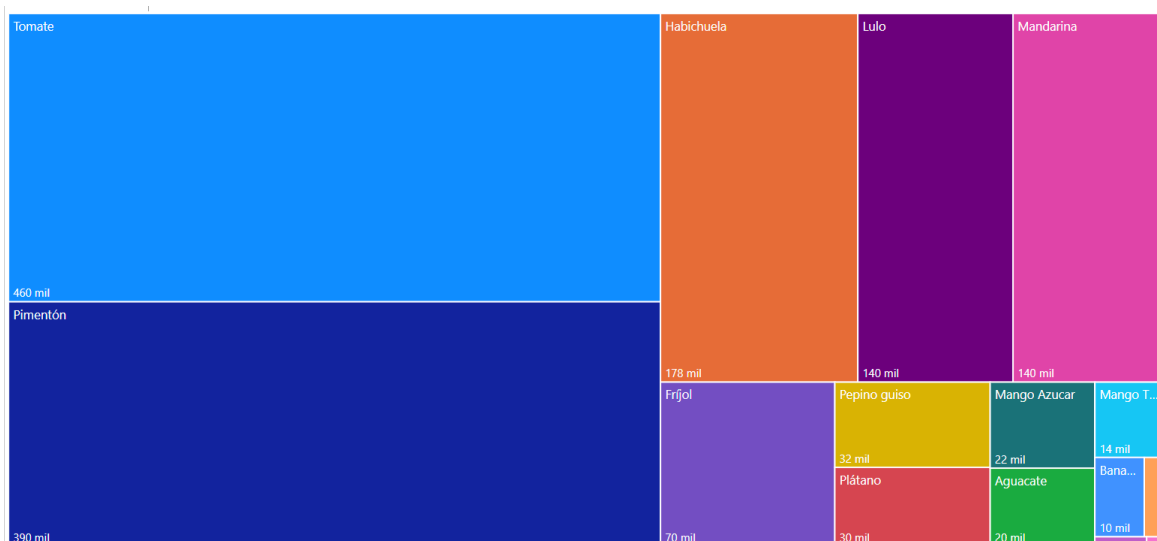
Arveja	Pepino	Pimentón	mango tom y
maíz forrajero		aguacate	plátano
tomate		lulo	mango azúcar
pimentón		banano	

Nota: Elaborado por los autores, 2023

Los resultados de la producción de cultivos que se muestran en la Figura 16, donde hay seis principales cultivos que se producen en la región, se puede evidenciar que el tomate es el cultivo con mayores rendimientos, con una producción de 460 mil kg, seguido por el pimentón con 390 mil kg, la habichuela 178 mil kg, el lulo y la mandarina con 140 mil kg y finalmente el frijol con 70 mil kg. No obstante, el cultivo con los menores rendimientos fueron la arveja con una producción de 1200 kg, y el maíz forrajero con 500 kg, este último si bien no se cultiva técnicamente, la producción se puede deber a factores espontáneos.

Figura 16.

Producción en kg por variedad de productos



Nota: Elaborado por los autores, 2023

Los datos relacionados en la Figura 17. muestra la producción de cultivos con relación a la unidad de medida a la venta, esto significa que para los seis cultivos principales se produjeron 32,4 mil Kg de pepino, 18,4 mil canastillas de tomate, 15,6 mil canastillas de pimentón, 5,6 mil canastillas de lulo, y 3,6 bultos de habichuela. Para efectos de conversión en unidades de Kg. Se tiene que:

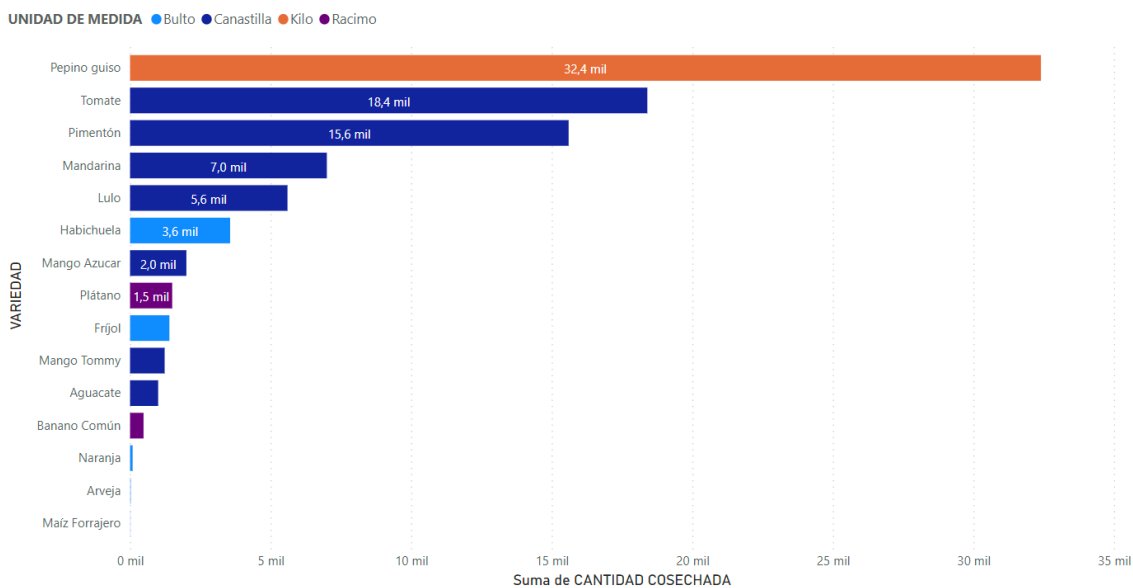
➤ *Canastilla* = 25 Kg

➤ *Bulto* = 60 Kg

La canastilla de mango por efectos de las características del producto el peso promedio es de 11 Kg.

**Figura 17.**

*Cantidad cosechada en unidad de medida por variedad de productos*

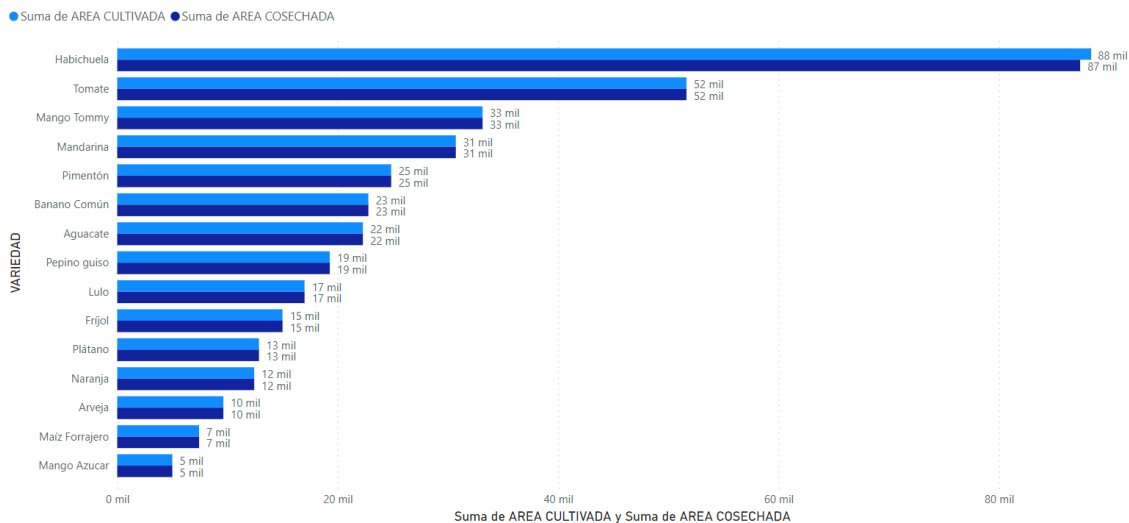


*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

La Figura 18, compara el área cultivada y el área cosechada. Para efectos de análisis, los cultivos tuvieron un rendimiento del 100%, esto significa que se cosechó en toda la extensión del cultivo a excepción del cultivo de habichuela, cuyo rendimiento fue del 98%.

**Figura 18.**

*Comparación entre el área cultivada y el área cosechada por variedad de productos*

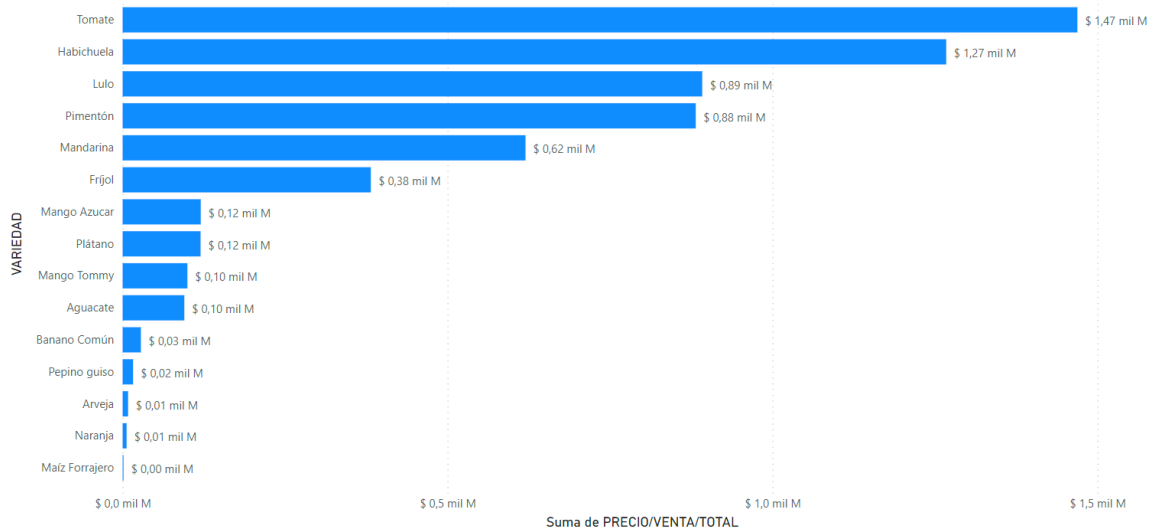


*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

En la *Figura 19* se relaciona el precio final de venta donde se concluye que producto con mejores cotizaciones en el mercado para la venta es el tomate, cuyo precio en lista es de \$1.47 mil millones de pesos, lo que equivale a un precio a la venta promedio por canastilla de entre \$70 mil y \$140 mil pesos. Por el contrario, el producto con menor cotización en el mercado es el pepino guiso, el cual se vende en promedio de \$ 500 pesos el kilogramo. Dada las condiciones del mercado, y la resistencia de los cultivos, el precio en lista varía dependiendo de los factores naturales del cultivo y los factores económicos del mercado como por ejemplo la inflación.

