



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo
para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

Estudio para la elaboración de una base de datos en Excel para el
cálculo de la dosificación de nutrientes en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

AUTORA:

Viviana María Alcívar Vera

TUTORA:

Lcda. Martha Viviana Uvidía Vélez, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

La tecnología en la agricultura juega un rol muy importante ya que ha mejorado la rentabilidad de la actividad agrícola, reduciendo el impacto ambiental, produciendo alimentos con mayor cantidad, más saludables y orientados a los gustos y preferencias de los consumidores. Al igual que otras industrias, la transformación digital está ayudando al sector agrícola, dando lugar a lo que se conoce como agricultura de precisión. Es una opción acertada para mediar con precisión las variaciones de multitud de variables en los campos de cultivo y así mejorar la cantidad y calidad de productos agrícolas. El sector agrario afronta un conjunto de retos que está muy relacionado con el futuro de la humanidad. La ciencia de datos contribuye a que se pueda ver y comprender lo que está sucediendo en los campos con una precisión sin precedentes, lo cual permite tomar decisiones mucho más acertadas y eficientes para la producción. Dado que se sabe que pequeñas variaciones en las cantidades de los insumos empleados de forma selectiva en momentos y lugares determinados pueden conducir a grandes diferencias en el resultado de las cosechas, los agricultores pueden utilizar la ciencia de los datos para decidir con precisión la cantidad correcta de fertilizantes o pesticidas que se necesita para maximizar el rendimiento y minimizar los daños en el entorno. Es por eso que el presente proyecto se basa en la elaboración de una base de datos en Excel lo cual mediante fórmulas informáticas ayudara a calcular la cantidad de nutrientes que requiere un cultivo de maíz, haciendo así más fácil el trabajo de fertilizar.

Palabras claves: agricultura, base de datos, Excel, fertilización, tecnología

SUMMARY

Technology in agriculture plays a very important role since it has improved the profitability of agricultural activity, reducing the environmental impact, producing food in greater quantity, healthier and oriented to the tastes and preferences of consumers. Like other industries, digital transformation is helping the agricultural sector, giving rise to what is known as precision agriculture. It is a successful option to accurately measure the variations of a multitude of variables in crop fields and thus improve the quantity and quality of agricultural products. The agricultural sector faces a set of challenges that is closely related to the future of humanity. Data science helps to see and understand what is happening in the fields with unprecedented precision, allowing for much more accurate and efficient decisions for production. Since small variations in the amounts of inputs used selectively at given times and places are known to lead to large differences in crop outcomes, farmers can use data science to accurately decide the right amount of fertilizers or pesticides needed to maximize yield and minimize damage to the environment. That is why this project is based on the development of an Excel database which, through computer formulas, will help calculate the amount of nutrients required by a corn crop, thus making the work of fertilizing easier.

Keywords: technology, agriculture, database, Excel, fertilization

INDICE

RESUMEN.....	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1 Definición del tema caso de estudio.....	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. General.....	4
1.4.2. Específicos.....	4
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.5.1. Que es el Excel.....	4
1.5.1.1. Para qué sirve Excel	5
1.5.1.2. Ventajas del uso Excel.	5
1.5.1.3. La hoja de cálculo como herramienta Excel.....	5
1.5.2. Definición de dato.	7
1.5.2.1. Tipos de datos.	7
1.5.3. Datos estadísticos.....	7
1.5.4. Que es base de datos	8
1.5.4.1. Características de las bases de datos.....	8
1.5.4.2. Para qué sirve una base de datos	9
1.5.5. Beneficios de aplicar la tecnología a la agricultura.....	9
1.5.5.1. Ventajas de la tecnología en la agricultura	10
1.5.5.2. Desventajas de la tecnología en la agricultura	11
1.5.6. Importancia de base de datos en la fertilización	11
Origen del maíz	11
1.5.7. Clasificación taxonómica del maíz	12
1.5.8. Características botánicas:.....	12
Nutrientes esenciales en la planta	13

1.5.9. Análisis de suelo	14
1.5.9.1. El maíz y sus requerimientos nutricionales	14
1.6. Hipótesis	19
1.7. Metodología de la investigación	20
CAPITULO II.....	21
RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.....	21
2.1 Desarrollo del caso	21
2.2 Situaciones detectadas	21
2.3. Soluciones planteadas	21
2.4 Conclusiones	22
2.5 Recomendaciones	22
BIBLIOGRAFIA.....	23

INTRODUCCIÓN

La tecnología va de la mano de la agricultura, pues desde siempre el agricultor ha procurado facilitarse la ardua labor que implica el campo, la tecnología en la agricultura se puede definir como cualquier herramienta que suponga un avance en el modelo de trabajar y que mejore la eficiencia de una explotación. A pesar que casi no lo percibamos, algunas de las actividades y labores que se realizan en una jornada de trabajo en el campo implican el uso de la tecnología (Santos y Carpio 2018).

Una hoja de cálculo es una herramienta sumamente útil para que las personas puedan trabajar con números y realizar cálculos con ellos. Permite trabajar con una gran cantidad de datos y números, y gracias a una gran variedad de funciones que la integran se puede realizar cálculos matemáticos, estadísticos, técnicos y financieros, es muy importante para la toma de decisiones, ya que permite ver el efecto que los cambios en las variables ocasionan en el resultado deseado (Cano et al 2019).

