Aplicación de la Matemática en la Ciencia Agropecuaria

Carranza Villamar Fredman Anthony[1]
Agr2015196@uea.edu.ec

Caicedo Benavides Fausto Ulpiano, MSc [2]
fu.caicedob@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Tierra
Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Resumen

El propósito de este estudio fue realizar una investigación acerca de la aplicación de la Matemática en la ciencia agropecuaria con el fin de determinar y analizar el valor y el impacto que genera en los estudios agropecuarios. El estudio se ejecutó mediante la aplicación de revisiones documentales y bibliográficas con un enfoque cualitativo, puesto que es un método de tipo exploratorio, ya que se obtiene información sobre el tema de investigación de documentos válidos y confiables a manera de información primaria que permiten llevar a cabo el estudio mediante una minuciosa recolección y selección de información. Se determinó que el uso de la Matemática en la ciencia agropecuaria es de suma importancia, puesto que desde hace siglos y en la actualidad se la aplica de distintas formas y en diferentes situaciones como en la predicción del comportamiento de los cultivos, evaluación de enfermedades, curvas de crecimiento, producción entre otros.

Palabras clave: Matemática, cultivos, producción

Abstract

The purpose of this study was to conduct research on the application of mathematics in agricultural science in order to determine and analyze the value and impact it generates in agricultural studies. The study was carried out through the application of documentary and bibliographic reviews with a qualitative approach, since it is an exploratory method, since information on the research topic is obtained from valid and reliable documents as primary information that allow carrying out the study through a thorough collection and selection of information. It was determined that the use of mathematics in agricultural science is of utmost importance, since it has been applied in different ways and in different situations for centuries, such as crop behavior prediction, disease evaluation, growth curves, production, among others.

Keywords: Mathematics, crop, production

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una necesidad creciente de introducir modelos y herramientas Matemáticas en la investigación. El uso de estas tecnologías y su correcta interpretación permitirán tomar decisiones óptimas a favor del desarrollo de los sistemas productivos. La complejidad de resolver problemas científicos, económicos y la efectividad de los métodos aplicados influyen en los objetivos del trabajo, puesto que requieren un alto grado de capacitación de especialistas para la publicación de estándares con un alto grado de confiabilidad en los procesos agrícolas (Brito, 2011).

El aumento de la población, asociado a la creciente necesidad de seguridad alimentaria mundial, está contribuyendo al cambio climático; lo cual conduce al desarrollo continuo de la investigación agrícola. Para poder realizar futuros estudios y predicciones relacionadas con las operaciones agrícolas, es necesario saber: ¿Cómo lograr un alto nivel de eficiencia en la toma de decisiones?, ¿Qué métodos matemáticos permiten analizar datos para sacar conclusiones científicas?, ¿Cómo reforzar las investigaciones de los procesos agropecuarios con la utilización de la Matemática Aplicada? Esta disciplina en las ciencias agropecuarias ayuda a brindar herramientas y criterios básicos para operar problemas, requiriendo incluso, el uso de nuevas tecnologías con la finalidad de hacerle frente a objetos de estudio con una alta complejidad (Ramírez & Mazon, 2018).

La Matemática aplicada de las ciencias agrícolas brindan criterios y herramientas básicas para una mejor gestión e interpretación de las actividades agrícolas, cumpliendo con los requerimientos de las nuevas tecnologías para la producción en un mercado global de alta competitividad (Chávez, 2013).

Esta área de las ciencias agrícolas puede proporcionar puntos de referencia y herramientas básicas para la resolución de problemas, incluso cuando se utilizan nuevas tecnologías para resolver temas de investigación de alta complejidad. En esta ciencia, existen algunos problemas en la solución en los que se usa el aparato matemático. Para agruparlos y diferenciarlos, se mencionan tres categorías de problemas básicos identificados por Chávez (2013):

- Problemas de Optimización: Se enmarcan los problemas básicos de naturaleza agropecuaria que pueden resolverse aplicando teoría de extremos, es decir, encontrando el valor óptimo de una función que esté sujeta, o no, a ciertas restricciones.
- Problemas Estadísticos: son los problemas relacionados con las especializaciones agrícolas que se resuelven mediante métodos estadísticos descriptivos e inferenciales.
- Problemas de cálculo y relaciones entre cantidades: Son problemas agrícolas que se pueden resolver mediante modelos matemáticos utilizando como herramientas temas como: integrales, derivadas, ecuaciones diferenciales y dependencia funcional entre magnitudes.

