



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO

**ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO: MANEJO DE LA
NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ
EN AMÉRICA LATINA**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Carlos Christopher Hidalgo Figueroa

LA LIBERTAD, 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO

**ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO: MANEJO DE LA
NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ
EN AMÉRICA LATINA**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor/a: Carlos Christopher Hidalgo Figueroa

Tutor/a: Ing. Nadia Quevedo Pinos

LA LIBERTAD, 2024

TRIBUNAL DE GRADO

Componente práctico de examen complejo presentado por **CARLOS CHRISTOPHER HIDALGO FIGUEROA** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 10/12/2024 (Día, mes, año)



Ing. Verónica Andrade Yucailla, PhD
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Arzube Mayorga Mercedes
**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Washington Perero Vera, MSc
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo Práctico de Examen de Grado de carácter complejo Titulado “**ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO: MANEJO DE LA NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ EN AMÉRICA LATINA**” y elaborado por **Carlos Christopher Hidalgo Figueroa**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS CHRISTOPHER
HIDALGO FIGUEROA**

Firma del estudiante

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, en primer lugar, a Dios, quien me ha otorgado la vida y continúa sosteniéndome en cada momento, incluso en aquellos en los que no comprendo su propósito. A pesar de las adversidades, confío en Él y agradezco por las fuerzas que me brinda diariamente para enfrentar mis desafíos. A mi padre, por ser un ejemplo de humildad, y a mi madre, por ser un símbolo de perseverancia. Su sacrificio y esfuerzo han hecho posible este logro. También deseo expresar mi gratitud a mi tutora, la Ing. Nadia Quevedo Pinos, por su excepcional capacidad, dedicación y la paciencia que mostró en el proceso de elaboración de este documento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecido siempre con Dios, porque de manera celestial me demostró y me hace entender a diario el verdadero camino de la sabiduría, de la bondad y de la alegría, y por la oportunidad de vida que me ha brindado a pesar de todo lo bueno y malo hasta el momento, sin Él nada de esto fuera sido posible.

A mi núcleo familiar, en especial a mis progenitores, mi padre Carlos Hidalgo Franco y mi madre Agustina Figueroa Limón por ser unos buenos ejemplares y pilares fundamentales en mi vida y demostrarme que todo resultado conlleva de esfuerzo, dedicación y sacrificio, inculcándome valores para así, ser siempre una persona de bien con todos, poniendo por delante la sencillez y humildad.

GRACIAS FAMILIA POR CONFIAR EN MÍ.

Y a todas esas personas que en el transcurso de mi proceso formaron parte de mi vida los cuales me enseñaron grandes lecciones dejando una gran marca que de aquellas aprendí y aun aprendo, de todo corazón los agradezco tanto.

Carlos Christopher Hidalgo Figueroa

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio bibliométrico para evaluar la producción científica sobre el tema "Manejo de la nutrición y fertilización del cultivo de maíz en América Latina". La recolección de información se llevó a cabo utilizando los descriptores "Fertilización", "Maíz", "Nutrición" y "América Latina" en español, portugués e inglés, mediante el software Harzing's Publish or Perish 8.2, en la base de datos Scopus, abarcando el período 2019-2024. Luego, se registraron los datos en Microsoft Excel, logrando recuperar un total de 1 926 documentos. De estos, se seleccionaron los primeros 40 con mayor clasificación en cada idioma, eligiendo finalmente 13 artículos que incluyeran el descriptor en el título, con una muestra total de 40 documentos para el análisis. Se estudiaron diversas variables como la autoría, el idioma de publicación más frecuente, el tipo de documento (artículos de investigación, revisiones, tesis, libros) y la cantidad de documentos. Además, se identificaron los países más activos en esta área de investigación, destacándose México con un 50% y Brasil con un 20% de las publicaciones, como los principales en el desarrollo científico sobre el uso de alternativas de fertilizantes para la nutrición del maíz. Asimismo, el análisis de la muestra total permitió determinar el tipo de fertilizante más utilizado en las investigaciones fueron los provenientes de la combinación de estiércol+ NPK con 38% seguida de la fertilización inorgánica nitrogenada (urea) 30%, Biofertilizantes (Estiércol bovino líquido) 20 %.

Palabras claves: Biofertilizantes, consorcios microbianos, Aplicaciones foliares.

ABSTRACT

In the present research work, a bibliometric study was conducted to evaluate the scientific production on the topic "Management of Nutrition and Fertilization of Maize Crops in Latin America." Information was collected using the descriptors "Fertilization," "Maize," "Nutrition," and "Latin America" in Spanish, Portuguese, and English through Harzing's Publish or Perish 8.2 software, using the Scopus database, covering the period from 2019 to 2024. Data were recorded in Microsoft Excel, retrieving a total of 1,926 documents. Of these, the top 40 with the highest ranking in each language were selected, ultimately choosing 13 articles that included the descriptor in the title, with a total sample of 40 documents for analysis. Various variables were studied, such as authorship, the most frequent publication language, document type (research articles, reviews, theses, books), and the number of documents. Additionally, the most active countries in this research area were identified, with Mexico standing out with 50% and Brazil with 20% of the publications, as the main contributors to scientific development on the use of fertilizer alternatives for maize nutrition. Furthermore, analysis of the total sample allowed the identification of the most commonly used type of fertilizer in research, with a combination of manure + NPK being used in 38% of the studies, followed by inorganic nitrogen fertilization (urea) at 30%, and biofertilizers (liquid bovine manure) at 20%.