Los nutrientes son elementos que requieren las plantas para su crecimiento y desarrollo, si falta alguno de ellos en su totalidad la planta no puede completar su ciclo de vida y muere. Las plantas necesitan una alimentación equilibrada y adecuada si existe una deficiencia de los nutrientes esenciales que las plantas necesitan puede haber consecuencias severas los cuales llevara a la planta a obtener malos resultados en el cultivo. Los elementos primarios son el nitrógeno, el fósforo y el potasio Los elementos secundarios son el calcio, el magnesio y el azufre. Por su parte, los micronutrientes o microelementos son los siguientes: Hierro, (Fe), Cobre (Cu), Boro (B), Cloro (Cl), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn) (Caicedo 2017).

El maíz tiene necesidades nutricionales por unidad de producción similares a otros cereales, como el trigo o la cebada. Pero debido a sus producciones, habitualmente mucho más altas, las cantidades de nutrientes demandadas por el maíz, en términos absolutos, son mucho más elevadas. Normalmente el análisis de suelo permite anticipar los posibles problemas nutricionales que las plantas pueden encontrar en el suelo, o descartar la fertilidad del suelo como un factor limitante en la producción de altos rendimientos y calidad de cosecha (Figuroa y Alex 2016).

El presente documento tiene como finalidad calcular con exactitud la dosis que se aplica en cada cultivo utilizando una hoja de Excel.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del tema caso de estudio

El presente documento se desarrolló con la finalidad de calcular la cantidad de dosis que se aplica en el cultivo de maíz, el cálculo se lo realizará mediante una hoja de Excel utilizando varias fórmulas.

1.2 Planteamiento del problema

La cantidad adecuada de fertilizante que se aplica a una planta ya sea en exceso o que pueda faltar es la problemática que muchas veces queda en duda, al igual que la frecuencia con la que se debe aplicar. Además, debido al alto costo de los fertilizantes y que cada vez se están incrementando hace que muchos agricultores o productores lo dejen de aplicar, o si lo hacen lo realizan de forma empírica sin saber cuándo, cuánto, y ni cómo aplicar por no basar su fertilización en resultados de análisis de suelo.

Es por ello que mediante una hoja de cálculo se podrá calcular de manera correcta cual es la cantidad que requiere la planta y con qué frecuencia se debería aplicar.

1.3 Justificación

La presencia de los nutrientes de forma balanceada y una manera correcta de aplicación juega un rol muy importante en las plantas, de esto va a depender el rendimiento que se tenga en el cultivo. En varias ocasiones muchos agricultores al momento de aplicar el fertilizante a la planta aplican de forma empírica sin saber si es la cantidad adecuada que esta requiere, y a su vez la frecuencia con la que debe ser aplicada, en el término técnico no se recomienda exceder ni disminuir la cantidad de fertilizante en la planta sino solo lo que la planta requiere ya que podría influir de manera negativa en su proceso de crecimiento y a su vez afectando el rendimiento del cultivo.

La presente investigación buscará calcular la cantidad de nutrientes con sus respectivas dosis y frecuencia en el cultivo de maíz.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Elaborar una base de datos en Excel para el cálculo de la dosificación de nutrientes en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

1.4.2. Específicos

- Sintetizar información documentada sobre el uso de una base de datos para el cálculo de la dosificación de nutrientes en el cultivo de maíz.
- Elaborar una tabla de Excel para el cálculo de la dosis y frecuencia de aplicación de los fertilizantes en el cultivo de maíz.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Que es el Excel.

Microsoft Excel, es un software de aplicación publicado por la empresa Microsoft, que brinda soporte digital a las labores contables, financieras, organizativas y de programación, mediante hojas de cálculo. Forma parte del paquete Microsoft Office, que contiene diversos programas de oficina como Microsoft Word, Microsoft Power point, etc.

Excel es posiblemente el programa más popular de su área en el mundo entero, publicado en diferentes versiones y actualizaciones desde su primerísima aparición en 1985, Entre su oferta de capacidades está la gestión de tablas, formatos y fórmulas matemáticas, así como funciones pre programadas, y su correspondiente conversión a gráficos de diversa naturaleza. Este programa pertenece a Microsoft bajo licencia comercial de uso y funciona bajo los entornos operativos de Windows, Macintosh y algunos otros, en diversos idiomas (Jurado et al 2016).

1.5.1.1. Para qué sirve Excel

Como se ha dicho, Excel es un sistema de hojas de cálculo, esto es, de planillas de gestión de información de manera ordenada y sistemática, permitiendo la automatización de operaciones lógicas (aritméticas, geométricas, etc.) y facilitándole la vida a los contadores, financieros, gestores de información e incluso a quienes trabajan con listas. Se trata de una aplicación versátil, útil sobre todo para elaborar tablas, gráficas y otras operaciones de representación de la información, a partir de una matriz virtualmente infinita de filas y columnas en las que pueden introducirse y personalizarse los datos. Además, Excel cuenta con un sistema de macros o fórmulas automatizadas, que permiten también su empleo con fines de algoritmos y programación (Carmona y Gutiérrez 2016).