El trabajo profesional en la agricultura no está exento de los avances matemáticos logrados en todo el mundo, las aplicaciones a problemas de la biotecnología, la aplicación de métodos de modelado, etc. Para formar especialistas agrícolas que puedan colocar sus actividades en la producción moderna, es necesario organizar la formación continua en las áreas de las Matemáticas que están presentes en todos los problemas que pueden surgir en las investigaciones en curso, especialmente en la modelación Matemática (Martínez, 2011).

Una parte importante del proceso de investigación genera conjuntos de datos con diferentes características, muchos de los cuales requieren análisis estadístico y matemático de los resultados. Por lo tanto, es necesario comprender la esencia del proceso, que está íntimamente relacionada con la esencia de la investigación, y conocer algunas de las herramientas de Matemática aplicada más utilizadas de acuerdo con el propósito de la investigación (Chávez & Arteaga, 2017).

1.1. Modelos matemáticos

El primer enfoque del modelado matemático comienza con un objetivo básico. Un modelo consiste en expresiones, patrones, explicaciones o analogías que intentan visualizar un objeto de estudio específico que no puede evaluarse directamente, del cual

surge un conjunto de supuestos datos o conclusiones, reproducidos mediante expresiones Matemáticas. Se puede considerar que un modelo matemático representa el comportamiento de objetos y dispositivos en el mundo real en términos matemáticos (Ramírez & Mazon, 2018).

Un modelo matemático puede ser una simplificación o abstracción de un sistema real que existe en el universo. Por lo tanto, el modelado matemático se puede ver en el crecimiento y declive de las poblaciones de animales y humanos. La pesca, por ejemplo, debe preocuparse por su impacto en el crecimiento de las poblaciones de peces para no agotar este recurso. Primero podemos suponer un comportamiento poblacional exponencial y luego incluir otros efectos, como el período reproductivo de una especie en particular.

La modelización Matemática puede resumirse en tres pasos:

- La construcción del modelo, es la transformación del sistema no matemático en el lenguaje matemático.
- El análisis del modelo, consiste en el estudio sistemático del modelo.
- La interpretación del análisis matemático, es la aplicación de los resultados del estudio matemático al sistema real.

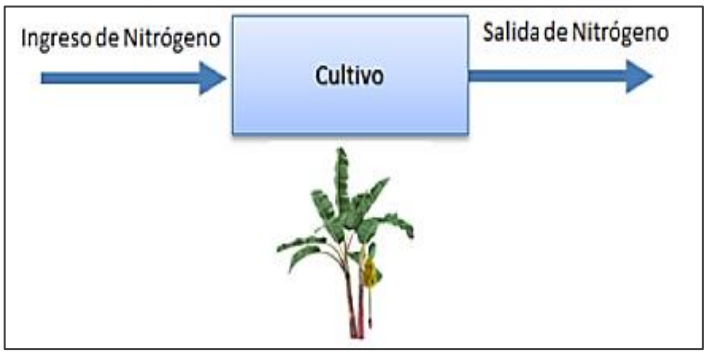
1.2. Representación del modelo matemático

Como ejemplo de la representación de un modelo matemático tenemos el cultivo de banano (Figura 1) luego de ser fertilizado con urea, donde la entrada es la cantidad de nitrógeno proporcionada al cultivo de banano por efecto del fertilizante.

La ley de equilibrio dispone la relación entre la tasa neta de variación de nitrógeno dentro del cultivo y la diferencia entre la tasa de variación de nitrógeno que ingresa al cultivo menos la tasa de variación de nitrógeno que sale del cultivo (Ramírez & Mazon, 2018).

Figura 1.