Figura 19.

Precio final de la venta por variedad de producto

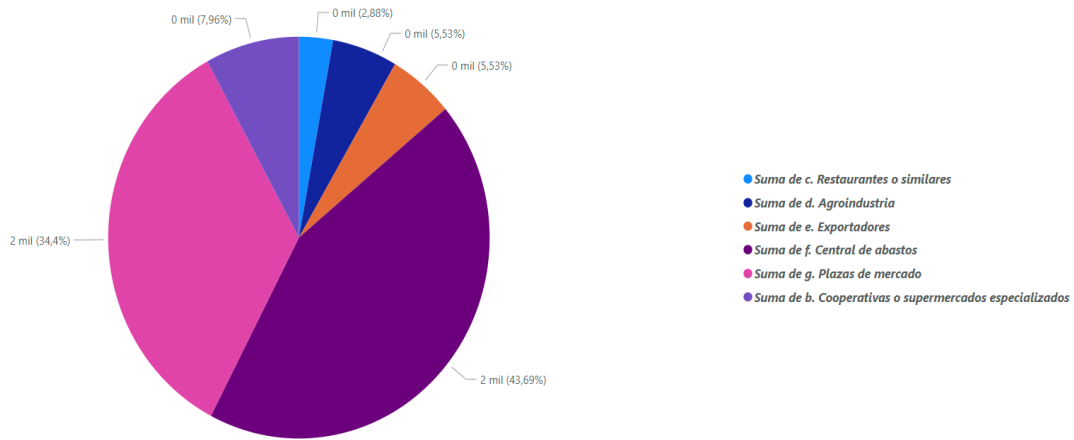


Nota: Elaborado por los autores, 2023

De acuerdo con la Figura 20, el 43.69% de los productos se venden en centrales de abastos, principalmente de la ciudad de Bogotá, el 34.4% de los productos se venden en plazas de mercados de municipios circunvecinos y el 7.98% de los productos se venden en cooperativas dedicadas a esta actividad.

**Figura 20.**

*Porcentaje de venta y clientes de los productos agrícolas*

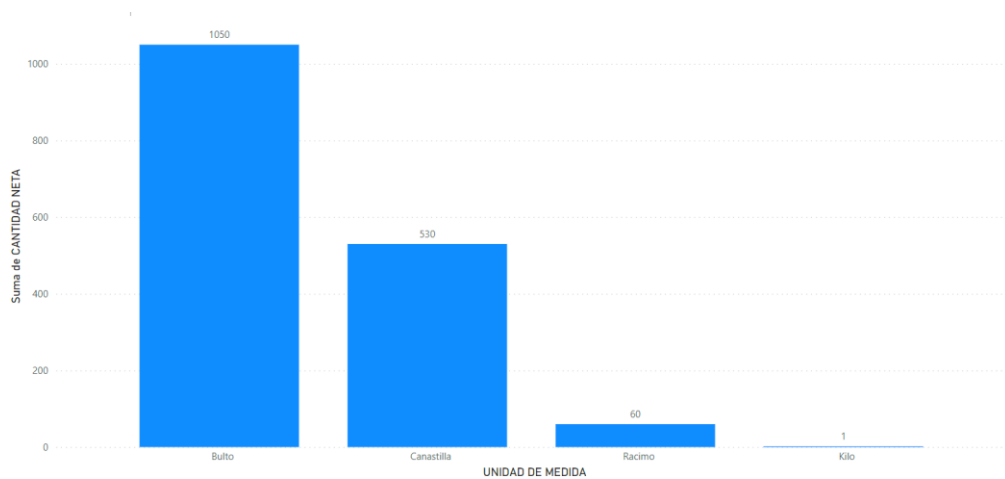


*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

A grandes rasgos en la *Figura 21*, se establece las cantidades productivas por unidad de medida, donde la producción de cultivos se da mayoritariamente en bultos de 50 Kg, con una cantidad neta de 1050 bultos, seguido por canastillas de 25 Kg con una cantidad neta de 530 y racimos de plátano y banano común con 60.

**Figura 21.**

*Cantidades producidas por unidad de medida*

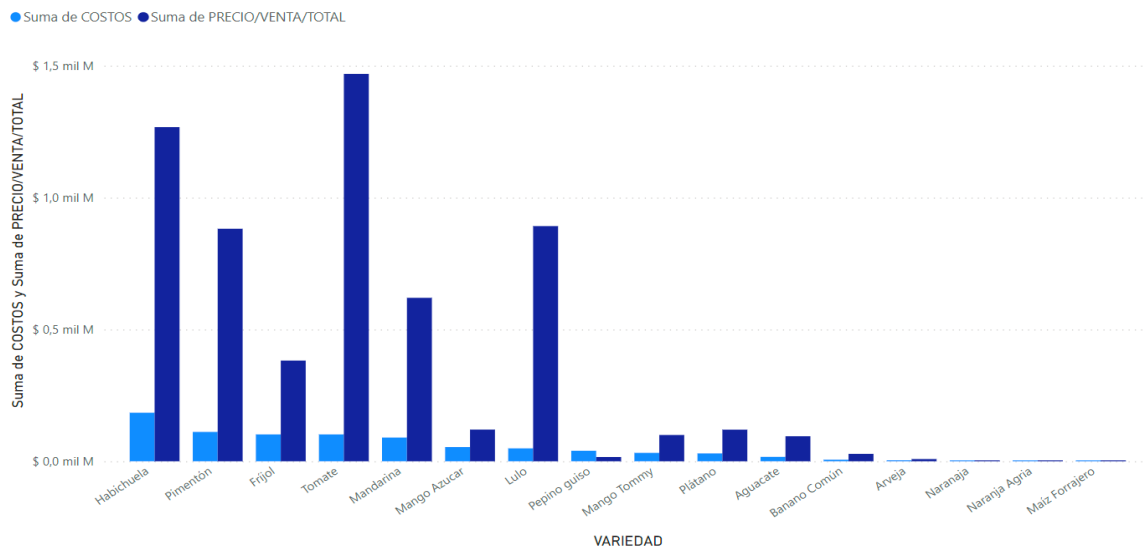


*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

Finalmente, en la *Figura 22* se concluye que el producto más rentable en comparación a los costos de producción es el tomate con un porcentaje de ganancia cercano al 1000%, seguido de la habichuela y el pimentón con porcentajes cercanos a 800%. Importante mencionar, que la rentabilidad de los productos depende de factores asociados a la técnica del cultivo, la tecnología empleada y la capacidad instalada de los agricultores, ya que estos se producen en condiciones de ambiente controlado.

**Figura 22.**

*Comparación entre los costos de producción y los precios de venta*



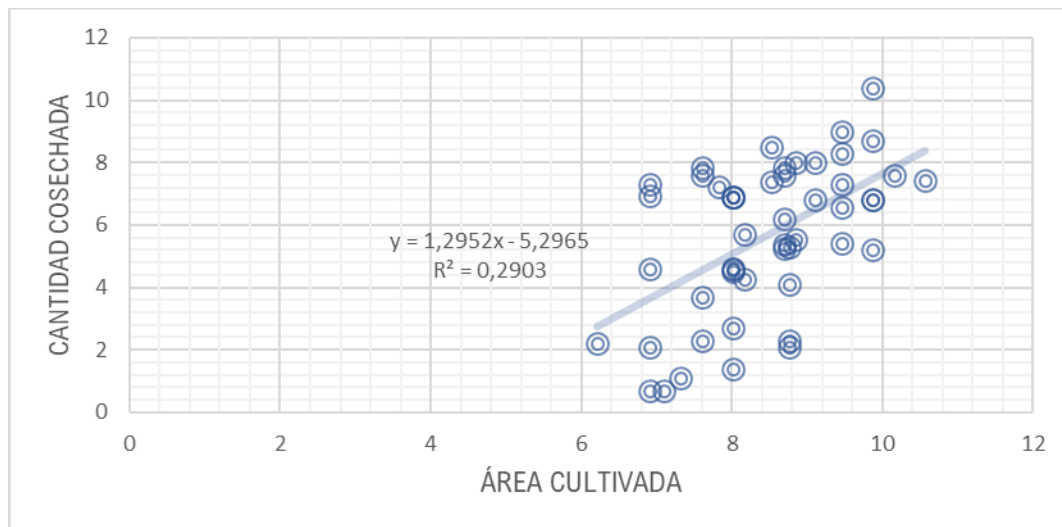
*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

De acuerdo con el análisis de resultados de las variables realizado anteriormente, se desarrolla ahora un análisis de correlación de variables entre las cuales se estudian las relaciones estadísticas entre el área cultivada, el área cosechada, la cantidad cosechada, los costos del cultivo, y el precio de venta final. Para el desarrollo de este análisis, se empleó la aplicación de Excel y a partir de un modelo de regresión lineal usando el logaritmo natural a fin de eliminar los efectos de las unidades de las diferentes variables analizadas.

Analizando la Figura 23 se observa que las variables analizadas muestran la existencia de una leve relación positiva entre el área cultivada y la cantidad cosechada. El resultado de  $R^2 = 0.29$  indica que el 29% de la variación de los datos se puede explicar con la ecuación de la forma  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2 \dots b_n$  (Krajwesky, Ritzman, & Malhotra, 2013), esto significa que la relación de la variación entre los datos analizados es débil, lo cual quiere decir que más del 70% de los datos no se pueden explicar a partir de la ecuación de la regresión.

Figura 23.

Correlación lineal entre el área cultivada y la cantidad cosechada



Nota: Elaborado por los autores, 2023

Teniendo en cuenta la gráfica de regresión (Figura 23) entre la *cantidad cosechada* y el *área cultivada* dado a la aleatoriedad de los registros, se tiene que el *error típico* con un nivel de confianza del 95% de la línea de regresión es de  $\pm 2.0556$ , por tanto, los valores promedios de cantidad cosechada estarán dados por la ecuación de la recta  $y \pm 2.0556 = x + b$ .

Para complementar el análisis anterior, en la **Tabla 10**. Matriz de correlación entre las variables asociadas al área cultivada y el área cosechada se muestra la matriz de correlación de las variables analizadas que de acuerdo con los resultados, reflejan una relación positiva muy fuerte entre el área cultivada versus el área cosechada (0.99) lo cual indica que de los datos recopilados en campo a través de las entrevistas se puede inferir que no hubo pérdidas al momento de la cosecha, es decir, que los productos cultivados fueron recolectados dentro de la totalidad del perímetro de cada cultivo.

Con base en lo anterior, se observa una fuerte relación positiva entre la cantidad cosechada y el área cultivada (0.53). Al hablar de relaciones positivas fuertes, se señala que hay proporcionalidad directa entre las variables, es decir que si el área cultivada crece a razón de un 50% el área cultivada crecerá a la mitad de la proporción.