1.5.1.2. Ventajas del uso Excel.

- ✓ En esta hoja de cálculo se puede utilizar cualquiera de sus más de 300 funciones disponibles y fórmulas de distinto tipo. Estas permiten realizar restas, sumas, multiplicaciones, ecuaciones, potencias, divisiones, etc.
- ✓ Su cuadrícula es versátil y dispone de múltiples formatos y características. Además, posee una gran capacidad de almacenamiento.
- ✓ Excel permite insertar gráficos de todo tipo como circulares, de barra, área, de línea, etc. También puedes incorporar tablas, organigramas e imágenes. Esto enriquece los análisis e informes, los que se puedan completar con datos mucho más claros y precisos.
- ✓ Permite elaborar completos informes, entregando un análisis mucho más completo y detallado en base a datos certeros y mejor trabajados.
- ✓ Su interfaz efectiva y rápida ayuda a realizar tareas diarias de manera sencilla y práctica. Esto permite acotar y organizar mejor el tiempo. Con Excel lo que antes se llevaba horas hoy se puede hacer en pocos minutos.
- ✓ Excel permite crear bases de datos muy completas, ya que se puede registrar y clasificar una gran cantidad de información de manera eficiente.

1.5.1.3. La hoja de cálculo como herramienta Excel.

Una hoja de cálculo es un programa que muestra un formato de tabla, una matriz de celdas identificadas por una letra para cada columna (vertical) y por un

número para cada fila (horizontal). Las dimensiones de las celdas son variables y pueden contener: números, letras o almacenar fórmulas matemáticas y mostrar su resultado numérico. Las hojas de cálculo también permiten visualizar la información en forma gráfica y realizar secuencias de operaciones donde los datos pueden ser cambiados o estar enlazados a otros (Raviolo y Aguilar 2011).

La hoja de cálculo puede convertirse en una poderosa herramienta para crear ambientes de aprendizaje que enriquezcan la representación (modelado), comprensión y solución de problemas, especialmente en el área de matemáticas. Desafortunadamente, la mayoría de docentes y estudiantes se limitan a utilizar sólo funciones básicas de ella, como tabular información y realizar cálculos mediante fórmulas, desconociendo que ofrece funcionalidades que van más allá de la tabulación, cálculo de fórmulas y graficación de datos, permitiendo crear y hacer uso de simulaciones que posibilitan a los estudiantes para realizar representaciones que permiten construir un puente entre las ideas intuitivas y los conceptos formales.

A continuación, se presenta varias de las funciones que brinda la hoja de cálculo:

- ✓ Organizar datos (ordenar, categorizar, generalizar, comparar y resaltar los elementos claves)
- ✓ Realizar diferentes tipos de gráficas que agreguen significado a la información ayudando en la interpretación y análisis
- ✓ Identificar e interpretar para un conjunto de datos, el máximo y mínimo, media, mediana y moda;
- ✓ Comprender conceptos matemáticos básicos como conteo, adición y sustracción
- ✓ Estimular las capacidades mentales de orden superior mediante el uso de fórmulas para responder a preguntas condicionales del tipo “si... entonces”.
- ✓ Usar fórmulas para manipular números, explorar cómo y qué formulas se pueden utilizar en un problema determinado y cómo cambiar las variables que afectan el resultado.

1.5.2. Definición de dato.

En informática un dato es la representación de una variable que puede ser cuantitativa o cualitativa indica un valor que se le asigna a las cosas y se representa a través de una secuencia de símbolos, números o letras. Los datos describen hechos empíricos. Para examinarlos deben ser organizados o tabulados, ya que un dato por sí mismo no puede demostrar demasiado, sino que se evalúa el conjunto para examinar los resultados (Falcón y Herrera 2017).

1.5.2.1. Tipos de datos.

En programación es indispensable determinar a qué tipo o categoría corresponden los datos con los que se trabaja. Cada conjunto de datos de un tipo específico se manipula de diferente manera para obtener los resultados deseados.

Numérico

- ✓ Entero. Tipo de dato formado por una variable numérica que no cuenta con parte decimal.
- ✓ Real. Tipo de dato formado por una variable numérica que puede contar con parte decimal.

Texto

- ✓ Carácter. Tipo de dato formado por una unidad o símbolo que puede ser una letra, un número, una mayúscula o un signo de puntuación.
- ✓ Cadena. Tipo de dato formado por un conjunto de caracteres dispuestos de forma consecutiva que se representa entre comillas.

Lógico

- ✓ Boolean. Tipo de dato que puede representar dos valores: verdadero o falso.

1.5.3. Datos estadísticos

La estadística es la rama de la matemática que analiza datos obtenidos de diferentes muestras representativas para conocer un fenómeno. Existen dos tipos de

datos que se analizan en la estadística, que deben ser procesados y enmarcados dentro de un contexto para generar información.

- ✓ Datos cualitativos. Datos que responden a la pregunta ¿cuál? o ¿cuáles? y se representan con letras. Por ejemplo: nombre, género.
- ✓ Datos cuantitativos. Datos que están referidos a los números. Por ejemplo: precio, altura, edad.