Diagrama del cultivo de banano

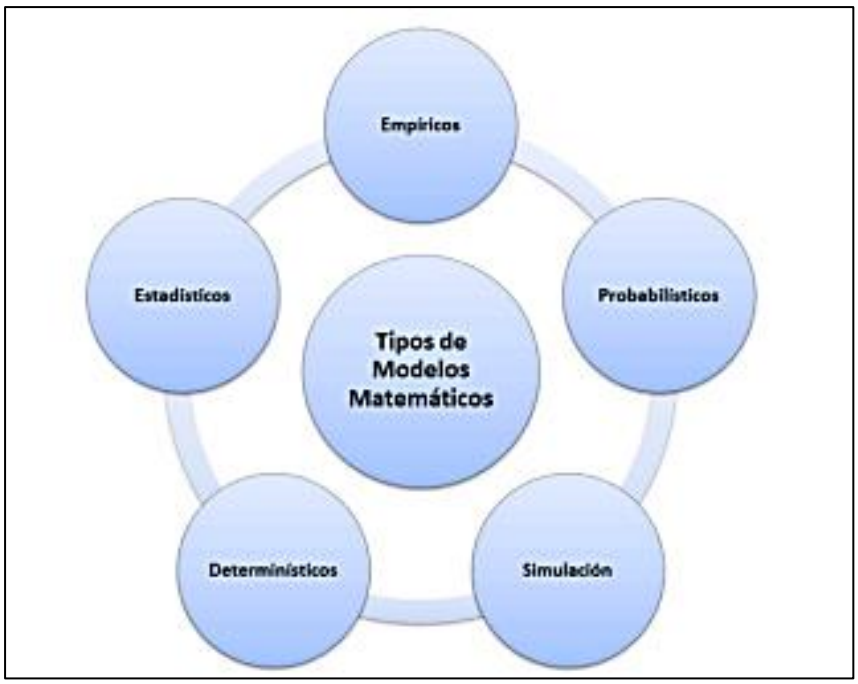


Nota. Adaptado de Análisis de Datos Agropecuarios (p.107) por I. Ramírez y Mazon, 2018 (http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12540).

1.3. Tipos de modelos matemáticos

Existen innumerables formas de abordar un tema de investigación con diferentes enfoques o tipos que caracterizan a los modelos matemáticos (Roldán, 2019). A continuación, se presenta los tipos de modelos matemáticos:

Figura 2.



Tipos de modelos matemáticos

Nota. Adaptado de Análisis de Datos Agropecuarios (p.107) por I. Ramírez y Mazon, 2018 (http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12540).

Por otro lado, el modelo empírico es la aproximación más sencilla, ya que es el resultado del ajuste de la curva a través del conjunto de datos para predecir el resultado sin los datos. Además de ajustar el modelo de población como un ajuste exponencial, también puede basarse en expresiones polinómicas. La desventaja de este enfoque es que el modelo no se puede extender a otras cuestiones relacionadas, ya que se limita a ajustar los datos (Ramírez & Mazon, 2018).

El modelado mediante un proceso probabilístico estima la probabilidad de un resultado predecible en función de los datos disponibles. Este tipo de modelado permite predecir la incertidumbre del resultado, lo cual es importante para estudiar fenómenos con un alto nivel de variabilidad. Este modelo es fundamental en modelos de poblaciones pequeñas para predecir el rendimiento reproductivo en intervalos de tiempo (Rustom, 2012).

Un modelo de simulación está vinculado a un programa informático que tiene en cuenta diferentes escenarios y aplica un conjunto de reglas para generar datos que simulan resultados reales. Los ingenieros suelen utilizar estos modelos para identificar los problemas que pueden surgir al utilizar o fabricar un dispositivo. Si bien la simulación produce un modelo muy cercano a la realidad, esto no significa necesariamente que sea el mejor modelo.

Los modelos deterministas ignoran la variación aleatoria y formulan expresiones Matemáticas que describen las relaciones subyacentes entre las variables en cuestión. Por ejemplo, un modelo de población determinista tiene como objetivo obtener una ecuación diferencial que relacione la fecundidad y la mortalidad con el tamaño de la población en un momento dado (Tapia, 2018).

Los modelos estadísticos se basan en pruebas de hipótesis que pueden clasificar un conjunto de datos empíricos. Estas categorías se ajustan para distribuciones específicas asociadas con descriptores estadísticos, como la media y la desviación estándar, para predecir resultados futuros. Desde el punto de vista de un modelo de población, se puede estimar una especie si la muestra de población se equilibra según un tipo determinado, mientras que otra muestra se alimenta con productos orgánicos. Los

resultados indicarían un porcentaje de margen de error con el que se ha realizado la predicción.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo mediante revisiones documentales y bibliográficas con un enfoque no experimental, donde se analizan diferentes fuentes primarias y secundarias de información inherente a modelos matemáticos que contribuyen para obtener criterios y herramientas básicas para un análisis adecuado de los sistemas de producción agrícola y pecuaria.