Keywords: Biofertilizers, microbial consortia, foliar applications

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema:	2
Objetivos.....	2
Objetivo general:	2
Objetivos Específicos:	2
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Historia y Evolución del cultivo de maíz en la región.....	4
1.2 Importancia del Maíz en América Latina	4
1.3 Producción y demanda globales.....	5
1.4 Nutrición y Fertilización en Cultivos.....	6
1.4.1 Principios de la nutrición vegetal y su relación con la productividad	6
1.4.5 Tipos de fertilización utilizados en el cultivo de maíz	6
1.5 Efectos de la fertilización en el rendimiento y calidad del maíz.	6
2 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO	8
2.1 Estrategia de búsqueda de fuentes de información	8
2.2 Software para crear nubes de palabras.....	8
2.3 Organización de la información.....	8
2.4 Análisis de la información	9
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
3.1 Distribución de artículos según año de publicación.....	10
3.2 Distribución de artículos según idioma	11
3.3 Países que más publican.....	12
3.4 Tipo de documentos publicados.....	12
3.5 Tipo de Fertilizantes más usado.....	13

3.6	fuentes de fertilizantes usados para el manejo en la nutrición y fertilización del cultivo del maíz.....	15
3.7	Nube de palabras.....	17
CONCLUSIONES		18
RECOMENDACIONES		19
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de nutrientes primarios que aportan diferentes estiércoles	15
Tabla 2. Fuentes de nutrientes y sus concentraciones	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales países productores de maíz.....	5
Figura 2. Número de artículos por año sobre el maíz publicados en la base de datos de Scopus en los últimos 5 años... ..	10
Figura 3. Cantidad de artículos publicados por idioma en los últimos 5 años en la base de datos Scopus.....	11
Figura 4. Países que más publican e investigan sobre el tema del manejo del maíz.	12
Figura 5. Cantidad y tipo de documento de la muestra tomada (40 documentos)	13
Figura 7. Cantidad del tipo de fertilizante más utilizado en las publicaciones.....	14
Figura 8. Nube de palabras utilizadas en los artículos	17

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cultivos más significativos a nivel mundial, relevante en la alimentación humana, la nutrición animal y su uso en la industria. No obstante, su cultivo afronta grandes desafíos debido a la limitación de recursos disponibles, lo cual ha forjado una progresiva necesidad de desarrollar nuevos métodos y herramientas para mejorar su rendimiento. (Robles, 2018).

Un plan de fertilización equitativa que contenga la aplicación de N, P y K resulta esencial para maximizar el rendimiento del cultivo, optimizar la rentabilidad y acrecentar la eficiencia en el aprovechamiento de nutrientes, ya sea en el suelo como del fertilizante, al tiempo que disminuye el impacto en el ambiente. La ejecución de prácticas óptimas de manejo de fertilizantes es determinante para lograr estabilidad y aumento en los rendimientos, así como para fomentar la viabilidad en la producción agrícola. (Ciampitt, 2010).

Con la evolución de la agricultura, se presentan tanto desafíos como oportunidades en la fertilización del maíz, y lograr un balance entre la eficiencia productiva y la protección ambiental se ha vuelto un objetivo esencial. Entender cómo combinar prácticas modernas con técnicas tradicionales puede proporcionar soluciones que respondan a las necesidades alimentarias mundiales sin poner en riesgo la salud a largo plazo de los suelos y los ecosistemas (Muzha, 2024).

Una estrategia de fertilización es incluir el uso de fuentes orgánicas de nutrientes mediante aspersión foliar. Esta técnica se basa en el papel fundamental de las hojas como el principal órgano de absorción de nutrientes en las plantas. Dado el pequeño tamaño de las partículas, los nutrientes se absorben con mayor rapidez, lo cual permite una distribución más uniforme y corrige de manera eficiente las deficiencias nutricionales en etapas críticas del desarrollo del cultivo (Díaz-Chuquizuta, 2022).

La fertilización orgánica, respaldada en fuentes naturales como el estiércol, compost, y residuos vegetales, brinda un enfoque integral que sobrepasa la mera provisión de nutrientes. Este tipo de fertilización estimula la actividad microbiana, suministra una liberación progresiva de nutrientes y ayuda a mejorar la estructura del suelo, lo que puede incidir ampliamente en la salud general del cultivo de maíz (Muzha, 2024).

Una de las buenas prácticas que se utilizan en la agricultura ecológica es el uso de biofertilizantes, que se constituye en una alternativa viable en los sistemas de desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, encaminada a una producción a bajo costo, no contaminante, contribuyendo a la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad (Rosio, 2014).

Por su parte, la fertilización mineral aporta una fuente concentrada y regulada de nutrientes esenciales, brindando una respuesta rápida y precisa a las necesidades nutricionales del maíz. Esta modalidad destaca por su capacidad para ajustar y corregir deficiencias de forma eficiente (Arias, 2001).

La productividad es reflejada por el sistema de producción que emplea cada agricultor. Pero lo más importante es la elección de la semilla, una que se adapte a las condiciones climáticas del lugar, factores cuyo único fin es tener buenas cosechas. Esta elección, junto con técnicas adaptadas a las particularidades del entorno, tiene como propósito asegurar cosechas de alta calidad y rendimiento (Torres, 2021).

Considerando lo expuesto el presente trabajo de análisis bibliométrico pretende exponer el estado del arte de las publicaciones sobre el manejo de la nutrición y fertilización del maíz en los últimos 5 años.

Problema:

¿Cuál es la tendencia temporal de la investigación bibliométrica sobre el manejo de la nutrición y fertilización del cultivo de maíz en América Latina en los últimos años?

Objetivos

Objetivo general:

Realizar un análisis bibliométrico sobre el manejo de la nutrición y fertilización del cultivo de maíz en América Latina para comprender la evolución temporal, reconocer tendencias, evaluar la colaboración entre investigadores e instituciones, y determinar las principales áreas de investigación más relevantes en este ámbito.

Objetivos Específicos:

1. Investigar la tendencia temporal de las publicaciones científicas asociadas con el manejo de la nutrición y fertilización del maíz en América Latina en los últimos

cinco años, determinando patrones de incremento o declive en la producción de conocimiento.

2. Analizar la distribución geográfica de la investigación, destacando los países líderes en la producción de literatura científica acerca del manejo nutricional del cultivo de maíz y aquellos que han experimentado un aumento significativo su aporte lo largo del tiempo.
3. Identificar los temas de investigación más comunes y relevantes en el ámbito del manejo nutricional y la fertilización del maíz en la región, así como analizar cómo han evolucionado a lo largo del tiempo, ofreciendo una visión detallada de las áreas de investigación prioritarias.