**Tabla 10.** Matriz de correlación entre las variables asociadas al área cultivada y el área cosechada

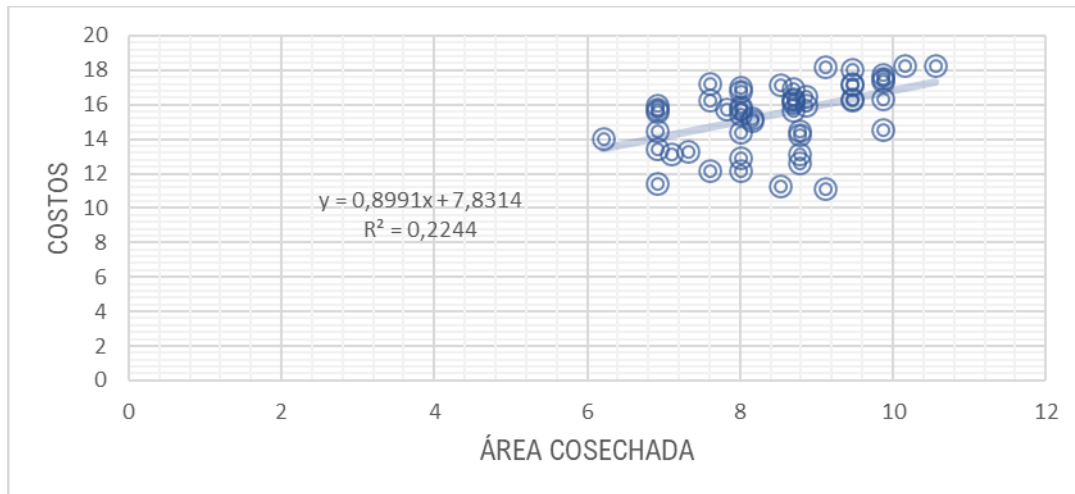
<b>Matriz de correlación de variables</b>		<i>Área cultivada</i>	<i>Área cosechada</i>	<i>Cantidad Cosechada</i>
			<b>8,452841871</b>	<b>8,43897893</b>
<i>Área cultivada</i>	<b>8,452841871</b>	1		
<i>Área cosechada</i>	<b>8,438978927</b>	0,995454741	1	
<i>Cantidad Cosechada</i>	<b>5,65145135</b>	0,538828703	0,54130473	1

*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

A partir del análisis estadístico de las variables realizado anteriormente, otra correlación de variables es la correspondiente al área cosechada, costos asociados al cultivo y el precio de venta final. De acuerdo con la Figura 24 se observa que las variables estudiadas presentan una correlación positiva débil de  $R^2=0.22$  lo que indica que el 22.44% de los datos se explican por medio de la ecuación de la recta resultante. La variación de los datos es débil lo que indica que el 78% de los datos no se pueden explicar por medio de la ecuación de la recta.

Figura 24.

Correlación lineal entre el área cultivada y la cantidad cosechada



Nota: Elaborado por los autores, 2023

Tal como se desarrolló anteriormente y dado la aleatoriedad de los datos entre los costos asociados al cultivo y el área cosechada, se tiene que para la regresión de la recta en la gráfica anterior con un nivel de confianza de 95%, el error típico es de  $\pm 1.725$ .

Para complementar el análisis en la **Tabla 11**. Matriz de correlación de variables asociadas al área cosechada y a los costos de producción y precio de venta se muestran los resultados de la correlación de las variables analizadas, en la cual se observa una relación positiva entre las variables analizadas, lo cual significa que el comportamiento de estas se explican unas a otras, es decir, a medida que se impacta positiva o negativamente una variable, las demás se verán afectadas proporcionalmente, por ejemplo: la correlación entre el área cosechada y los costos de producción es positiva y media, es decir que a medida en que crece el área cosechada, los costos de producción aumentarán en razón al 47%, por otra parte, la correlación entre el área cosechada y el precio de venta final tiene un impacto del 50%. Finalmente, la correlación más fuerte se

encuentra entre los costos de producción y el precio de venta final, en la cual las variables se correlacionan en un 60% .

**Tabla 11.** Matriz de correlación de variables asociadas al área cosechada y a los costos de producción y precio de venta

Matriz de correlación de variables		Área Cosechada	Costos	Precio de venta final
			<b>8,438978927</b>	<b>15,41853269</b>
Área Cosechada	<b>8,43897893</b>	1		
Costos	<b>15,4185327</b>	0,473747904	1	
Precio de venta final	<b>17,2518244</b>	0,509139434	0,585358303	1

Nota: Elaborado por los autores, 2023

#### Alternativas viales

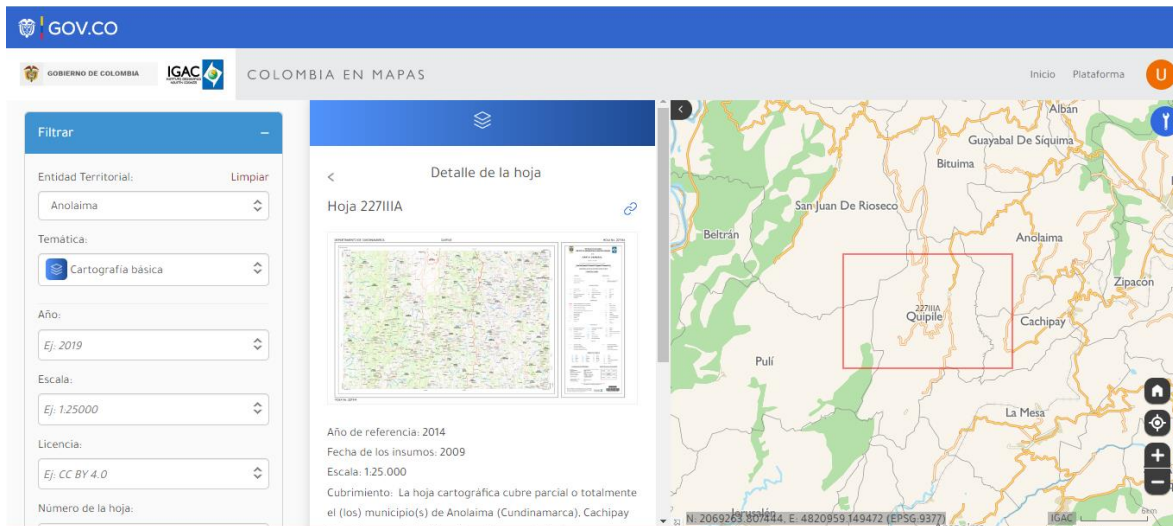
Para identificar la conectividad vial del municipio de Anolaima, se realizaron búsquedas en las diferentes fuentes de bases de datos principalmente de las entidades oficiales, para lo cual se realizaron búsquedas en los siguientes portales.

- **Instituto Geográfico Agustín Codazzi**

Colombiaenmapas.gov.co perteneciente al INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, en esta página se realizaron búsquedas catastrales, sin embargo, para el sector objetivo de estudio no se pudieron realizar las descargas debido a que es una zona restringida de información por aspectos de seguridad. Se realizaron descargas de las zonas aledañas (ver Figura 25) para realizar análisis generales del entorno, sin embargo, se hizo necesario acudir a otras fuentes de información para realizar una identificación y caracterización del entorno, en especial en aspectos viales.

Figura 25.

Portal de descarga de información IGAC



Nota: [https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-](https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-73.98785250949102,6.903196466025591,-73.6376633005065,7.217339419828812,4686&b=igac&u=0&t=2303&servicio=5#)

[73.98785250949102,6.903196466025591,-](https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-73.98785250949102,6.903196466025591,-73.6376633005065,7.217339419828812,4686&b=igac&u=0&t=2303&servicio=5#)

[73.6376633005065,7.217339419828812,4686&b=igac&u=0&t=2303&s](https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-73.98785250949102,6.903196466025591,-73.6376633005065,7.217339419828812,4686&b=igac&u=0&t=2303&servicio=5#)

[ervicio=5#](https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-73.98785250949102,6.903196466025591,-73.6376633005065,7.217339419828812,4686&b=igac&u=0&t=2303&servicio=5#)

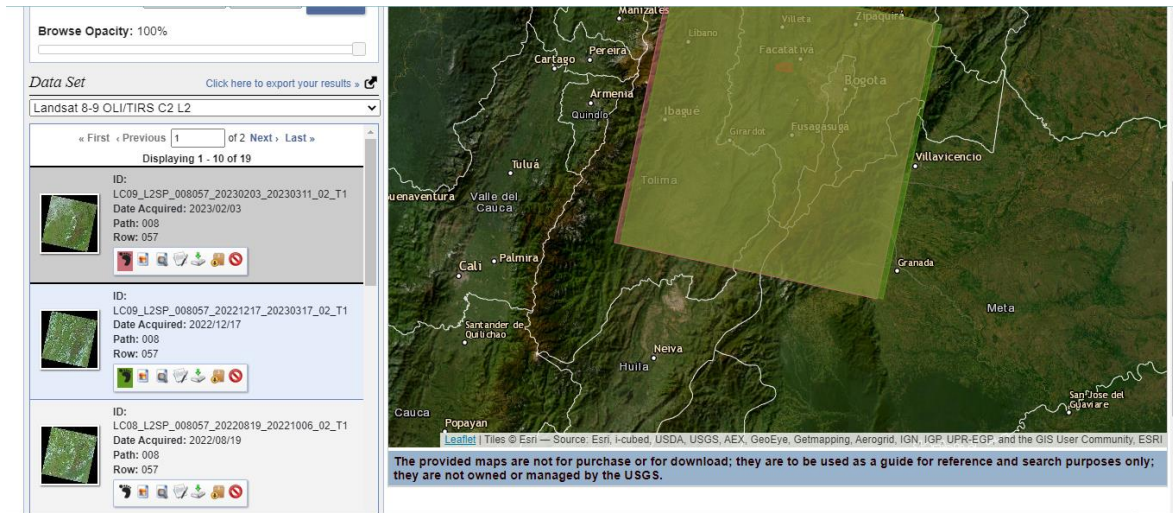
- **Earthexplorer**

El servicio geológico de los Estados Unidos cuenta con la posibilidad de consulta y descarga de varios tipos de archivos tomados de manera satelital (ver Figura 26), esta información se encuentra con una actualización adecuada ya que los satélites que se consultan tienen periodos en algunas oportunidades menores a 6 meses, que es el tiempo que tarda en volver a tomar información del mismo punto.

De esta manera se descargaron imágenes satelitales para identificación del entorno de la zona de estudio, sin embargo, es una escala muy pequeña, por lo tanto, el nivel de detalle no es suficiente para analizar los aspectos viales.