De esta manera la investigación actual se ha elevado a un nivel descriptivo, donde se llevó a cabo mediante una perspectiva cualitativa y un método de tipo exploratorio que nos ayuda a recoger y evaluar datos no estandarizados; debido a que se obtiene información sobre el tema de investigación a través de literatura actualizada en idioma español e inglés de libros y publicaciones que se referencian en bases científicas como: Scielo, Google Schoolar, Scopus, Sciencedirect, además de fuentes secundarias (tesis de pregrado, maestrías y doctorados) que evidencian información de los últimos 10 años, lo que permite llevar a cabo el estudio mediante una minuciosa recolección y selección de datos con el fin de cumplir los objetivos de la investigación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Matemática aplicada incluyen una serie de herramientas muy útiles para fines que van desde la estadística, la optimización de procesos y las Matemáticas numéricas hasta el uso de elementos finitos. La investigación en ciencias agrícolas, como en otros campos, requiere experimentación para probar hipótesis operativas predeterminadas. Al diseñar experimentos, es necesario controlar las diversas influencias que afectan al sujeto y conducen al establecimiento y verificación de la hipótesis.

En general, la investigación debe ser eficiente, es decir, acomodarse a las limitaciones de tiempo, personales y económicas, entre otras. Por otro lado, el trabajo experimental requiere un alto grado de compromiso, control y atención. La mayoría de las búsquedas producen una serie de datos con diferentes características, y muchas requieren análisis estadísticos y matemáticos para obtener los resultados.

La actividad profesional en la agricultura no se ha librado del desarrollo mundial de las Matemáticas, como lo demuestra, en particular, su aplicación a los problemas de la biotecnología y el uso de técnicas de modelización. Para formar profesionales de la agricultura capaces de desarrollar sus actividades en la producción moderna, es necesario proporcionarles una formación continua en Matemática, especialmente en la modelización Matemática, que está presente en cada caso que pueda presentarse en sus investigaciones.

El modelado, es decir, el proceso mediante el cual un investigador construye un modelo representativo de un objeto o sistema real, es una herramienta para resolver ciertos problemas. Por eso es tan importante el empleo de modelos en la agricultura, para establecer relaciones entre variables, como la relación entre la cantidad de fertilizante aplicada a una planta y su rendimiento, y para optimizar los recursos en la resolución de problemas agrícolas, para relacionar los procesos físicos, químicos, biológicos, sociales y mecánicos que ocurren en los sistemas agrícolas, para identificar los tipos y variedades plantas y animales, con principios de protección y conservación, usando modelos matemáticos con la ayuda de ordenadores.

3.1. Problemas de Optimización.

El problema de encontrar valores óptimos para las operaciones ha sido estudiado por una serie de actores de diferentes disciplinas científicas. En el caso de la programación lineal particular, se basa en el estudio de modelos matemáticos para asignar eficientemente recursos finitos en procesos conocidos con el fin de alcanzar los objetivos deseados (por ejemplo, maximizar los beneficios o minimizar los costes), y este método es aplicable a los problemas de tráfico rodado, asignación de espacios y utilización del parque de maquinaria.

- La resolución de sistemas de ecuaciones lineales se utiliza en todo el mundo para la optimización de procesos, asimismo Caña (1992) menciona que la Matemática se aplica en la modelización, la determinación de ratios de eficiencia y el cálculo de matrices de

riesgo, por lo que debería ser parte del arsenal de entendimientos de cualquier ingeniero de procesos.

3.2. Problemas estadísticos

La distribución normal se utiliza en estadística principalmente para comparar el número de plantas o animales y para calcular la vida media de la maquinaria agrícola. Otros métodos estadísticos ampliamente usados, como la prueba de hipótesis y el análisis de la varianza, prueban y disponen si una nueva tecnología aumenta la producción promedio. Betancourt et al., (2008) mencionan que la Matemática permite probar si un nuevo método de producción de piezas aumenta la vida útil de las mismas; planifican y utilizan eficazmente la maquinaria y los equipos agrícolas; comparan diferentes tipos de suelos o prácticas agrícolas.

En ingeniería agrícola, los métodos estadísticos multivariantes permiten analizar muchas variables y las relaciones entre ellas, así como la realización de estudio de las propiedades físicas y organolépticas de las frutas y la construcción de modelos de predicción de estas propiedades.

3.3. Problemas con los cálculos y las relaciones entre los valores

Calcular el pH del suelo, conociendo la concentración de hidronio, conduce a una ecuación funcional muy útil para estudiar las propiedades del suelo, así como la desventaja de este proceso. Otra función comúnmente utilizada es la curva de respuesta, que ayuda a determinar la relación entre el cultivo y los nutrientes en el campo.