MARCO TEÓRICO

1.1 Historia y Evolución del cultivo de maíz en la región

Las grandes civilizaciones que dieron origen a la humanidad construyeron sus dietas en torno a los cereales: en Asia, se basaron en el arroz; en África, en el sorgo y el mijo; en Europa, en el trigo, la cebada y el centeno; y en América, en el maíz. Este último, además, es un alimento esencial para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria de muchos pueblos, tanto por su consumo directo como por su valor en una cultura ancestral; en los países latinoamericanos, México es reconocido como la cuna del maíz (Peña, 2014).

Se conoce que el maíz (*Zea mays*) fue domesticado hace entre 7,000 y 10,000 años en el sur-centro o suroeste de México. Tras su domesticación, el cultivo se expandió rápidamente a lo largo de las Américas, llegando al noreste de Estados Unidos y al sureste de Canadá. Con la llegada de la colonización europea liderada por Colón, se documentó la presencia de maíz por primera vez en la costa norte de Cuba el 5 de noviembre de 1492 (Montoya, 2021).

México es el principal centro de diversidad genética del maíz, mientras que la Zona Andina representa el centro secundario, donde el cultivo ha experimentado una rápida evolución. De las 50 razas identificadas en México, siete se encuentran en Guatemala, seis en Colombia, cinco en Perú y dos en Brasil, lo que confirma que México ha sido el punto de difusión principal de estas razas. De ellas, alrededor de 27, es decir, más de la mitad, han permanecido como variedades locales endémicas (Acosta, 2009).

1.2 Importancia del Maíz en América Latina

El maíz (*Zea mays*) representa una de las plantas de mayor importancia para la humanidad, pues ha sido cultivado durante miles de años y ha desempeñado un papel crucial en la alimentación de numerosas culturas ancestrales de América Latina. En la actualidad, su cultivo sigue siendo una actividad económica esencial en esta región. En este sentido, resulta clave profundizar en la historia del maíz, desde sus orígenes hasta el presente, para entender su significado económico, cultural y social (Carrasco, 2023).

La importancia global del maíz se debe a la variedad de usos que se pueden obtener de sus diferentes partes. Este cultivo se utiliza tanto en la alimentación humana como animal, y en la industria, se emplea para la fabricación de harinas, jarabes, cereales para el desayuno, aceites y licores, además de su creciente aplicación en la producción de etanol. Su follaje

también constituye una excelente fuente de alimento para el ganado. En la actualidad, el maíz ocupa el segundo puesto en valor económico a nivel mundial, siendo superado únicamente por el arroz (Peña, 2014).

El maíz es uno de los productos agrícolas de suma importancia en el Ecuador por su alto impacto en la sociedad, pues pequeñas familias campesinas, subsisten gracias a que ciclo a ciclo se siembra este cultivo y la mayoría de ellas, dependen de su economía en la región. Al respecto, es la principal materia prima para la preparación de alimentos concentrados, como los balanceados para el consumo animal, que son elaborados por la industria nacional (Barcos, 2021).

1.3 Producción y demanda globales

Entre los cereales secundarios, el maíz es el de mayor volumen e importancia en términos de producción, con un 75%. En cuanto a su utilización total, representa más del 71%, y en el comercio global, alrededor del 80%. A nivel mundial, Estados Unidos lidera la producción, dedicando 36 millones de hectáreas, y contribuye con aproximadamente el 40% entre 2007 y 2009 (324 millones de toneladas). Le siguen China con un 20% (170 millones de toneladas), Brasil con un 7% (55 millones de toneladas) y, en cuarto lugar, México con un 3% (22 millones de toneladas) (Peña, 2014).



Figura 1. Principales países productores de maíz.

Fuente: Maíz: Números esenciales de un cultivo fundamental 2010

1.4 Nutrición y Fertilización en Cultivos

En las últimas décadas, el desarrollo de tecnologías agrícolas innovadoras ha impulsado notablemente la producción de maíz en la región. Los agricultores han adoptado técnicas modernas de cultivo, como el uso de semillas mejoradas, fertilizantes y pesticidas, lo que ha resultado en un aumento en la producción y una mejora en la calidad del maíz (Carrasco, 2023).

1.4.1 Principios de la nutrición vegetal y su relación con la productividad

La fertilización del maíz debe compensar las demandas nutricionales del cultivo, prevenir el debilitamiento del suelo y evitar la contaminación del ambiente que puede derivarse de la aplicación desmesurado de fertilizantes. Dado que el maíz es un cultivo de alta productividad y un notable crecimiento vegetativo, sus requerimientos nutricionales son bastante elevados (Muzha, 2024).

El maíz, al igual que cualquier otro cultivo, necesita suelos con la profundidad adecuada y una buena fertilidad natural para crecer y rendir según su potencial genético. Es importante conocer el potencial de fertilidad del suelo donde se va a realizar la siembra. Para evaluar la fertilidad natural del suelo, el productor debe tomar una muestra de la parcela y enviarla a un laboratorio especializado para su análisis fisicoquímico (Cruz, 2017).

1.4.5 Tipos de fertilización utilizados en el cultivo de maíz

La fertilización química implica el uso de fertilizantes inorgánicos, como la urea, fosfatos y potasa, para suministrar nutrientes de forma rápida y concentrada. Por otro lado, la fertilización orgánica se basa en la aplicación de materia orgánica, como compost y estiércol, que mejora la estructura del suelo, ofrece nutrientes de manera gradual y favorece la biodiversidad del mismo. Finalmente, la fertilización biológica emplea biofertilizantes, que contienen microorganismos beneficiosos como hongos micorrízicos y bacterias fijadoras de nitrógeno, con el propósito de facilitar la absorción de nutrientes y favorecer la salud del suelo (Díaz, 2015).