Figura 26.

Portal de descarga de información USGS



Nota: Tomado de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

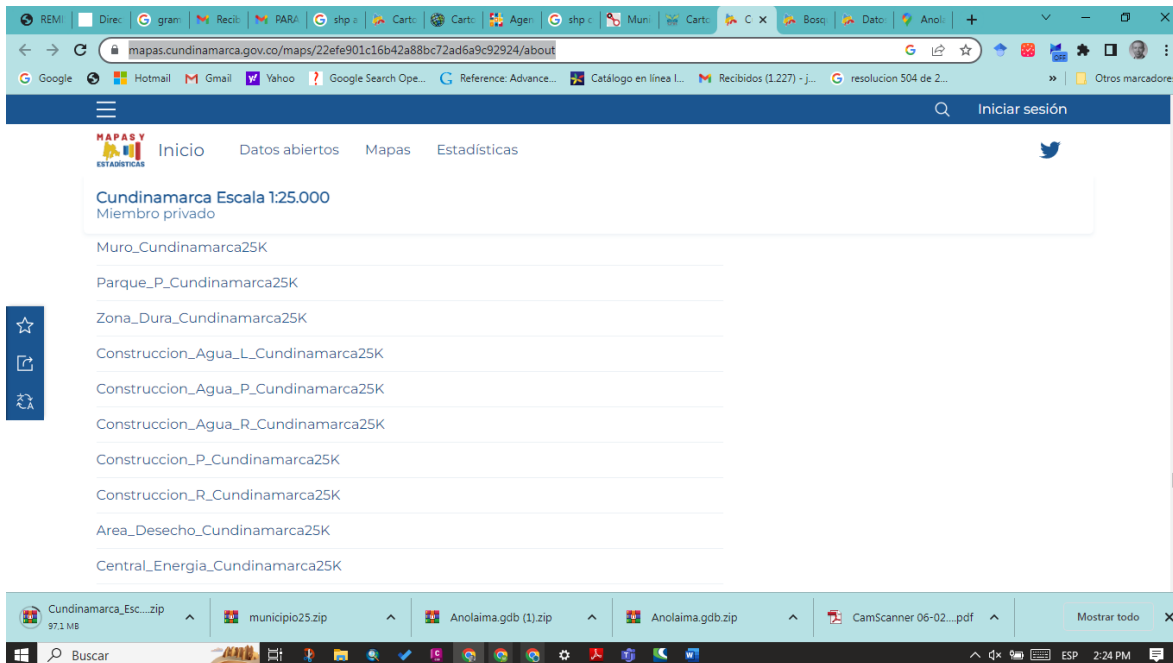
CUNDINAMARCA.GOV.CO

El departamento de Cundinamarca cuenta con información geográfica detallada de diferentes aspectos y para cada uno de los municipios (ver Figura 27), de esta manera se realizaron las descargas en formatos .gdb y .shp<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Gdb y shp son tipos de archivos utilizados en el procesamiento de datos en sistemas de información geográfica,

Figura 27.

Portal de descarga de información CUNDINAMARCA.GOV.CO.



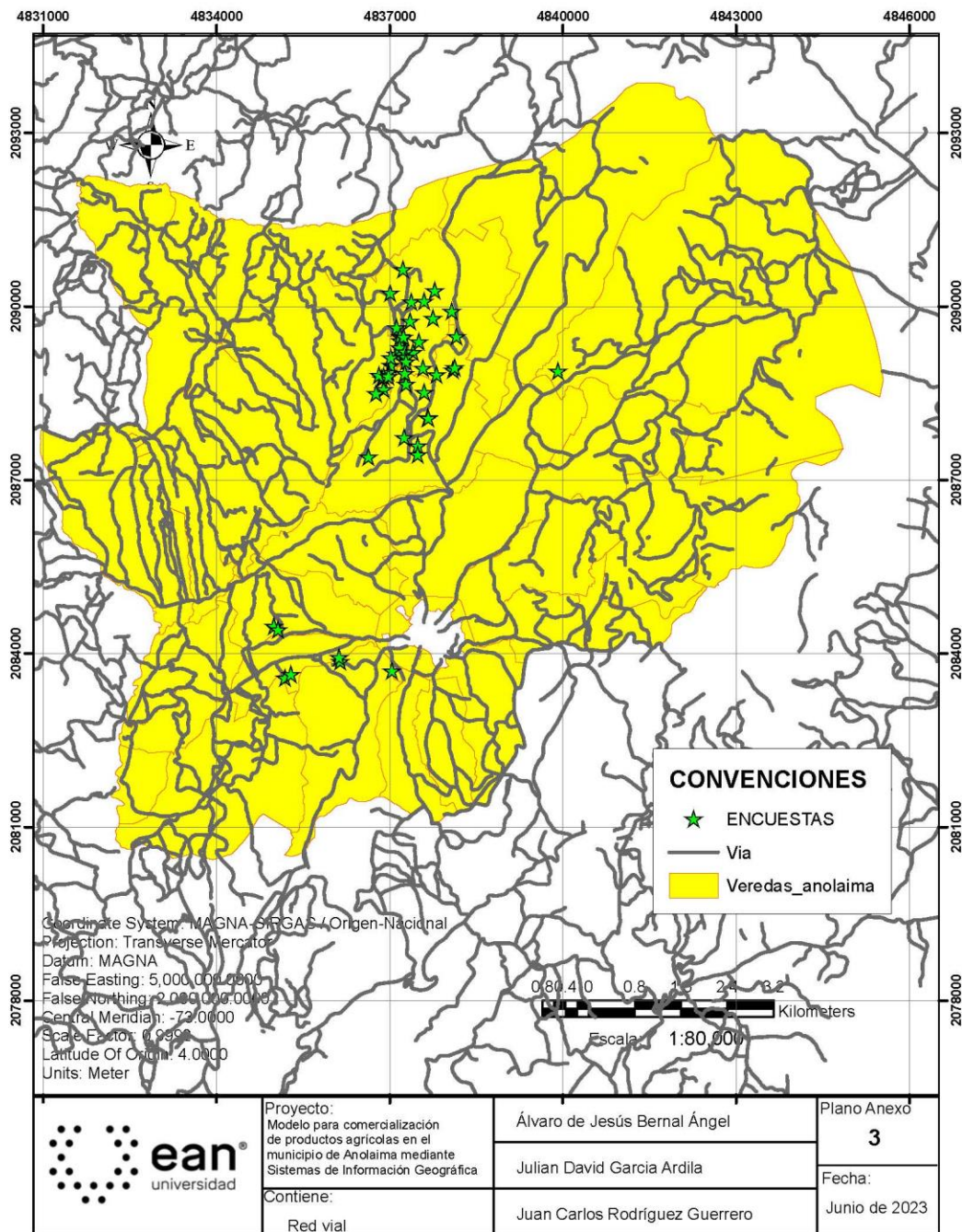
Nota: Tomado de <https://acortar.link/dN8yZZ> y

<https://acortar.link/qjfnY8>

Como resultado se presenta un plano anexo (Figura 28) en el cual se identifica las vías que están presentes en el municipio de Anolaima, concluyendo que la zona de estudio y en general el municipio cuenta con una adecuada red vial que genera alternativas en desplazamiento y transporte hacia las diferentes ciudades y poblaciones cercanas, siendo esto un factor principal en el análisis de competitividad de la comercialización de los productos agrícolas.

Figura 28.

Red vial en el municipio de Anolaima



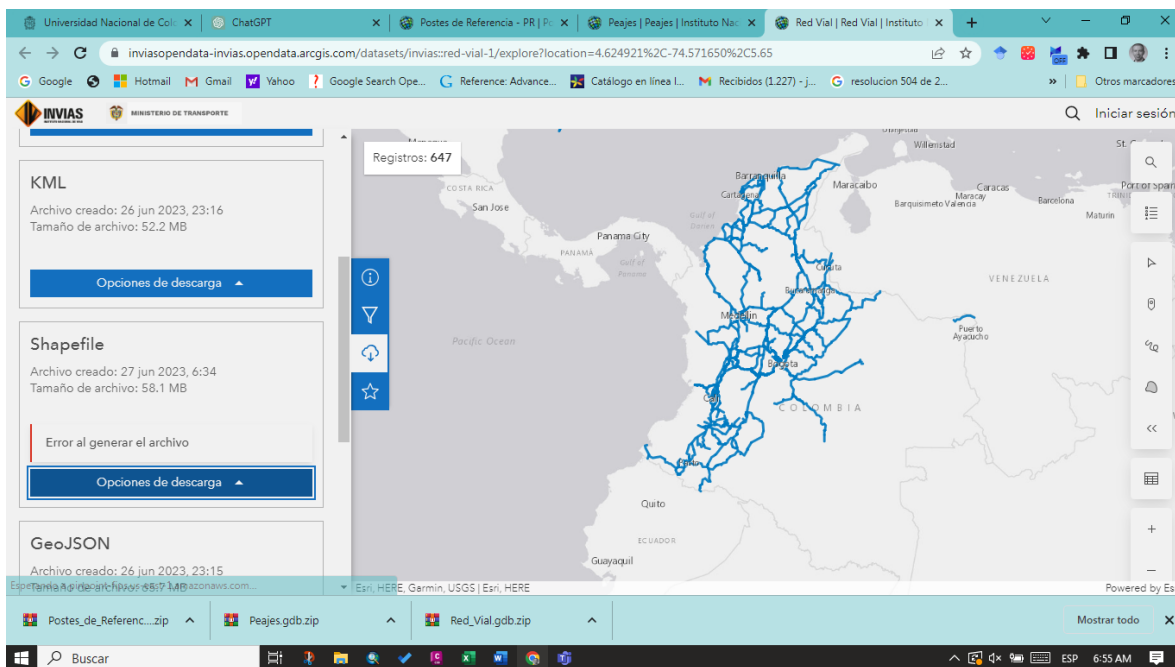
Nota: Elaboración propia con base en información descargada de IGA C y de MAPAS.CUNDINAMARCA.GOV.CO.

- **INVÍAS**

Por último, se realizó una búsqueda en el portal del Instituto Nacional de Vías (Figura 29) donde se pueden realizar la consulta y descargas de la información relacionada con vías nacionales y peajes.