Las herramientas de cálculo diferencial e integral se emplean para calcular superficies de terreno de forma irregular a partir de mediciones de campo y para calcular las tasas de crecimiento de los cultivos.

En maquinaria agrícola la derivada se puede utilizar para calcular velocidades y aceleraciones de hojas en función del tiempo en actuadores axiales, que dependen del desplazamiento, velocidad y aceleración de una sección en función de la forma del ángulo del cigüeñal

El cálculo del trabajo de la fuerza estática externa durante el desarrollo de la deformación de empuje (compresión) está determinado por la integral del diferencial, y

los límites integrales van desde 0 hasta el valor final del desplazamiento de la deformación.

Los investigadores realizan mediciones y observaciones que les permiten recopilar un conjunto de datos que reflejan el comportamiento de un fenómeno. Para un estudio efectivo de un fenómeno, se necesita un modelo matemático que lo represente. Hay varias maneras de encontrar este patrón; Los métodos de ingeniería más utilizados son los polinomios de Lagrange y Newton, que proporcionan una aproximación precisa en el campo. El uso de estos polinomios facilita la interpretación de los fenómenos.

Los avances de la informática han facilitado los cálculos y existen varios programas matemáticos que dan solución a este problema.

Para la resolución de cada uno de estos ejemplos se utilizan diversos programas matemáticos como DERIVE 6.0, MN (MÉTODOS NUMÉRICOS), QMWIN, ANSYS, MATHEMATICA, GRÁFICOS ESTADÍSTICOS Y SPSS.

4. CONCLUSIÓN

Mediante la presente investigación se determinó que la aplicación Matemática en la ciencia agropecuaria es de suma importancia, ya que desde hace siglos y en la actualidad se la aplica de distintas formas y en diferentes situaciones ya que los investigadores agropecuarios o agrónomos necesitan evaluar la relación que existe entre la multiplicación de bacterias y tiempo, la hidrólisis proteica de una enzima y sustrato a aplicar, entre la fertilización requerida y el rendimiento del cultivo, la aplicación de la Matemática también ha permitido predecir el comportamiento de los cultivos en condiciones específicas posibilitando integrar conocimientos fisiológicos, datos meteorológicos y ciencia del suelo, obteniendo de esta forma una agricultura eficaz. En cuanto a la parte pecuaria el veterinario necesita evaluar cierta enfermedad según las condiciones climáticas y del lugar donde se hallen los animales. Asimismo, analiza las curvas de crecimiento de los animales y de producción de leche, así como las curvas de respuesta a diferentes fármacos (García, 2014).

Por tal razón, es importante que los profesionales involucrados en las ciencias agrícolas comprendan cómo las herramientas Matemáticas les ayudan a analizar un fenómeno o crear un nuevo modelo matemático para reflejar la realidad del entorno en el que se encuentran, es decir, pueden utilizar consciente y racionalmente las Matemáticas en la solución de diversos problemas agrícolas; empleando además los softwares existentes.

Finalmente, es indispensable mencionar que la Matemática también es aplicada en el mundo de las finanzas agropecuarias, ya que son empleadas en el mundo comercial obteniendo de esta manera todos los beneficios posibles de esta ciencia.

5. REFERENCIAS

Betancourt, Y., García, R., López, P., & Cabrera, P. (2008). Efectos de la tecnología de preparación de suelos pesados sobre la brotación de malezas en caña de azúcar". Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 78-81.

Brito, M. (2011). Papel de la modelación Matemática en la formación de los ingenieros. Ingeniería Mecánica. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442011000200005

Caña, R. (1992). "Análisis de simulación en el planteamiento de modelos para la resolución de problemas agrícolas". RCIA, 1-2.

Cañibano, A., & Confalone, A. (2020). Los conocimientos previos matemáticos en otras ciencias. Epsilon: Revista de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales". https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7663586

Chávez, D. (2006). "Importancia de la enseñanza de las Matemáticas en las carreras agropecuarias". Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 78-81.