1.5 Efectos de la fertilización en el rendimiento y calidad del maíz.

Según (Arquimides, 2013), En la producción de maíz, se ha identificado que la ausencia de una fertilización balanceada y precisa puede conducir a una reducción en la productividad y calidad de los cultivos. Además, los diferentes híbridos de maíz presentan requerimientos

nutricionales específicas, por lo que es esencial evaluar el efecto de la fertilización con N, P y K en el rendimiento y la calidad de diversas variedades de maíz

El nitrógeno, fósforo y potasio, elementos principales que son fundamentales para el desarrollo de las plantas. Sin embargo, el suelo no suele tener estos nutrientes en cantidades necesarias para asegurar un crecimiento óptimo, por lo que es necesario incorporarles mediante fertilizantes o enmiendas sintéticas (Montoya, 2021).

El rendimiento del maíz está influenciado del número final de granos por unidad de área, lo cual se asocia con la tasa de crecimiento del cultivo alrededor de la floración. Para obtener rendimientos elevados, es crucial que el maíz llegue a un estado fisiológico óptimo en esta fase, lo que implica una cobertura completa del suelo y una eficiencia elevada en la conversión de la radiación captada en biomasa. (García, 2001).

La cantidad de fertilizantes a proporcionar depende especialmente de la densidad de siembra y del tipo del suelo. En los suelos de la sierra, que suelen ser pobres en materia orgánica, se requiere una aplicación considerable de fertilizantes nitrogenados, los cuales son esenciales para el buen desarrollo del maíz (Teyssier, 2018).

2 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Para llevar a cabo el análisis bibliométrico sobre el manejo de la nutrición y fertilización del cultivo de maíz en América Latina, se adoptó un enfoque sistemático utilizando técnicas de bibliometría.

2.1 Estrategia de búsqueda de fuentes de información

Se emplearon las bases de datos académicas Scopus, la cual es una base de datos de libre acceso que proporcione una visión amplia de la cobertura del tema. Los términos de búsqueda clave incluyeron "maíz", "nutrición", "fertilización", y "América Latina", tanto en inglés, portugués y en español, para asegurar una cobertura exhaustiva a través de la base de datos Scopus en el periodo 2019 – 2024.

2.2 Software para crear nubes de palabras

Para ilustrar los resultados, se utilizó un software creado por Jason Davies, que permite generar nubes semánticas a partir de las palabras clave extraídas de los artículos científicos de la base de datos seleccionada. Esta herramienta no está diseñada para el análisis de datos en sí, sino que se emplea en esta investigación como un recurso útil para representar visualmente las variables relacionadas con la evaluación del aprendizaje. La presentación de los resultados mediante nubes semánticas facilita una comprensión más clara de la información.

2.3 Organización de la información

Organización de la información Se recuperaron 1 926 artículos, de los cuales se tomó una muestra de los primeros 40 de mayor ranking en cada idioma, prosiguiendo a la elección de 13 artículos que contengan el descriptor de búsqueda en el título, para así llevar a cabo la extracción de datos para cada una de las variables (muestra total 40 documentos). En base a los criterios de inclusión de artículos en la investigación fueron: a) artículos científicos originales que contengan el descriptor en el título o en las palabras clave; b) que contengan relaciones lógicas entre el descriptor buscado y otras variables y c) que estén redactadas según un formato metodológico de recolección de datos y análisis de resultados acorde al ámbito académico. Por otra parte, los criterios de exclusión de información fueron a) documentos que carezcan de elementos básicos (autor, año, revista); b) que no contengan

información de interés; c) documentos ajenos al tema y que no se correspondan con el contexto académico.

2.4 Análisis de la información

Se procedió de manera manual a la revisión, análisis y elección de artículos según los criterios de inclusión de la muestra, exportando la información a una base de datos en Microsoft Excel, de tal manera que se le elaboro una tabla de la muestra tomada (40 documentos), y se extrajo información de relevancia en base al tema los cuales se muestran a continuación.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Distribución de artículos según año de publicación

En la Figura 2. se presenta la distribución de publicaciones durante los últimos 5 años (2019 – 2024). En este periodo, se publicaron un total de 1 926 artículos en base al tema, llevando a cabo que, desde el 2019 hasta 2024 hay un incremento no significativo en las publicaciones referentes al manejo del maíz en temas de fertilización y nutrición, siendo el año 2023 más productivo con 404 documentos publicados, mientras que el de menor productividad es el presente año 2024 con 243 publicaciones, cabe mencionar que hasta los meses (octubre-noviembre) que se abordó el estudio en lo que va del presente año (2024) se observó un declive significativo en las publicaciones emitidos en base al tema.

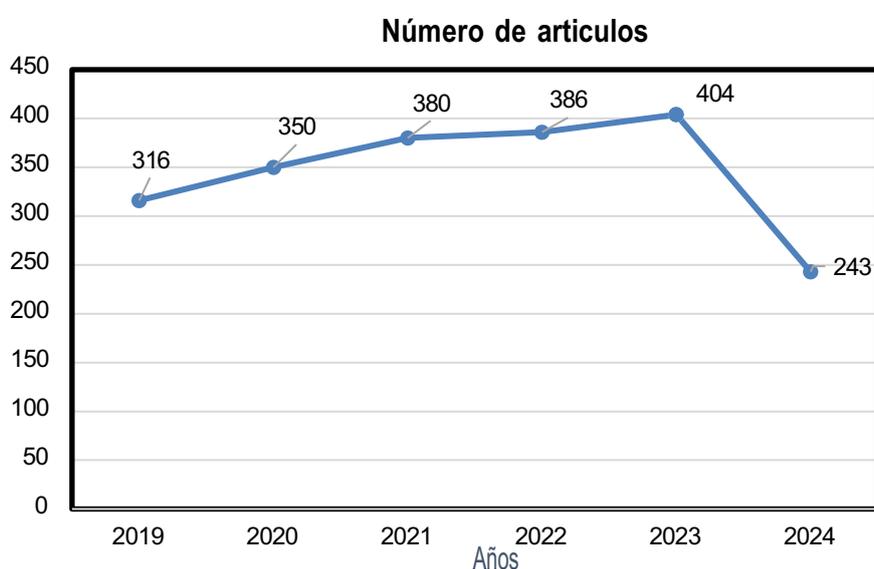


Figura 2. Número de artículos por año sobre el maíz publicados en la base de datos de Scopus en los últimos 5 años

Con respecto al declive significativo que se observa en la anterior figura puede argumentarse que, en América Latina, el cultivo de maíz enfrenta diversos desafíos que afectan su productividad y sostenibilidad en el último año.