1.5.4. Que es base de datos

Desde el punto de vista informático, la base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulen ese conjunto de datos. Cada base de datos se compone de una o más tablas que guarda un conjunto de datos. Cada tabla tiene una o más columnas y filas. Las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento que quiere guardar en la tabla, cada fila de la tabla conforma un registro (Vásquez y Yester 2019)

1.5.4.1. Características de las bases de datos.

Entre las principales características de los sistemas de base de datos se puede mencionar:

- ✓ Independencia lógica y física de los datos.
- ✓ Redundancia mínima.
- ✓ Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios.
- ✓ Integridad de los datos.
- ✓ Consultas complejas optimizadas.
- ✓ Seguridad de acceso y auditoría.
- ✓ Respaldo y recuperación.
- ✓ Acceso a través de lenguajes de programación estándar.
- ✓ Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD)

1.5.4.2. Para qué sirve una base de datos

Una base de datos es una herramienta que sirve para recopilar y organizar información. Las cuales pueden almacenar información sobre personas, productos, pedidos u otras cosas. Muchas bases de datos comienzan como una lista en una hoja de cálculo o en un programa de procesamiento de texto. A medida que la lista aumenta su tamaño, empiezan a aparecer redundancias e inconsistencias en los datos. Cada vez es más difícil comprender los datos en forma de lista y los métodos de búsqueda o extracción de subconjuntos de datos para revisión son limitados. Una vez que estos problemas comienzan a aparecer, una buena idea es transferir los datos a una base de datos creada con un sistema de administración de bases de datos (Marquina y Fresia 2020).

1.5.5. Beneficios de aplicar la tecnología a la agricultura

Gracias a la tecnología, los agricultores ya no tienen que aplicar agua, fertilizantes y pesticidas uniformemente a través de campos enteros. En cambio, pueden utilizar cantidades mínimas requeridas y dirigirse a áreas muy específicas, o incluso tratar plantas individuales de manera diferente (García y Flego 2008).

- ✓ Mayor productividad de los cultivos
- ✓ Disminución de vertidos químicos en ríos y aguas subterráneas
- ✓ Mayor seguridad de los trabajadores

Además, las tecnologías robóticas permiten la monitorización y una gestión más confiable de los recursos naturales, como la calidad del aire y del agua. También da a los productores un mayor control sobre la producción, procesamiento, distribución y almacenamiento de plantas y animales, lo que resulta en:

- ✓ Mayor eficiencia y menores precios
- ✓ Condiciones de cultivo más seguras y alimentos más seguros
- ✓ Reducción del impacto ambiental y ecológico

El avance tecnológico en la agricultura promueve la eficiencia y la introducción económica a lo largo de los sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles. Las tareas reducen su costo y los servicios llegan a más personas. La tecnología aplicada en el sector agrícola brinda oportunidades para aumentar la eficiencia en la integración del comercio electrónico abriendo la participación de los agricultores locales al mercado mundial (Santos 2018).

1.5.5.1. Ventajas de la tecnología en la agricultura

Como se ha hecho saber, la tecnología es una herramienta aliada, ha sido desarrollada para ayudar. Por eso, algunos de los beneficios que más se destacan de la tecnología en la agricultura es el mejor control y gestión de las explotaciones agrícolas, mejorando así la productividad ahorrando recursos y tiempo.

La tecnología agrícola tiene la finalidad de acrecentar el rendimiento del trabajo y la tierra. Las ventajas que se pueden encontrar en la tecnología agrícola aplicada a los cultivos protegidos, son varios, principalmente:

- ✓ Se elimina la realización del laboreo y permite cultivar en invernaderos con problemas de suelo.
- ✓ Supone un incremento en producción de hasta un 15- 20%, frente a un mismo cultivo en suelo, pues las plantas se encuentran en unas condiciones de nutrición ideales. Cabe señalar que, para que realmente funcione, el resto de factores productivos (temperatura, humedad relativa del aire, luz, frecuencia de aporte de agua, nivel carbónico y estado sanitario) deben estar en valores adecuados.
- ✓ Al prescindir del suelo y cultivar en sustratos esterilizados, se garantiza la sanidad del sistema radicular.
- ✓ Se produce un ahorro en fertilizantes y agua, al ser aprovechados de nuevo en la misma explotación.
- ✓ Además, permite tener un conocimiento preciso de lo que ocurre, se pueden obtener datos en tiempo real acerca del estado de la tierra y los cultivos.

De acuerdo a las ventajas mencionadas, podría decir que la tecnología facilita el trabajo de los agricultores y mejora la productividad de las cosechas.

1.5.5.2. Desventajas de la tecnología en la agricultura

Por un lado, siempre que se implementa tecnología, la inversión y el desembolso inicial es lo que más hace pensar a los agricultores y ganaderos. Hay que ser realista que no siempre se cuenta de dinero inicial para ello, pero también hay que tener en cuenta que al fin y al cabo es una inversión y los beneficios a medio y largo plazo serán mayores.