Chávez, D. (2013). La Matemática: una herramienta aplicable a la Ingeniería Agrícola. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000300014

Chávez, D., & Arteaga, Y. (2017). La contribución de la Estadística en la formación del profesional agropecuario, agroindustrial y forestal. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. https://www.redalyc.org/pdf/636/63651419001.pdf

Fernández, L., & Rangel, L. (2019). Modelacion Estadistico-Matematica en Procesos Agrarios. Una aplicacion en la Ingenieria Agricola. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.

https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA593803025&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=10102760&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7E748e62fe

García, L. (2014). Perfeccionamiento del proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Matemática en la carrera de ingeniería Agrícola. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Martínez, B. (2011). Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura, una revisión. Tropical and subtropical agroecosystems. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000300004

Ramírez, I., & Mazon, B. (2018). Análisis de Datos Agropecuarios. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12540

Rodríguez, O., & Florido, R. (2018). Aplicaciones de la modelación Matemática y la simulación de cultivos agrícolas en Cuba. Cultivos Tropicales. https://www.redalyc.org/journal/1932/193260614018/html/

Roldán, P. (2019). Modelo matemático. Economipedia. https://economipedia.com/definiciones/modelo-matematico.html

Rustom, A. (2012). ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA, PROBABILIDAD E INFERENCIA. Una visión conceptual y aplicada. Universidad de Chile . https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120284/Rustom_Antonio_Estadistica_descriptiva.pdf?sequence=1

Tapia, M. (2018). Estadistica aplicada a la administración y la economia . Centro de Investigación y Desarrollo de Ecuador. http://repositorio.cidecuador.org/bitstream/123456789/72/1/Estadistica%20Aplicada%20a%20la%20Administracion%20y%20la%20Economia.pdf

ANEXOS

Marco teórico

Rodríguez & Florido (2018) realizaron una revisión bibliográfica sobre la aplicación de la modelación y simulación en cultivos agrícolas en Cuba, con el fin de comunicar la naturaleza e importancia de su uso como herramienta para la evaluación del cultivo de cultivos agrícolas. A su vez, introducen brevemente algunos conceptos relacionados con la modelización de cultivos y los principales tipos de modelos que se pueden utilizar en función de su uso agrícola.

Ramírez & Mazon (2018) Según la revista Fortune, en 2015, 151 empresas tecnológicas de nueva creación recibieron 976 millones de dólares en financiación para centrarse en el análisis de datos agrícolas para la producción de alimentos. Empresas multinacionales como Monsanto, DuPont y Archer Daniels Midland están invirtiendo sumas significativas en programas de ciencia de datos agrícolas. Este movimiento de inversión tiene sentido porque en los últimos años ha surgido un número creciente de máquinas, equipos, sistemas de seguimiento y control para el sector agrícola que producen datos y son necesarios para la interpretación de estos datos. Los dispositivos de generación de datos incluyen tractores, arados, sembradoras, cosechadoras, redes de sensores, estaciones meteorológicas, espectrómetros portátiles, skimmers, cámaras, imágenes satelitales, invernaderos y almacenes inteligentes. Por esta razón, el Departamento de Agricultura de EE. UU ha invertido en una iniciativa OpenAg para abrir los datos. Esta situación significa que se necesitará un esfuerzo multidisciplinario entre los expertos en ciencia de datos y el sector agrícola para responder a la demanda global emergente y aumentar la producción de alimentos más eficiente.

Fernández & Rangel (2019) mencionandan que en el sector agropecuario existe una creciente demanda por describir procesos que requieren de modelación estadístico-Matemática, así como metodologías de trabajo que permitan el desarrollo eficiente de proyectos de investigación. En ese sentido, la Universidad Agraria de La Habana (UNAH) cuenta con un grupo multidisciplinario que desarrolla modelos matemáticos, herramientas estadísticas y el uso del cálculo diferencial para encontrar soluciones y salidas óptimas. Debido al interés de este tema y su impacto en la investigación, desarrollaron esta revisión para establecer criterios y evaluaciones en el análisis y aplicación de modelos que describen procesos agrícolas basados en estadísticas

Matemáticas. Se probaron modelos logísticos y de Von Bertalaffy, incluyendo aplicaciones para estudiar curvas postcosecha de pérdida de peso (g) en el cultivo de piña, y se realizaron análisis comparativos en los que el modelo logístico permitió mejores explicaciones y aclaraciones. Cinética de la pérdida de peso e indicadores del ritmo y momento en que se alcanza la tasa máxima de pérdida de peso. Concluyó que el desarrollo de modelos estadístico-matemáticos permite abordar una variedad de problemas recientes de investigación en agricultura y nuevos desafíos de enseñanza e investigación científica en las universidades.

Cañibano & Confalone (2020) mencionan que este trabajo tiene una naturaleza propositiva y demuestra la aplicación directa de la Matemática a conceptos clave en las ciencias agrícolas y muchos otros conceptos como la radiación solar. De esta manera, se integran dos componentes del aprendizaje significativo: el conocimiento previo y la nueva información.