En 2024, en América Latina el cultivo de maíz afronta varios retos significativos afectando su producción y sostenibilidad. Una de las complicaciones más relevante es la plaga de la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*), causante de transmitir enfermedades graves como el achaparramiento y el enanismo arbustivo, provocando graves pérdidas económicas reduciendo los rendimientos en varios países de la región, con un impacto específico en Argentina y México (Vulliez, 2024).

La contaminación de las variedades tradicionales de maíz con organismos genéticamente modificados (Transgénicos) han sido observados en México, lo que pone en riesgo su diversidad genética. Además, los efectos del cambio climático, como el aumento de la temperatura global y cambios en los patrones de precipitación, podrían agravar la situación en el ámbito agrícola de México, implicando en menores rendimientos del maíz y originando pérdidas económicas para los productores. (Sánchez, 2024).

Esto anticipa una disminución significativa en el área de cultivo para la temporada 2024/25, lo que afectará tanto la disponibilidad como los precios de este cultivo fundamental en la región.

3.2 Distribución de artículos según idioma

La distribución de las publicaciones según el idioma en los últimos 5 años se presenta en la Figura 4. de 1926 publicaciones, 1502 son en español, 372 en inglés y 52 en portugués. Lo que demuestra el predominio del idioma español en este ámbito de la investigación en América Latina. Esto puede ser explicado por la relevancia que tiene México en temas de producción científica y convicción de que la inversión en ciencia y tecnología es una herramienta fundamental para transitar hacia una economía del bienestar fundamentada en el conocimiento (Medina, 2016).

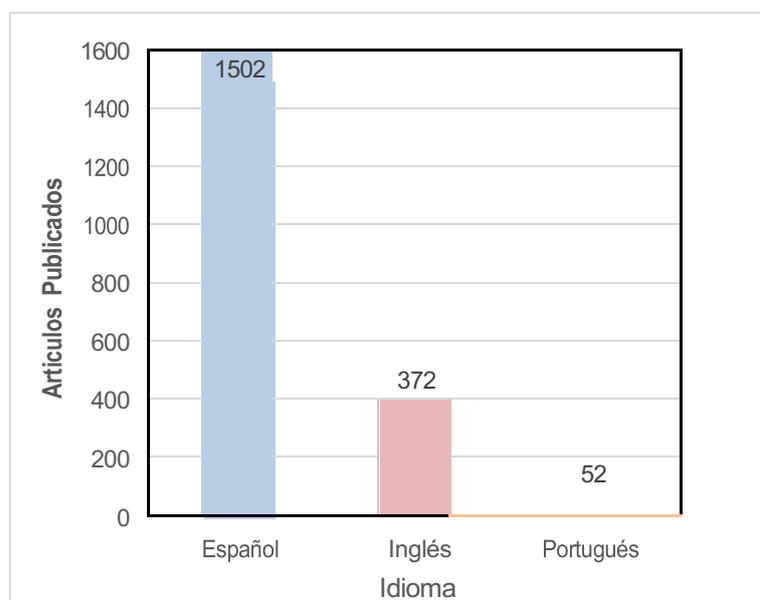


Figura 3. Cantidad de artículos publicados por idioma en los últimos 5 años en la base de datos Scopus

3.3 Países que más publican

Se observa en la Figura 5, los países que más publican de la muestra tomada, la cual se evidencia que, México lidera la producción científica con 50%, le sigue Brasil con el 20%, Perú 10%, Argentina 5% y Ecuador 2% no obstante, se determinó que 11 países de otras regiones también formaron parte de estos resultados con el 13%.

El que México tenga el mayor porcentaje de publicaciones explica porque es uno de los principales países consumidores de maíz a nivel mundial dado que este grano es fundamental en su alimentación y representa el cultivo más importante del país, además de posicionarse como el cuarto productor a nivel mundial. Sin embargo, importa anualmente 10 millones de toneladas de maíz (Merino, 2014).

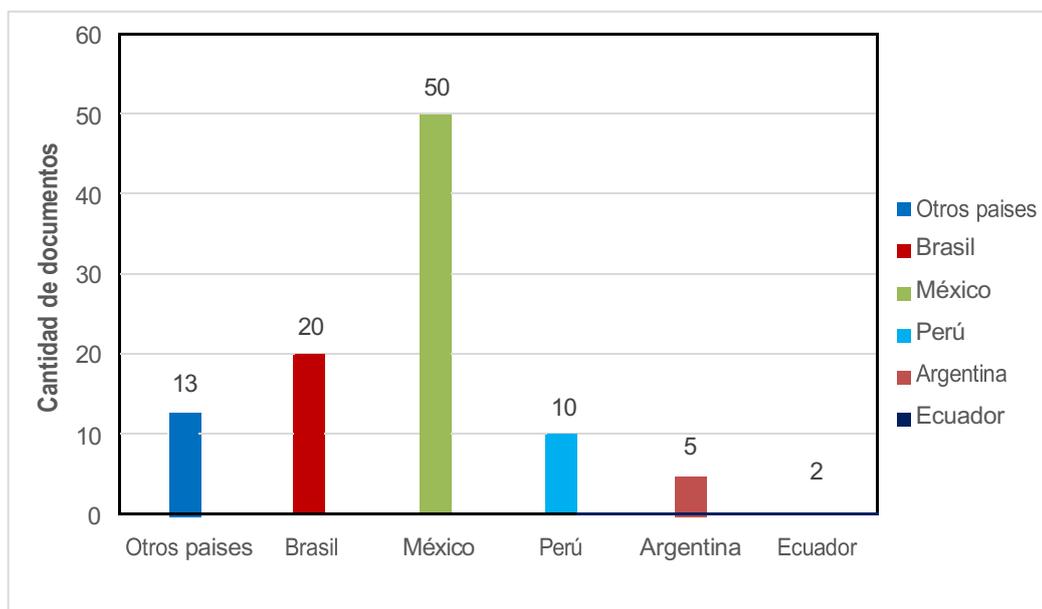


Figura 4. Países que más publican e investigan sobre el tema del manejo del maíz.