1.5.6. Importancia de base de datos en la fertilización

Al hablar de fertilización, hay muchas variantes abordables. La tecnología, por ejemplo, tiene que ver con la demanda de los productores y prestadores que apuntan a optimizar tiempos y recursos. Por ello, es necesario personal capacitado y un equipo de trabajo soporte por parte de las empresas que pueda asistir y brindar herramientas en post del crecimiento del usuario.

Con tecnologías como las plataformas digitales, que permiten realizar manejos por ambientes y aplicaciones de dosis variable, con cortes automáticos, el usuario puede ajustar la dosis en metros cuadrados acorde a su necesidad. Parámetros como controles de ancho de labor, superposición y coeficiente de variación son los puntos fuertes a la hora de regular y calibrar un equipo. Los productores saben qué dosis aplicar y cómo, pero además de esto, se hace fuerte hincapié en satisfacer la demanda sobre el conocimiento de la fertilizar correctamente para maximizar aún más los beneficios de la fertilización en el cultivo (Méndez y Bertsch 2012).

Origen del maíz

El maíz (*Zea mays*) es un pasto de la familia botánica Poaceae o Gramineae, al igual que el trigo, el arroz, la cebada, el centeno y la avena. Este cultivo se originó mediante el proceso de domesticación que llevaron a cabo los antiguos habitantes de Mesoamérica, a partir de los “teocintles”, gramíneas muy similares al maíz, que crecen de manera natural principalmente en México y en parte de Centroamérica (CONABIO 2020).

1.5.7. Clasificación taxonómica del maíz

Reino: Plantae;

Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares);

Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas);

División: Magnoliophyta (plantas con flor);

Clase: Liliopsida (monocotiledóneas);

Subclase: Commelinidae;

Orden: Cyperales.

Género: Zea

Especie: Mays

1.5.8. Características botánicas:

Raíz

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. Presenta dos tipos de raíz: las primarias y fibrosas que van bajo tierra, y las adventicias que brotan del primer nudo de la planta y son superficiales (Sánchez y Pérez 2015).

Hojas

Generalmente lanceoladas, largas y finas, alcanzando los 120 centímetros de longitud y los 9 centímetros de ancho.

Inflorescencias. Se trata de las “flores” de la planta, distintas según el sexo de la misma:

- ✓ Masculinas. Llamada panícula, panoja, espiga, consisten en un eje central y ramas laterales, en donde brotan florecillas que poseen tres estambres cada una, en donde se produce el polen necesario para fecundar a las hembras.
- ✓ Femeninas. Llamadas mazorcas, son espigas cilíndricas dotadas de flores en hileras paralelas, provistas de ovarios en los que el polen germina, produciéndose así las semillas o granos que, al estar maduros, adquieren una textura bulbosa y coloración uniforme, siendo comestibles.

Nutrientes esenciales en la planta

Los nutrientes esenciales para las plantas son elementos que las plantas necesitan para un crecimiento adecuado. Dieciséis elementos son considerados nutrientes esenciales para las plantas. Los cuales son carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

Las plantas absorben el carbono y el oxígeno del aire a través de sus hojas, en la forma de dióxido de carbono (CO₂). En el proceso de fotosíntesis, las plantas transforman el dióxido de carbono y el agua en hidrógeno, carbono y oxígeno. Todos los demás nutrientes son absorbidos a través del sistema radicular.

Los macronutrientes se requieren en cantidades relativamente grandes. Los nutrientes secundarios se requieren en cantidades menores y los micronutrientes se requieren en cantidades muy pequeñas. Esto no implica que los micronutrientes sean menos importantes para la planta. Una deficiencia de un micronutriente puede limitar el crecimiento del cultivo en la misma medida que una deficiencia de macronutrientes (García y Navarro 2013).

Macronutrientes: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y potasio

Nutrientes secundarios – calcio, magnesio y azufre

Micronutrientes: boro, hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno y cloro.

Las plantas de la familia de las leguminosas pueden utilizar el nitrógeno atmosférico. Forman una relación simbiótica con bacterias específicas que convierten el nitrógeno atmosférico en amoníaco y luego en amonio, que es una forma de nitrógeno que la planta puede absorber. Este proceso se llama 'fijación de nitrógeno'

1.5.9. Análisis de suelo

Es una herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. Una de sus ventajas es que se destaca por ser un método rápido y de bajo costo, que permite ser utilizado por agricultores y empresas. La interpretación de los análisis se basa en estudios de correlación y calibración con la respuesta de las plantas a la aplicación de una cantidad dada del nutriente. Se pretende determinar el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, así como las condiciones adversas que pueden perjudicar a los cultivos, tales como la acidez excesiva, la salinidad, y la toxicidad de algunos elementos (Molina 2007).

Permite determinar el grado de fertilidad del suelo. La fertilidad es vital para que un suelo sea productivo, aunque un suelo fértil no necesariamente es productivo, debido a que existen otros factores de tipo físico como el mal drenaje, escasa profundidad, piedra superficial, déficit de humedad, etc. que pueden limitar la producción, aun cuando la fertilidad del suelo sea adecuada. El grado de potencial productivo de un suelo está determinado por sus características químicas y físicas.