**Figura 29.**

*Portal de descarga de información INVÍAS*

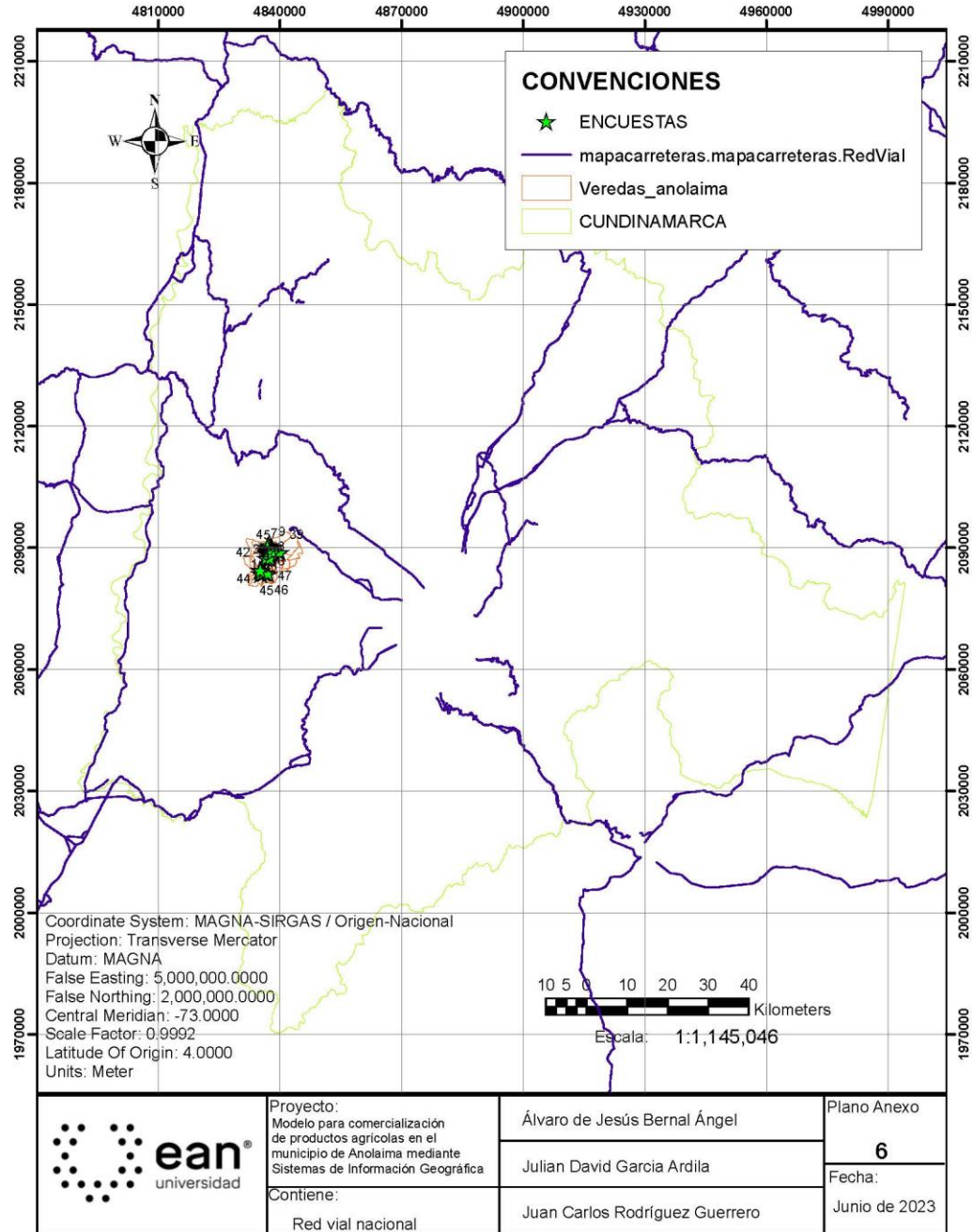


*Nota: Obtenido de <https://inviasopendata.invias.opendata.arcgis.com/datasets/invias::postes-de-referencia-pr/explore?location=4.552323%2C-74.617950%2C5.52>*

Como conclusión, como se puede observar en la Figura 30, se evidencia que la zona de estudio y el municipio de Anolaima se encuentran cerca de una alta densidad vial nacional lo que le garantiza que sea factible el envío de productos a municipios y ciudades principales.

Figura 30.

Vías nacionales



Nota: Elaborado por los autores basado en información del INVÍAS.

**Programas y Políticas públicas favorecen el intercambio comercial de los campesinos**

Actualmente el Gobierno Nacional tiene programas y políticas que ayudan a la población campesina en el desarrollo de sus actividades como productores y comercialización de los productos. En la Tabla 12 se relaciona de forma general las diferentes políticas y programas que existen a nivel gobierno y que tienen alcance al municipio de Anolaima.

*Tabla 12. Programas y Políticas públicas intercambio comercial*

Programas / Políticas	Descripción	Enlace Consulta
Ley 2294 del 19 de mayo 2023	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, Se establece la economía campesina como un eje importante en el desarrollo del país, brindando estrategias que ayuden al crecimiento y bienestar integral de los campesinos y brindando garantías a sus derechos fundamentales como población campesina.	<a href="https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/LEY%202294%20DEL%2019%20DE%20MAYO%20DE%202023.pdf">https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/LEY%202294%20DEL%2019%20DE%20MAYO%20DE%202023.pdf</a>
Ley 590 de 2000	Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa, Brinda apoyo a pequeños y medianos productores agrícolas en el fortalecimiento y desarrollo de MiPymes por medio de la asociatividad empresarial.	<a href="https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=12672">https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=12672</a>
Restitución de tierras	Es el derecho que tienen las víctimas a que se les devuelva su predio cuando éste fue despojado o abandonado a causa del conflicto armado, fomentando la reactivación de las actividades de producción y comercialización de productos agrícolas.	<a href="https://www.minagricultura.gov.co/atencion-ciudadano/preguntas-frecuentes/Paginas/Restitucion-de-Tierras.aspx">https://www.minagricultura.gov.co/atencion-ciudadano/preguntas-frecuentes/Paginas/Restitucion-de-Tierras.aspx</a>
Ley 418 "paz total"	Por la cual se establecen unos instrumentos para la búsqueda de la convivencia, la eficacia de la justicia; brindando garantías para que la población campesina pueda desarrollar su actividad y comercializar sus productos.	<a href="https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6372">https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6372</a>
COMPES 2023	Provee infraestructura en agricultura y desarrollo rural, que facilite el desarrollo agrícola del país. Teniendo un impacto directo	<a href="https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%20C3%B3micos/4117.pdf">https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%20C3%B3micos/4117.pdf</a>

Programas / Políticas	Descripción	Enlace Consulta
	y beneficios en la comercialización de los productos de los campesinos.	

*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

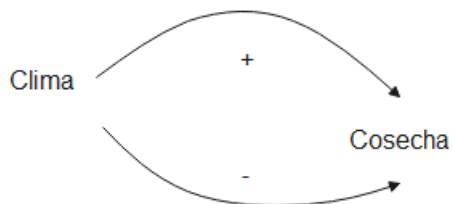
#### **Variables que influyen en el modelo**

El modelo para mejorar la comercialización de productos agrícolas en el municipio de Anolaima, parte desde el comerciante quien inicialmente accede a la información de la oferta de productos agrícolas de forma independiente, la cual es alimentada y ajustada a través del modelo comenzando por la ubicación geográfica por productos y el comportamiento de la cosecha por temporada.

A partir de esta información y con base en los registros de las variables estáticas, se genera unos resultados soportados en la probabilidad, la cual se ve afectada por variables incontrolables asociadas al clima. Estas condiciones preestablecidas recrean un posible escenario concreto para la disponibilidad de productos tanto en cantidad como en ubicación, condicionando los valores del producto y las decisiones que se tomen sobre estos. Por tanto, en la Figura 31 se muestra la relación existente entre las variables climáticas y la cosecha donde tendrán una relación causal en una dirección considerando al clima como variable independiente y la cosecha como la variable dependiente, y también donde se podría inferir que la relación es positiva, si existen condiciones climáticas favorables, por lo cual la cosecha tendría una alta probabilidad de concretarse en su totalidad en términos de área cultivada, caso contrario, se infiere que la relación es negativa. En ambos casos, el clima se convierte en la variable independiente que afecta el resultado de la cosecha.

**Figura 31.**

*Relación entre el clima y la cosecha*

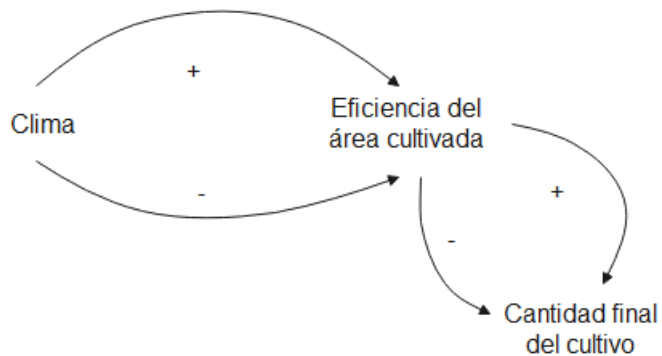


*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

Con base en lo anterior, además de las variables independientes como el clima, se observa como también hay una variable que afecta la disponibilidad de la oferta de productos agrícolas que corresponde al área cultivada. A pesar de que se pueda inferir que se presenta una correlación positiva de las variables *área cultivada* y *cantidad cosechada*, hay que entender que ambas son influenciadas por las condiciones climáticas como se muestra en la *Figura 32*, es decir, que, no importando la extensión de área cultivada, las variables climáticas inciden en la efectividad y rendimiento de la cosecha.

**Figura 32.**

*Relación entre el clima y la eficiencia del área cultivada y la cantidad de producción*

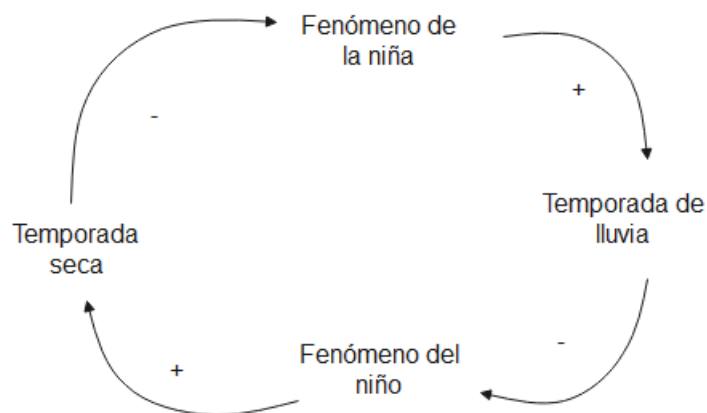


*Nota: Elaborado por los autores, 2023*

Entonces, para entender el comportamiento de las variables climáticas en el modelo, los valores estarán determinados por la temporada del año. Como se muestra en la Figura 33 se tiene en cuenta que, debido a la posición geográfica de las áreas cultivadas, (Región Andina) el comportamiento del clima es cíclico de naturaleza bimodal<sup>3</sup>, a partir de la información registrada por el IDEAM en los distintos registros agroclimáticos<sup>4</sup> de la entidad, así como en las proyecciones de los modelos de comportamiento de la precipitación.