3.4 Tipo de documentos publicados

Con relación al tipo de documentos publicados, los resultados indican (Figura 5) que del 100%, de la muestra tomada (40 documentos), el 58% se realizaron como artículos de investigación, 30% artículos de revisión, 8% tesis de grado (tesis de pregrado, tesis de postgrado, tesis de doctorado) y el 5% en libros. Estos llevados a cabo mayormente en instituciones de educación superior, así mismo en laboratorios tanto públicos como privados, dando importancia al tema sobre el manejo en la nutrición del cultivo de maíz tomando como referencia los resultados de las cantidades de documentos publicados en los últimos años.

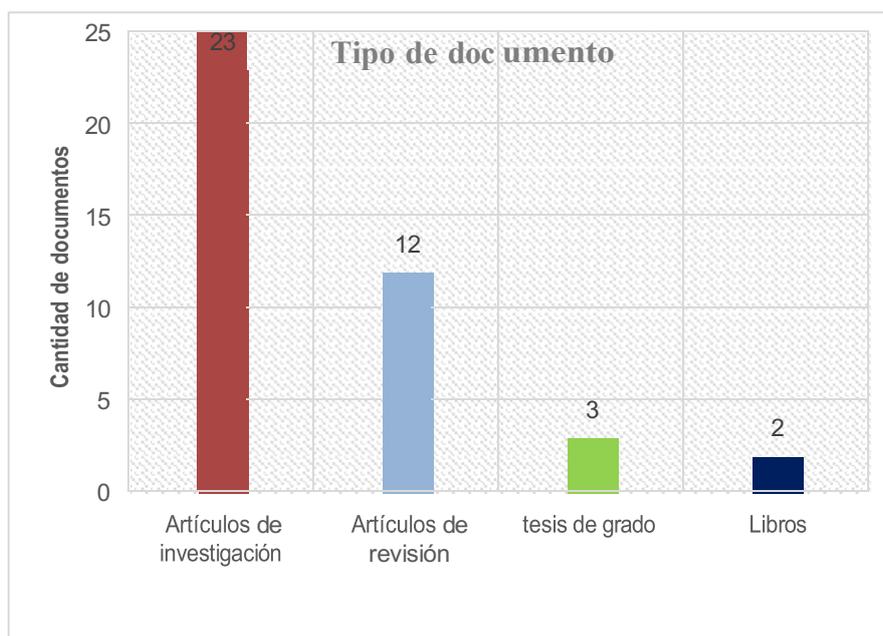


Figura 5. Cantidad y tipo de documento de la muestra tomada (40 documentos)

3.5 Tipo de Fertilizantes más usado

En la Figura 6. se observa el tipo de fertilizante que han sido usados en las publicaciones revisadas. Los fertilizantes más utilizados fueron los provenientes de la combinación de estiércol+ NPK con 38% seguida de la fertilización inorgánica nitrogenada (urea) 30%, Biofertilizantes (Estiércol bovino líquido) 20 %, Fertilización biológica (bionoculación *Azospirillum brasilense*) 7% y por ultimo los Bioestimulantes (aplicación foliar aminoácidos) con 5%.

El uso combinado de estiércol bovino y fertilizantes NPK en el cultivo de maíz puede mejorar significativamente su rendimiento debido a la interacción beneficiosa entre ambos. Esta mezcla ofrece una fuente de nutrientes de acción rápida proporcionada por los fertilizantes NPK, junto con una liberación más gradual de nutrientes gracias al estiércol. Esta combinación asegura que el maíz reciba los nutrientes necesarios en diferentes etapas de su crecimiento, optimizando su absorción a lo largo de todo el ciclo del cultivo (Flores, 2012).

La descomposición de las excretas animales a través de los microorganismos favorece a los suelos, lo que ayuda a acrecentar la capa cultivable, eleva la fertilidad del suelo y mejora la aireación. Además, estos desechos mejoran la capacidad de retención de agua y pueden reducir la erosión causada por el viento y el agua. (Moreno, 2018).

La fertilización combinada basada estiércol bovino adicionada con fertilizantes NPK, se está volviendo cada vez más recurrente gracias a sus beneficios en la productividad del maíz como en la sostenibilidad del suelo. Este método no solo ayuda un crecimiento óptimo de las plantas, sino que también promueve estrategias agrícolas regenerativas que favorecen a la salud del suelo a largo plazo (Martinez, 2018).