Existen muchos procedimientos analíticos para el análisis de suelos, los cuales varían según las características de los suelos, tales como su mineralogía de arcillas, el tipo de carga iónica, la capacidad de Intercambio catiónico, el pH, etc. Muchos de esos procedimientos fueron diseñados para condiciones específicas de suelos.

1.5.9.1. El maíz y sus requerimientos nutricionales

El maíz o *Zea mays* es un cereal, una planta gramínea americana que necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K. al igual que un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en la época de crecimiento vegetativo. El abonado va

de acorde a las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante, se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8 (Remache et al 2017).

Tabla 1. Requerimiento nutricional del maíz.

Nutriente	Requerimiento	Indice de Cosecha	Rendimiento de 9000 kg/ha	
	kg/ton grano		Necesidad	Extracción
Nitrógeno	22	0.66	198	131
Fósforo	4	0.75	36	27
Potasio	19	0.21	171	36
Calcio	3	0.07	27	2
Magnesio	3	0.28	27	8
Azufre	4	0.45	36	16
Boro	0.020	0.25	0.180	0.045
Cloro	0.444	0.06	3.996	0.240
Cobre	0.013	0.29	0.117	0.034
Hierro	0.125	0.36	1.125	0.405
Manganeso	0.189	0.17	1.701	0.289
Molibdeno	0.001	0.63	0.008	0.005
Zinc	0.053	0.50	0.477	0.239

Fuente: <http://lacs.ipni.net/beagle/LACS-1091&f=AA%203.pdf>

Volumen de suelo

$10000 \text{ m}^2 \times 1.2 \text{ Densidad Aparente (g/cm}^3) \times 0.25 \text{ profundidad radicular (m)} \times 1000 = 3'000.000 \text{ kg. ha}^{-1}$

Cationes:

- ✓ **Saturación de base (SB):** La saturación de bases es la suma de los cationes básicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , y Na^+) presentes en los sitios de intercambio del suelo dividido por el total de CIC y expresado en porcentaje.

PH	MO	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn	Cl	Na	Al	Al+H
5,5	2,6	4,6	3,2	1,1	3,7	0,8	0,4	0,2	0,22	0,32	0,24	0,12	0,013	0,02	0,3	0,6
RC	M	B	M	M	A	B	B	B	A	M						
árido																
Suma de Bases					Ca	Mg	K	Na								
5,62					3,7	0,8	1,1	0,02								

- ✓ **Capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE):** La saturación de bases es la suma de los cationes básicos (Ca, Mg, K, Na más Al) presentes en los sitios de intercambio del suelo.

CICE	Ca	Mg	K	Na	Al
5,92	3,7	0,8	1,1	0,02	0,3

- ✓ **Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** La CIC es la suma total de los cationes intercambiables de un suelo.

CIC	Ca	Mg	K	Na	Al+H
6,22	3,7	0,8	1,1	0,02	0,6

% saturación de bases (sat. Bases): El porcentaje de saturación de bases se obtiene mediante la suma de la CICE y CIC dividido para 100.

Si un suelo posee más del 50 % de sat. de bases es un suelo fértil: eurotróficos.

Si un suelo posee menos o igual del 50 % de sat. de bases es un suelo infértil: distrotróficos.

% de Saturación de Bases	Suma de Bases	100
90,4	CIC	

- ✓ **% Saturación de Ca**

El porcentaje de la saturación de Ca se da mediante la división de la cantidad de calcio que posee el análisis de suelo y la suma de CIC multiplicado para 100

% de Saturación de Calcio	Ca	100
59,5	CIC	

- ✓ **% Saturación de Mg**

El porcentaje de saturación de Mg es división de la cantidad de Mg que posee el análisis de suelo y la suma de CIC multiplicado para 100

% de Saturación de Mg	Mg	100
12,9	CIC	

✓ **% Saturación de K**

El porcentaje de saturación de K es división de la cantidad de K que posee el análisis de suelo y la suma de CIC multiplicado para 100

% de Saturación de K	K	100
17,7	CIC	

✓ **% Saturación de Na**

El porcentaje de saturación de Na es división de la cantidad de Na que posee el análisis de suelo y la suma de CIC multiplicado para 100

% de Saturación de Na	Na	100
0,3	CIC	

Peso de suelo

Para obtener los kg de suelo/ha se multiplica los 100 m de ancho y largo que tiene una ha por los metros de profundidad del suelo y por la densidad aparente obteniendo un resultado de 3000 ton/ha, a esto se multiplica las 3000 ton/ha por 1000 y se obtiene los kg de suelo/ha.

		m	m	Prof (m)	DA (g/Cm3)
1 Ha		100	100	0,25	1,2
1 Ha	3000000 Kg suelo/ha			3000	
					3000 Ton/ha

Materia orgánica y nitrógeno asimilable

Para obtener los kg de MO se multiplica los kg de suelo/ha para el porcentaje de MO del analisis de suelo y se divide para 100.

Para obtener el kg de N total se multiplica el resultado de kg de MO por 5 dividido para 100.

Para obtener los kg de N asimilable de multiplica el resultado de kg de N total por 2 dividido para 100.