**Figura 33.**

*Fenómenos climáticos y su influencia en las temporadas cíclicas*



Para recrear las condiciones del transporte, se definieron por tanto las condiciones de las vías en el municipio de Anolaima por donde transitan los productos agrícolas dado que se conocen las ubicaciones de las fincas, así como sus principales clientes. Por lo cual, se analizan las condiciones de las vías las cuales están influenciadas también por las variables del clima y el trazado de estas (variable estática). Con base en lo anterior, se analiza como estas variables afectadas la comercialización de los productos agrícolas

<sup>3</sup> Climatología trimestral de Colombia - Subdirección de Meteorología - IDEAM, (2000) <https://acortar.link/jiSdU7>

<sup>4</sup> Boletín semanal para el Sector Agrícola - IDEAM <https://acortar.link/aA8Vam>



Desde luego, las variables descritas anteriormente impactan el precio final de los productos, pero se debe tener en cuenta que hay factores externos que también lo resultan afectando que corresponden a cuestiones relacionadas con políticas de precios de los combustibles, el precio de los insumos que ha aumentado a causa del conflicto entre Rusia y Ucrania debido a que la federación de Rusia es uno de los exportadores de fertilizantes más importantes en el mundo (Torero Cullen, 2022) (según el DANE cerca del 14% de las importaciones de abril de 2023 corresponden a insumos para el agro<sup>5</sup>) y las políticas de regulación de precios de los alimentos a través del Sistema de Información de Precios del Sector Agrícola – SIPSA del DANE. De acuerdo con lo anterior como se observó en la *Figura 344*, estas externalidades inciden en los costos de producción de los alimentos y así mismo en el precio final de los productos.

Una vez abordadas todas las relaciones de las variables que inciden directamente en la comercialización de los productos agrícolas, el resultado final del modelo estará determinado por: 1) el precio final estimado del producto específico, 2) los tiempos de recorrido, 3) la ubicación del productor, 4) la ubicación del cliente, 5) la distancia de recorrido definida por la ubicación del productor y la ubicación del cliente minorista, 5) la cantidad de producto disponible, y 6) la información de contacto tanto de productor como cliente. Teniendo en cuenta lo descrito, en la *Tabla 13* se presenta el resumen de forma ordenada, de la manera como operan las variables dentro del modelo:

---

<sup>5</sup> DANE Boletín técnico de importaciones abril 2022 – 2023<sup>P</sup> por valor CIF

Tabla 13. Clasificación de las variables

Variable	Tipo	Naturaleza
Clima	Independiente	Dinámica
Localización	Independiente	Estática
Tipo de producto	Dependiente	Estática
Cantidad de producto	Dependiente	Dinámica
Distancia	Independiente	Estática
Recorrido	Dependiente	Estática
Tiempo de recorrido	Dependiente	Dinámica
Tipo de transporte	Dependiente	Estática
Precio del combustible	Independiente	Dinámica
Precio del producto	Dependiente	Dinámica

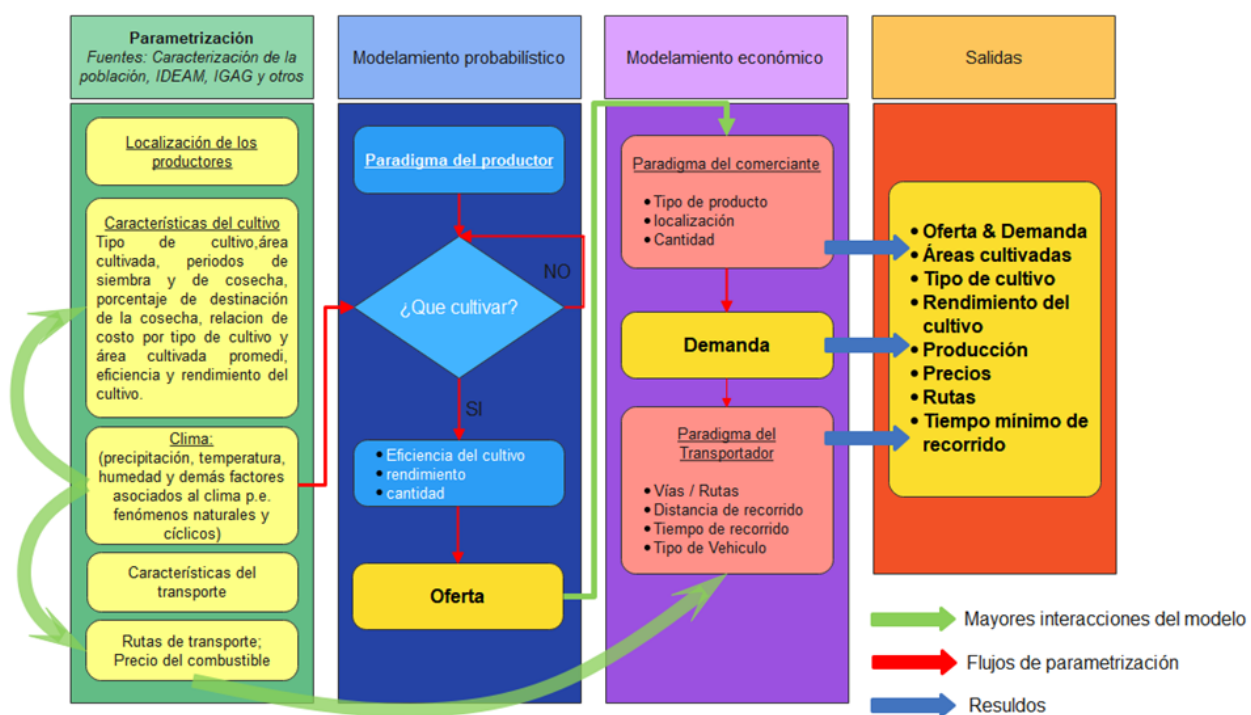
Nota: Elaborado por los autores, 2023

### Desarrollo del Modelo

Una vez caracterizadas y definidas las variables que interceden en el modelo para la comercialización de productos agrícolas en el municipio de Anolaima, se procede entonces a plantear el modelo esquemático (ver Figura 35) que servirá como hoja de ruta para la construcción de la fase de desarrollo informático del mismo.

Figura 35.

Modelo para la comercialización productos agrícolas



Nota: Elaborado por los autores, basado en el Modelo IMPACT (Robinson, y otros, 2015),

La primera fase del modelo debe contener previamente una parametrización que va ir soportada por información primaria correspondiente a la caracterización de la población realizada anteriormente de donde se obtienen un conjunto de múltiples variables que describen la fase inicial del proceso de comercialización como lo son: la localización de

los productores, los tipos de cultivos, las áreas cultivadas (o propicias para cultivar), los periodos de siembra y cosecha, el porcentaje de destinación de la cosecha, la relación de costos por tipo de cultivo y área cultivada promedio, la eficiencia y el rendimiento del cultivo, y el tipo de transporte que usualmente se emplea para movilizar los productos.

Teniendo en cuenta la información anterior, luego es complementada por información secundaria referentes al clima proporcionadas por el IDEAM, y las vías de transporte identificadas a través de los registros del INVIAS y el IGAG cuya información se constituyen en las variables independientes estáticas y dinámicas.

La siguiente fase del modelo inicia desde el paradigma del comerciante quien es la persona encargada de dinamizarlo, pues es él – en últimas – *el sujeto que enlaza la cadena simple de comercialización, entre el productor y el transportista e incluso el cliente final*. De esta manera, una vez parametrizado el modelo con las variables estáticas, el comerciante accede a la ubicación geográfica de la propiedad con la que pretende comerciar - a través la localización del productor previamente parametrizada -, posteriormente, define el tipo o tipos de productos que desea comerciar y la cantidad que desea comprar.

Con base en los parámetros definidos anteriormente y los comandos de solicitud del comerciante, el modelo comenzará a arrojar los datos de salida a partir de modelos lineales de regresión para pronosticar valores en los datos correspondientes a precio, tipo de transporte, vías, y cantidad total disponible de producto (s). Esta información se basada en los registros históricos y la relación de las variables, por tanto, lo que hace el modelo es predecir en últimas los valores extrapolando los datos de salida a fin de establecer una aproximación a los precios reales a futuro.

La siguiente fase corresponde al paradigma del productor, quien, a partir de la información contenida en los registros de datos de clima por temporada, puede acercarse

a una simulación probabilística que le permita tomar acción a la hora de definir que cultivar, es decir, el modelo contiene una base de datos previos que se insertan en la parametrización de este, con base en esta información, los datos de pronóstico del clima se emplean para ejecutar modelos probabilísticos cuyos resultados o datos de salida serán una predicción de la eficiencia y el rendimiento del cultivo por área cultivada.

Por último, está el paradigma del transportista, quien también puede acceder al modelo mediante la correlación existente entre el tipo de vía y el tiempo de recorrido, mismo que es influenciado por los factores climáticos, dicho de otro modo, el transportista puede conocer de antemano el tiempo de recorrido o la ruta más corta. De acuerdo con la parametrización inicial, el modelo podrá hacer un pronóstico del tiempo por recorrido teniendo en cuenta la ruta y las condiciones del clima, es decir, un pronóstico similar a los que se realiza cuando se usan las *App's* más conocidas para dispositivos móviles como *Maps* o *Google Maps*, además, conocerá la oferta de productos disponibles por cantidad y por tipo, permitiendo acceder a resultados como el precio por carga.

Todo lo anterior, se logrará incorporar a los Sistemas de Información Geográfica a partir de la información organizada que recibe de forma simultánea, y entregándola como información geoestadística, convirtiéndose en una herramienta útil para el modelo en cuanto se logra representar gráficamente, por ejemplo, las rutas de comercialización (punto de origen y punto de destino), trazado de las vías, localización del productor y del comerciante, e incluso oferta de productos. Un ejemplo de cómo se incorpora los SIG es la manera como el modelo IMPACT (ver *Figura 36*) hace uso estos para representar la oferta y la demanda, y el rendimiento de los cultivos de frutas y vegetales a escala global entre otros.

Figura 36.