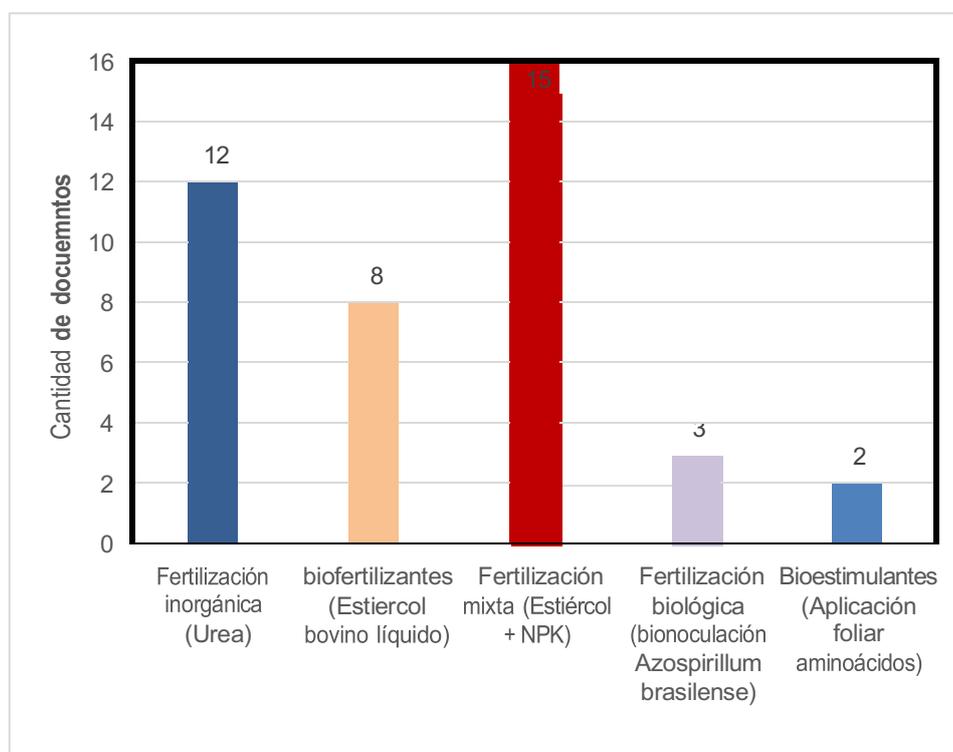


Figura 7. Cantidad del tipo de fertilizante más utilizado en las publicaciones.

3.6 fuentes de fertilizantes usados para el manejo en la nutrición y fertilización del cultivo del maíz.

En la Tabla 1. se muestra las fuentes orgánicas que incluyen residuos de vegetales y estiércoles animales que se integran al suelo con el propósito de mejorar sus propiedades. Estas fuentes crean un ambiente favorable para el desarrollo de microorganismos, ayudan a retener agua y proporcionan nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Además, se presentan los efectos observados en estudios previos analizados por los autores de los documentos investigados.

Tabla 1. Porcentaje de nutrientes primarios que aportan diferentes estiércoles

Estiércoles	Nitrógeno(N)	Fosforo (P)	Potasio (K)
Vacuno	1.6	1.08	0.56
Caballo	2.3	1.15	1.30
Gallinaza	3.0	1.82	1.27
Oveja	3.8	1.63	1.25

En la tabla 2. Se señala los fertilizantes sintéticos utilizados en la muestra (40 documentos) mostrando los de mayor importancia siendo Nitrógeno (N), el Fósforo (P) y el potasio (K) con sus respectivas concentraciones.

Tabla 2. Fuentes de nutrientes y sus concentraciones

Clasificación	Nombre del fertilizante	Porcentaje de nutrientes
Nitrogenados	Urea	45% de nitrógeno
	Nitrato de amonio	33% de nitrógeno

Clasificación	Nombre del fertilizante	Porcentaje de nutrientes
Fosforados	Superfosfato triple de calcio	46% de Fosforo
	Superfosfato simple de calcio	20% de Fosforo
Potásico	Cloruro de potasio	60% de Potasio
	Sulfato de potasio	20% de Potasio
Compuestos	Fosfato di amónico	18% de nitrógeno
		46% de Fosforo

3.7 Nube de palabras

En la Figura 7 se muestra la nube de palabras clave utilizadas en los artículos, donde predominan: Fertilización nitrogenada, maíz, Biomasa, Nitrógeno, Plan de nutrición.

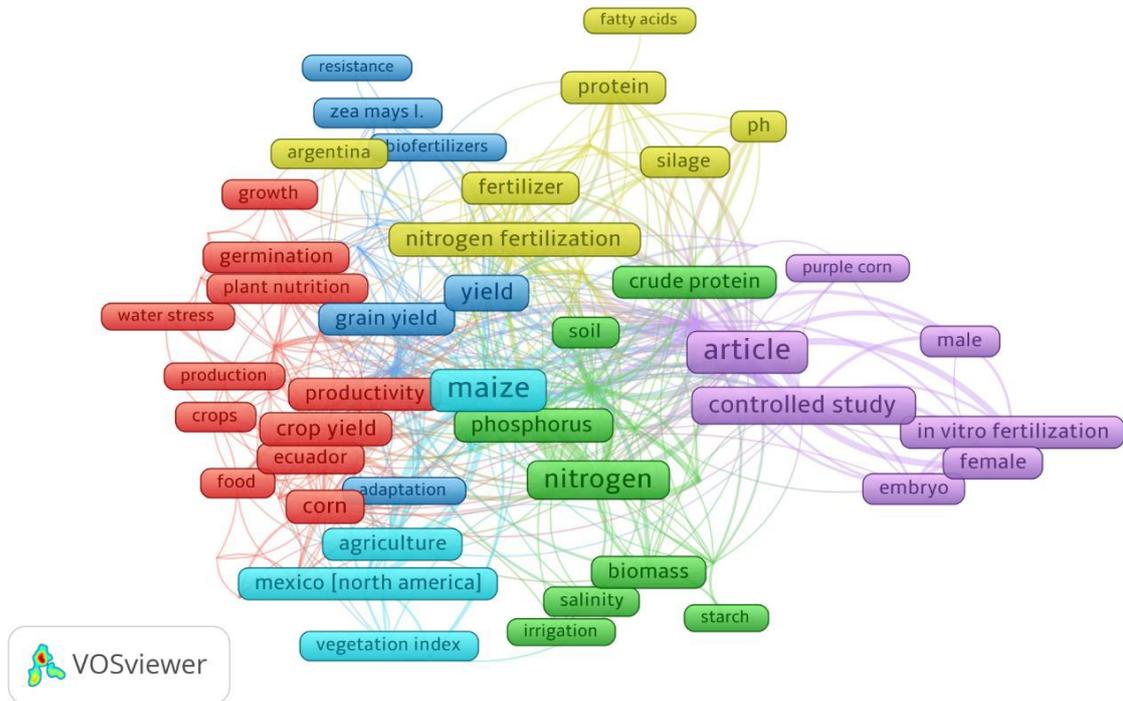


Figura 8. Nube de palabras utilizadas en los artículos

CONCLUSIONES

En conclusión, el análisis de las publicaciones científicas sobre la nutrición y fertilización del cultivo de maíz en América Latina durante el periodo 2019-2024 ha revelado varios patrones significativos. En primer lugar, la tendencia temporal detalla un incremento en la producción de investigaciones, logrando su punto máximo en el año 2023 y un declive característico en el presente año relacionada a problemáticas actuales tanto del mundo como de la región que afectan las prioridades de investigación agraria.