100 Kg suelo	2,6 Kg MO	78000 Kg MO	100 %	3900 Kg Ntotal	100 %
3000000 Kg suelo/ha	78000 Kg MO	3900 Kg N Total	5 %	78 Kg N asimila	2 %

Cálculo de nutrientes

Para obtener este cálculo de kg de DAP, se multiplica el valor referencial de kgp2o5 (104) para 100 kg de DAP.

Para saber cuántos sacos de DAP se necesitará se divide el valor de kg de DAP por 50. Y para obtener el valor monetario de cuanto se gasta se multiplica la cantidad de sacos por \$59,00 dólares que es el valor referencial que oscila cada saco de DAP.

				Sacos DAP	Valor Total	DAP
46	KgP2O5	100	Kg DAP			
104	KgP2O5	226,09	Kg DAP	4,52	266,8	
18	KgN	100	Kg DAP			
40,70	KgN	226,09	Kg DAP			

Para obtener el valor de kg de UREA se multiplica el valor referencial de kgN faltante (131,30) por 100 kg UREA dividido para kgN.

Luego se calcula la cantidad de sacos de UREA dividiendo 285,44 kg UREA para 50.

Y para el cálculo de gasto en la cantidad de sacos de multiplica la cantidad de sacos de UREA para \$45 dólares.

				Saco UREA	Valor Total	Urea
46	KgN	100	Kg UREA			
131,30	KgN	285,44	Kg UREA	5,71	256,9	

Para obtener el cálculo de la cantidad de muriato de potasio se multiplica el valor de kgk2O para 100 dividido para 60 kgk2O.

				Saco MURIA	Valor Total	MURIATO DE POTASIO
60	KgK2O	100	Kg MURIATO			
260,00	KgK2O	433,33	Kg MURIATO	8,67	346,7	

Para calcular la cantidad de sulfato de magnesio que se necesita se multiplica 60 kgso4 por 100 dividido para 12 kgso4.

El valor obtenido se divide para 50 dando como resultado la cantidad de sacos que se necesita.

				Saco Sulf M	Valor Total	SULFATO DE MAGNESIO
12	KgSO4	100	Kg SO4Mg			
60	KgSO4	500,00	Kg SO4Mg	10,00	350,0	
16	KgMgO	100	Kg SO4Mg			
80,0	KgMgO	500,00	Kg SO4Mg			

Para calcular la cantidad de ácido bórico se multiplica 3,00 kgB₂O₃ por 100 dividido para 11 kg B₂O₃.

El valor obtenido se divide para 50 y así da como resultado la cantidad de sacos que se requiere.

11 KgB ₂ O ₃	100 Kg Ac. Bórico	Saco Ac. Bó	Valor Total	Ac. Bórico
3,00 KgB ₂ O ₃	27,27 Kg Ac. Bórico	1,09	38,2	

Frecuencia de aplicación

En la tabla guía planteada esta detallado el porcentaje y los kg de aplicación de cada nutriente en días después de la siembra.

Porcentaje de aplicación en días despues de la siembra						
Días	N	P205	K20	MgO	SO4	B
0 DDS	16%	100%	50%	50%	50%	100%
20 DDS	54%		50%	50%	50%	
40 DDS	30%					
Kilogramos de aplicación, días despues de la siembra						
Días	N	P205	K20	MgO	SO4	B
0 DDS	226	226	130	250	250,00	27
20 DDS	154,14		130	250	250,00	
40 DDS	85,63					

Para la elaboración de la base de datos se debe considerar los resultados de un análisis de suelo para saber en qué cantidad se encuentran disponibles los nutrientes que requiere el cultivo de maíz, y también determinar si es un suelo eutrófico o distrofico, para así calcular mediante fórmulas la cantidad exacta de nutrientes que necesita la planta. Al igual que saber cuáles son los rangos de porcentaje de saturación que posee cada nutriente y que necesite o no la aplicación del producto.

1.6. Hipótesis

Ha= Una base de datos en Excel sirve para el cálculo de la dosificación de nutrientes en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Ho= Una base de datos en Excel no sirve para el cálculo de la dosificación de nutrientes en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

1.7. Metodología de la investigación

La presente investigación se desarrolló como componente bibliográfico, mediante una técnica de análisis, síntesis y resumen de la información obtenida.

Para la redacción del presente documento se buscará información de textos actualizados, bibliotecas virtuales, revistas, páginas web y artículos científicos que ayudarán con el desarrollo de la investigación sobre el cálculo de los nutrientes con sus respectivas dosis y frecuencia en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

2.1 Desarrollo del caso

En este proyecto se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo con la finalidad de poder saber cuál es la cantidad de nutrientes recomendada al momento de fertilizar el cultivo de maíz y así evitar una sobresaturación de nutrientes.

2.2 Situaciones detectadas

En el ámbito agrícola hoy en día la tecnología va dando una cantidad de cambios positivos que facilitan una serie de ventajas a la hora de fertilizar un determinado cultivo, pues con la ayuda de plataformas educativas se puede calcular de forma eficiente la cantidad adecuada que necesita un cultivo al momento de ser fertilizado.