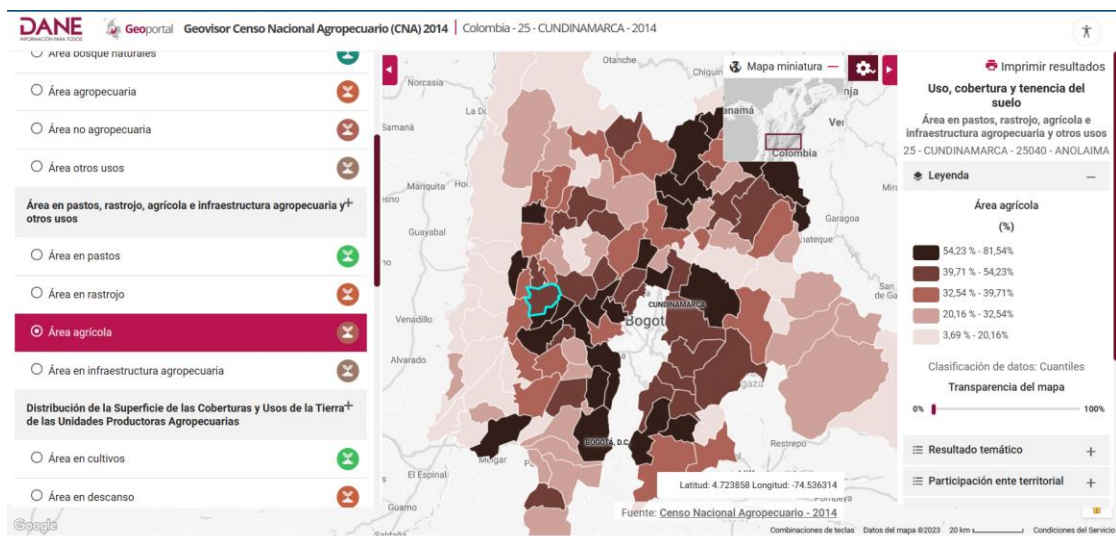
Modelo IMPACT, pronóstico de la demanda de Frutas y vegetales para un escenario a 2050



Nota: Adoptado de la herramienta *Impacts Of Alternative Investment Scenarios*, (European Union, 2023)

Al igual que el anterior, para el caso Colombiano se cuenta con un geoportal estadístico del DANE desde el año 2012 que integran información estadística y geoespacial producida por el DANE proyectándola y/o entregándola a través de geovisores que facilitan la visualización de los datos a partir de información georreferenciada de las variables de interés del DANE incluidas en las diferentes encuestas que maneja la entidad.

Figura 37 Geovisor Censo Nacional Agropecuario



Nota: Adoptado del Geoportal del DANE, 2023

Por tanto, en la Figura 38, se muestra el modelo propuesto para la comercialización de los productos agrícolas en el municipio de Anolaima, así como las interacciones de cada variable dentro del modelo y las salidas o resultados que se podrán evidenciar y que forman parte de la in

formación vital para la comercialización de productos agrícolas.



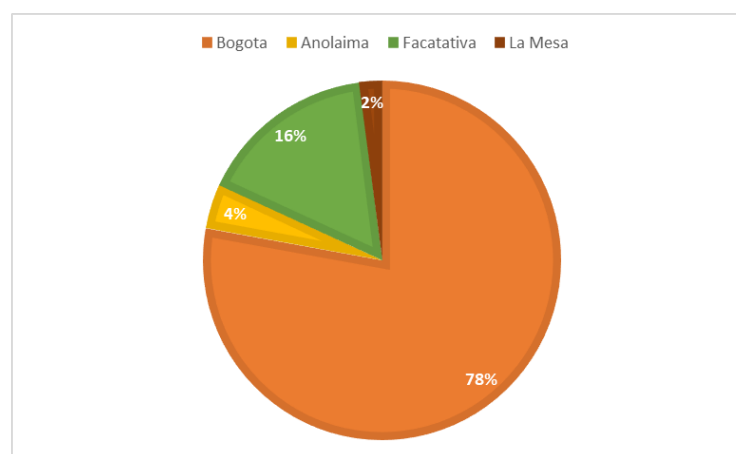
### Discusión

La realización del modelo para la comercialización de productos agrícolas del municipio de Anolaima se basó en la caracterización de un grupo poblacional homogéneo al que se denomina "los productores" localizados en las veredas San Agustín y Santa Barbara, para que a través de la información recopilada se pueda analizar patrones de comportamiento de los cultivos a fin de identificar la incidencia de factores extrínsecos como el clima y como se correlacionan con los demás componentes asociados a los cultivos como el rendimiento de las cosechas y la eficiencia, cuyo resultado final permita predecir los precios.

Los datos recopilados ofrecieron información que sirvió para entender las dinámicas comerciales que se producen en esta región, brindando detalles de un conjunto de dieciséis productos pertenecientes a frutas y granos cultivados y comercializados por los productores a diferentes lugares como se muestra en la *Figura 39*, donde se evidencia que la mayoría de los productos – es decir el 76% - tienen como destino Bogotá y otro significativo sitio de comercialización es la ciudad de Facatativa con un 16%, solo una pequeña porción de productos se comercian en Anolaima y La Mesa con un respectivo 4% y 2%.

**Figura 39.**

*Principales centros de comercialización de los productos agrícolas*



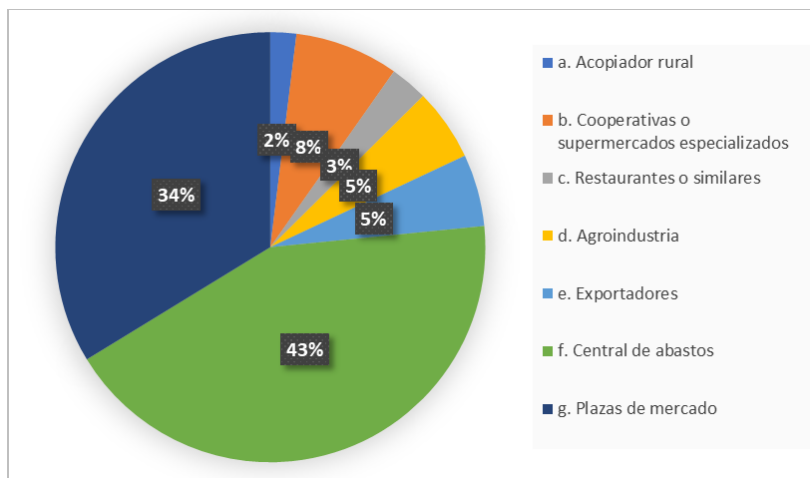
Nota: Elaborado por los autores, 2023

Luego de recopilar la información a través de una encuesta diseñada por los autores de este trabajo y que se basó en la metodología propuesta por el DANE a través de la Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA (DANE, 2019), el conjunto de datos fue depurado y procesado para posteriormente desarrollar tareas descriptivas empleando la herramienta Power BI, y luego llevar a cabo métodos correlacionales de regresión a fin de identificar la manera en cómo las diferentes variables se comportaron entre sí.

Con base la información recopilada se descubre una tendencia en comportamiento de la comercialización de los productos agrícolas, la cual refiere principalmente a la venta, misma que se lleva a cabo en su mayoría en las centrales de abastos y plazas de mercados, esto permite inferir que el poder de negociación de los productos los tiene el comerciante debido a su rol como mayorista (cuando se trata de la central de abastos) y minorista (cuando se trata del vendedor de plaza de mercado) ver *Figura 40* y la capacidad que tienen estos para transportar los productos.

**Figura 40.**

*Principales clientes de los productores o destinación de los productos agrícolas*



Nota: Elaborado por los autores, 2023

A partir de este planteamiento, se evidencia que se podría profundizar en la cuestión del transporte de los productos, debido a que en este primer análisis no se logra probar si efectivamente es el comerciante quien pone las condiciones en materia de precios o el transportador quien negocia directamente con el productor. Por tanto, el modelo es el que podría pronosticar el precio de venta con base en la información que resulta en últimas impactando en el valor final de los productos. Lo anterior se puede lograr a partir de la recopilación de datos históricos (series de tiempo), algunos de ellos reposan en documentos oficiales como el DANE y el ICA para el caso de los productos agrícolas, IPC e IPC C, el IDEAM (IDEAM, 2022), para el caso de las condiciones climáticas, ANH en materia de precios del combustible, e incluso el Mintransporte en el caso de precios por transporte de carga.

Toda esta información, se puede cargar dentro del modelo y así mismo desarrollar tareas de correlación y predicción en él, que resulten en un precio de venta acorde con las circunstancias y acercar a los actores que intervienen en la cadena a un escenario con condiciones más equilibradas.

Al final el conjunto de datos se convierte en información Geoestadística que permite ubicar los datos espacialmente, en particular al municipio de Anolaima en las veredas San Agustín y Santa Barbara. Para visualizar los datos de manera gráfica y ordenada, se accede a las herramientas que proveen los SIG, donde además de la ubicación de los actores de este trabajo, también pueden brindar información sobre el estado de las vías, el clima, los tiempos de recorridos, la distribución espacial de los productos y el comportamiento espaciotemporal de los mismos a partir de las predicciones empleando métodos de regresión para series de tiempo.

### Conclusiones

El modelo presentado en esta monografía es un desarrollo esquemático basado en los modelos de sistemas o bucles dinámicos que agregan valor al proporcionar información probabilística en la predicción de un escenario futuro donde los resultados están dirigidos a dar respuesta a los requerimientos y necesidades de los actores que intervienen en la comercialización de productos agrícolas en Anolaima (productores, comerciantes y transportadores).

A partir de la parametrización del modelo comprendido por datos de entrada, se pueden elaborar relaciones probabilísticas mediante modelos de regresión que generan posibles resultados futuros como el precio de venta y el precio de transporte, con base en la disponibilidad de productos que están determinados por los factores climáticos, eficiencia y rendimiento de los cultivos.

Este desarrollo es una aproximación que sienta las bases para un posterior adelanto informático del modelo, en el cual se conjugarán cada uno de los aspectos definidos en la elaboración del trabajo y que atañen a las variables consideradas como las más relevantes para el proceso, empleando técnicas descriptivas y predictivas de manera que sirvan como hoja de ruta para ampliar el alcance del modelo a otro tipo de escenarios.

En la actualidad, la comercialización de productos agrícolas en Anolaima es una actividad que se ha venido desarrollando a partir de las relaciones naturales de intercambio comercial producto de la necesidad de vender por parte de los productores y la de comprar y comerciar por parte de los comerciantes. Así mismo, desde la administración municipal se ha diseñado un programa de transformación agropecuaria que propende favorecer los sectores productivos del municipio para mejorar la comercialización dentro del sector económico rural a partir de lo que han denominado "Misiones de comercialización"<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup>Plan de Desarrollo de Anolaima 2020 – 2024 (Alcaldía de Anolaima, 2022, pág. 90)

Por lo anterior, se prevé que, con el desarrollo del modelo mejore las actividades comerciales de productos agrícolas de Anolaima, ofreciendo información ampliada sobre la disponibilidad de los productos a futuro de manera que también puedan acceder a esta, nuevos comerciantes que antes no podían o no sabían acerca de la disponibilidad y oferta agrícola del municipio. Por lo tanto, el desarrollo de este proyecto habilita la posibilidad de mejorar las calidades del proceso de comercialización a través de información ajustada y verificada mediante el cruce de información estadística proveniente de fuentes de información oficiales y a su vez información primaria reportada por los cultivadores.