Gracias a la tecnología, los agricultores ya no tendrán que aplicar agua, fertilizantes y pesticidas uniformemente a través de campos abiertos. En cambio, pueden utilizar cantidades mínimas requeridas y dirigirse a áreas muy específicas. Con todo lo desarrollado en el trabajo expuesto se pretende una mayor eficiencia de rendimiento en cultivos y minimizar los gastos de producción, además permite tener un conocimiento preciso de lo que ocurre, obteniendo datos en tiempo real acerca del estado de la tierra y del cultivo.

2.3. Soluciones planteadas

Gracias a la tecnología, los agricultores ya no tendrán que aplicar agua, fertilizantes y pesticidas uniformemente a través de campos abiertos. En cambio, pueden utilizar cantidades mínimas requeridas y dirigirse a áreas muy específicas. Con todo lo desarrollado en el trabajo expuesto se pretende una mayor eficiencia de rendimiento en cultivos y minimizar los gastos de producción, además permite tener un conocimiento preciso de lo que ocurre, obteniendo datos en tiempo real acerca del estado de la tierra y del cultivo.

2.4 Conclusiones

Con la amplia información obtenida del uso de una base de datos podría decir que es sumamente útil para el cálculo de la dosificación de nutrientes.

Con la elaboración de una base de datos es más fácil calcular cual es la cantidad de nutriente adecuada de fertilizante que debe ser aplicada en cualquier cultivo de maíz.

Es de mucha importancia saber los rangos de requerimiento de cada nutriente que necesite el cultivo para saber si necesita o no la aplicación de ese nutriente que haga falta.

2.5 Recomendaciones

Para el momento de cálculo en la base datos Insertar muy bien las fórmulas en Excel para obtener resultados de precisión y evitar cualquier tipo de error al momento de utilizar las fórmulas del fertilizante, debido a que pueden alterar la dosificación de nutrientes en la planta.

Contar con información veraz de un análisis de suelo para saber en qué porcentaje se encuentra disponible cada nutriente en el suelo

Difundir la base de datos a productores debido a que les será muy útil al momento de cálculo para la dosis de fertilizante.

BIBLIOGRAFIA

- Caicedo Acosta, L. A. (2017). Absorción y particionamiento de nutrientes en tres híbridos nacionales de maíz (zea mays l.) en la Zona Central del Litoral Ecuatoriano (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Cano-González, H. (2019). Herramientas ofimáticas genéricas y la hoja de cálculo.
- Carmona, J. G. (2016). Modelos financieros con Excel 2013: herramientas para mejorar la toma de decisiones empresariales. Ecoe Ediciones.
- CONABIO. (2020). Maíces Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México.
- De los suelos agrícolas de Costa Rica. Estado actual y principales cambios en el tiempo. San José, Costa Rica 108 p.
- Falcón, J., & Herrera, R. (2017). Análisis del dato Estadístico. Guía didáctica.
- Figueroa Diaz, A. D. (2016). Manejo de nutrientes faltante por sitio específico como aporte a la conservación de suelo, en la fertilización de maíz (ZEA MAYZ L) en el Cantón Vinces (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil; Facultad de Ciencias para el Desarrollo).
- García, E., & Flego, F. (2018). Agricultura de precisión. Revista Ciencia y Tecnología, 8, 99-116.
- García, G. N., & Navarro García, S. (2013). Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas. Mundi-Prensa Libros.
- Jurado, J. M., Muñiz-Valencia, R., Alcázar, A., Ceballos-Magaña, S. G., & González, J. (2016). Ajustando datos químicos con Excel: un tutorial práctico. Educación química, 27(1), 21-29.
- MARQUINA FLORES, F. A. (2020). Plan de Asignatura y Plan de Unidad de Aprendizaje BASE DE DATOS I INTRODUCCION A LA TEORIA DE BASE DE DATOS.
- Méndez, J.C., y F. Bertsch. 2012. El uso de bases de datos en el estudio de la fertilidad
- Molina, E. (2007). Análisis de suelos y su interpretación. San José, CR, CIA-UCR-Amino Grow International.
- Raviolo, A., Alvarez, M. A., & Aguilar, A. (2011). La hoja de cálculo en la enseñanza de la Física: re-creando simulaciones.

- Remache, M., Carrillo, M., Mora, R., Durango, W., & Morales, F. (2017). Absorción de macronutrientes y eficiencia del N, en híbrido promisorio de maíz. Patricia Pilar, Ecuador. *Agronomía Costarricense*, 41(2), 103-115.
- Sánchez Ortega, I., & Pérez-Urria Carril, E. (2015). Maíz I (*Zea mays*). *Ene*, 15, 39.
- Santos, L. K. C. (2018). El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(14), 25-32.
- Santos, L. K. C. (2018). El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(14), 25-32.
- Santos, L. K. C. (2018). El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(14), 25-32.
- Vasquez Lozano, Y. Y. (2019). Estructura y base de datos. Concepto y tipos de datos, Arrays, listas enlazadas, pilas, colas. Organización de base de datos. Tipos de base de datos, entidades y objetos. Uso de herramientas de cuarta generación en la base de datos. Aplicaciones a la realidad cotidiana.