El componente geográfico se integra al modelo a partir de la localización de los productores y la ubicación espacial donde se concentran los productos por tipo y por área cultivada, esto se logra conocer a través de la encuesta realizada y la caracterización de la población así como la disponibilidad y el acceso en vías de transporte, de manera que sobre estos parámetros se puedan simular los tiempos de recorrido y las distancias entre productor y comerciante, a fin de conocer un pronóstico del tiempo basado en la oferta de productos y los costos asociados a estos y cuyos resultados, serán visibles en herramientas como geovisores.

Finalmente, el modelo desarrollado es la síntesis de varios modelos que se enlazan a través de las dinámicas de sistemas ofreciendo resultados a partir de predicciones que resultan de cruzar variables cuantitativamente definidas a partir de factores asociados a la producción agrícola, como las condiciones climáticas y los costos de producción así como los asociados a la comercialización, precios de compraventa, transporte, tiempos de recorrido, ubicación de los productores y clientes, para entregar datos de salida resultantes de los procesos que se presentan en las interacciones del sistema.

### Referencias

- Agronet-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (21 de 06 de 2018). [www.agronet.gov.co](http://www.agronet.gov.co).
- Obtenido de <https://rb.gy/spqd>
- Alcaldía de Anolaima. (Noviembre de 2001). Esquema de Ordenamiento Territorial. Anolaima, Cundinamarca, Colombia.
- Alcaldía de Anolaima. (30 de 01 de 2022). *Nuestra Alcaldía*. Obtenido de Nosotros:  
<http://www.anolaima-cundinamarca.gov.co/>
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Martin, K. (2011). *Métodos Cuantitativos para los Negocios*. México, D.F: Cengage Learning, Inc.
- Averill, M., & Kelton, D. W. (1991). *Simulation Modeling And Analysis Averill Law*. New York: McGraw Hill.
- Alzubi, E., Shbikat, N., & Noche, B. (2023). A system dynamics model to improving sustainable performance of the citrus farmers in Jordan valley. *Elsevier*, 1-15.
- Ávila-Foucat, V. (2017). Desafíos del sector primario y políticas públicas sustentables. *Economía Informa*, 29-39.
- Candelaria, B., Ruiz, O., Gallardo, F., Perez, P., Martínez, Á., & Vargas, L. (2011). Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura, una revisión. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 999-1010.
- Castro Orjuela, J., & Adarme Jaimés, W. (2017). Dynamic Impact of the Structure of the Supply Chain of Perishable Foods on Logistics Performance and Food Security. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 687-710.

Corporación Asesoría económica & marketing. (11 de mayo de 2022). *corporacioneam.com*.

Obtenido de [https://www.corporacionaem.com/tools/calc\\_muestras.php](https://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php)

DANE. (noviembre de 2019). Metodología general encuesta nacional agropecuaria. Bogotá  
D.C., Colombia.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. (2019). Encuesta Nacional  
Agropecuaria - ENA. Bogotá, Bogotá D.C., Colombia: DANE.

Dominguez Bravo, J. (2000). Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de  
Información Geográfica (SIG). *Informes Técnicos Ciemat*, 38.

ESRI. (03 de 04 de 2022). *desktop.arcgis.com*. Obtenido de

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/geographic-coordinate-system.htm>

ESRI. (08 de 04 de 2022). *desktop.arcgis.com*. Obtenido de

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/projection-types.htm>

ESRI. (07 de 04 de 2022). *nation.maps.arcgis.com*. Obtenido de

<https://nation.maps.arcgis.com/home/item.html?id=c4d4448b28a54df09b43642719373dc3>

ESRI. (05 de 04 de 2022). *www.esri.com*. Obtenido de <https://www.esri.com/es-co/home>

ESRI. (04 de 04 de 2022). *www.esri.com*. Obtenido de GIS Best Practices. GIS for Agriculture:

<https://www.esri.com/content/dam/esrisites/sitecore-archive/Files/Pdfs/Library/bestpractices/gis-for-agriculture.pdf>.

European Union. (Abril de 2023). *Food Security Portal*. Obtenido de <https://acortar.link/HDFIVu>

Fourie, A. (2009). Better Crop Estimates in South Africa. Integrating GIS with other business systems. *ArcUser Winter*.

Franco, R. (07 de 04 de 2022). *mixdyr.wordpress.com*. Obtenido de <https://mixdyr.wordpress.com/tag/coordenadas/>

García-Asenjo, L. (02 de Abril de 2022). *Universitat Politècnica de Valencia*. Obtenido de Conversión entre coordenadas geodésicas y coordenadas locales: <https://riunet.upv.es/handle/10251/84060>

Ghosh, A., & McLafferty, S. (1982). Locating stores in uncertain environments: a scenario planning. *Journal of Retailing*,, 5-22.

Gobernación de Cundinamarca. (Febrero de 2020). Plan de Desarrollo Departamental 2020 - 2024: Cundinamarca ¡Región que progresa! Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, 603 - 626.

GPS. (05 de 04 de 2022). *www.gps.gov*. Obtenido de <https://www.gps.gov/spanish.php>

Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.

IDEAM. (Febrero de 2022). <http://sgi.ideam.gov.co/>. Obtenido de [http://sgi.ideam.gov.co/documents/21021/122201016/10\\_Bolet%C3%ADn\\_Climato%C3%B3gico\\_Octubre\\_2022.pdf/ab17e677-5a0a-4164-a6d8-4e5a12b07e5b?version=1.0](http://sgi.ideam.gov.co/documents/21021/122201016/10_Bolet%C3%ADn_Climato%C3%B3gico_Octubre_2022.pdf/ab17e677-5a0a-4164-a6d8-4e5a12b07e5b?version=1.0)

Krajwesky, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2013). *Administración de operaciones. Procesos y cadena de suministro*. México: Pearson.

Ibañez Asensio, S., Gisbert Blanquer, J. M., & Moreno Ramón, H. (s.f.). *Sistema De  
Coordenadas Geográficas*. Valencia.

Ibañez Asensio, S., Gisbert Blanquer, M. M., & Moreno Ramón, H. (s.f.). *El Sistema De  
Coordenadas Utm*.

Lombana Gonzalez, M. E. (05 de 01 de 2019). *Innovación de marketing para el sector agrícola  
en Colombia*. Obtenido de Revistas SENA: <https://doi.org/10.23850/23338059.1935>

Mapping gis. (02 de 04 de 2022). *Mapping gis*. Obtenido de  
<https://mappinggis.com/2016/05/puedo-grass-gis-7/>

Mapping gis. (02 de 04 de 2022). *mappinggis.com*. Obtenido de  
<https://mappinggis.com/2015/02/google-earth-pro-un-visor-de-capas-gratuito-tambien-un-gis/>

Marble.org. (06 de 04 de 2022). *marble.kde.org*. Obtenido de <https://marble.kde.org/>

Miller, D., McCarthy, J., & Zakzeski, A. (2009). *A Fresh Approach to Agricultural Statistics: Data  
Mining*. *National Agricultural Statistics Service*.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (01 de 03 de 2022).  
[www.datos.gov.co](http://www.datos.gov.co). Obtenido de <https://www.datos.gov.co/>

Rabley, P., & Yuen, E. (05 de 04 de 2022). *In China, GIS-Based Land Registry Aims to Protect  
Farming Rights and Enhance Food Security*. Obtenido de  
<https://www.esri.com/news/arcnews/spring09/articles/in-china.html>

Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2012). *Métodos cuantitativos para los negocios*.  
Naucalpan de Juárez: Pearson Educación México.

- Robinson, S., Manson-D ´Croz, D., Islam, S., B. Sulser, T., Robertson, R., Zhu, T., . . .
- Rosengrant, M. (2015). The International Model for Policy Analysis of Agricultural  
Commodities and Trade (IMPACT). *IFPRI Paper 01483*.
- Rodríguez Cordón, J. (27 de mayo de 2022). *ResearchGate*. Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/publication/277555967\\_Analizando\\_la\\_V\\_de\\_Aiken\\_Usando\\_el\\_Metodo\\_Score\\_con\\_Hojas\\_de\\_Calculo](https://www.researchgate.net/publication/277555967_Analizando_la_V_de_Aiken_Usando_el_Metodo_Score_con_Hojas_de_Calculo)
- Ros, S. (2008). Estrategias Campesinas de Reproducción Social. *Revista Internacional de Sociología (RIS)*, 7-16.
- Sáenz Saavedra, N. (1992). Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones. *Ingeniería e investigación No. 28*, 31-40 .
- Sgarbossa, F., & Russo, I. (2016). A proactive model in sustainable food supply chain: Insight from a case study. *International Journal of Production Economics*, 596 - 606.
- Singleton, A. D., Dolega, L., Riddlesden, D., & Longley, P. (2016). Measuring the spatial vulnerability of retail centres to online consumption through a framework of e-resilience. *Geoforum*, 5-18.
- Soto, J. P., & Ramalinho-Lourenço, H. (2002). A recoverable production planning model. *Department of Economics and Business, Universitat Pompeu Fabra*, 636.
- Subdirección de Meteorología - IDEAM. (2000). *Climatología trimestral de Colombia*. Bogotá D.C .
- Tao, C. (2019). Development Efficiency of Leisure Agriculture Based on DEA Model in the Background of Rural Revitalization. *Revista de cercetare și intervenție socială*, 169-187.
- Tonanont, A. (2009). *Performance Evaluation In Reverse Logistics With Data Envelopment Analysis*. Texas: University of Texas.

Trias, D., Etikasary, B., & Jumiatum. (2022). Modeling the Potential of Cereal Crops with a Smart Village-Based GIS Approach to Support Food Security. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-12.

Turhan, G., Mehmet, A., & Cemal, Z. (2013). Literature Review on Selection Criteria of Store Location Based on Performance Measures. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 99, 391-402.

Westermayer Fuentes, B. C. (2013). *Evaluación de Sistemas GIS para la planificación territorial*. Santiago, Chile.

Wyland, J. (2008). Agribusiness Grows with Crop-Specific Maps. *ESRI Arc Watch*.

Zaim, D., Benomar, A., & Bellafkih, M. (2019). Developing A Geomarketing Solution. *Procedia Computer Science*, 356 - 360.

**A. Anexo. Nombre del Anexo**

Anexo A. Instrumento de recolección de información.xlsx