México lidera la producción de literatura científica en este ámbito, lo que muestra su papel central en el desarrollo de programas de fertilización en la región. Además, se identificaron países que han elevado su contribución investigativa, enfatizando un aumento de interés y compromiso en diversas áreas de América Latina.

El uso de biofertilizantes combinados con NPK es el tema más recurrente en la investigación, una práctica que ha señalado beneficios en el rendimiento y la calidad del grano de maíz. Estos resultados manifiestan una tendencia hacia enfoques sostenibles y regenerativos en la fertilización, priorizando estrategias que mejoren la productividad de los cultivos y la salud del suelo en el largo plazo.

RECOMENDACIONES

Ampliar esta investigación a base de datos indexadas y pagadas proporcionando una base más confiable para futuros estudios bibliométricos.

Profundizar y realizar más investigaciones referentes al tema para así otorgar información de relevancia lo cual facilitará el desarrollo de nuevas aplicaciones y teorías en el área.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, R., 2009. *El cultivo del maíz, SU origen y clasificación. EL MAIZ en Cuba..* vol.30, n.2 ed. La Habana: Cultivos Tropicales.
- Arias, N. M. M., 2001. *Colonización micorrízica arbuscular y fertilización mineral de genotipos de maíz y trigo cultivados en.* vol. 19, núm. 4, octubre-diciembre, 2001, pp. 337-344 ed. Chapingo, México: Terra Latinoamericana.
- Arquimides, G., 2013. *Fertilizacion en el cultivo del Maíz Blanco*, Cusco: Extension y Proyección Social.
- Barcos, A., 2021. *Estudio sobre el comportamiento y uso de la semilla de maíz en las principales zonas de producción de la provincia de Santa Elena*, La Libertad: Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena.
- Carrasco, W., 2023. Historia del maíz desde tiempos ancestrales hasta la actualidad. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*, 8(4), p. 117.
- Ciampitt, I. A., 2010. *Nutrición de Maíz: Requerimientos y Absorción de nutrientes.* 48, 14-18 ed. s.l.:Informaciones Agronomicas.
- Cruz, O., 2017. *Manual para la producción del cultivo del maíz en*, Tegucigalpa: Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA).
- Díaz, .. J. G., 2015. *Evaluación de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de sorgo (Sorghum bicolor L.)*, Managua: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.
- Díaz-Chuquizuta, P., 2022. *RESPUESTA DEL MAÍZ (Zea mays L.) A LA APLICACIÓN FOLIAR DE ABONOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS*, San Martín, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- Flores, M., 2012. *Evaluación de fertilización orgánica y mixta en el cultivo de Maíz (Zea mays L.), híbrido HINTA-991, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN, León: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN.*
- García, F. O., 2001. *Fertilización de Maíz en la Región Pampeana*, Acassuso – Argentina : INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur .
- Martinez, L., 2018. *Biofertilización y fertilización química en maíz (Zea mays l.) e en Villaflores, Chiapas, México.* vol.5, n.1 ed. Quito: Siembra.
- Medina, R., 2016. *FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN EN LAS REGIONES DE MÉXICO.* vol. 38, pp. 253-270 ed. Torreón, México: Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C..

Merino, A. G., 2014. *El maíz en Estados Unidos y en México. Hegemonía en la producción de un cultivo*. vol.27, n.75, pp.215-237 ed. Ciudad de Mexico: Argumentos (Méx.).

Montaño Arias, N. M., s.f. *COLONIZACION MICORRIZICA ARBUSCULAR Y FERTILIZACION*, s.l.: s.n.

Montoya, J. C. G., 2021. *HISTORIA DEL MAÍZ Y SU IMPACTO EN LA MODERNIDAD*. XCIX N° 206-B ed. Quito: ACADEMIA NACIONAL DE HISTORIA.

Moreno, L., 2018. *Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala*. 79 (2): 415 - 419 ed. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Muzha, J., 2024. *Respuesta del cultivo de maíz a la fertilización orgánica y mineral en el cantón Pasaje*. Machala: Universidad Técnica de Machala.

Peña, M. J., 2014. *PRODUCCIÓN DE ZEA MAYS L. : UNA MIRADA AL MUNDO*, la Habana: Universidad de la Habana-Cuba.

Robles, F. S., 2018. *Caracterización de la cadena de valor del maíz*. vol 5, No 9 ed. s.l.:Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún, 5(9)..

Rosio, V. d., 2014. *PRODUCCIÓN DE MAÍZ A PARTIR DE SEMILLAS INOCULADAS CON Rhizobium sp. EN BARCELONA, CANTÓN SANTA ELENA*, La libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Sánchez, C., 2024. *Cambio climático y producción de maíz en México: un posible riesgo a la autosuficiencia alimentaria*. [En línea] Available at: <https://www.atmosfera.unam.mx/cambio-climatico-y-produccion-de-maiz-en-mexico-un-posible-riesgo-a-la-autosuficiencia-alimentaria/> [Último acceso: 9 Noviembre 2024].

Teyssier, R. A., 2018. *Respuesta de variedades de maíz (Zea mays L.) a diferentes fuentes de fertilización en el Valle de Puebla*. vol.36, n.1 ed. Chapingo: Terra Latinoam.

Torres, C., 2021. *RENDIMIENTO DE 18 HÍBRIDOS DE MAÍZ (Zea mayz) EN LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA COMUNA SAN*, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Vulliez, M., 2024. *Morel Vulliez*. [En línea] Available at: <https://morelvulliez.com.ar/noticias/2024/08/15/estrategias-innovadoras-para-combatir-la-chicharrita-del-maiz-en-america-latina/> [Último acceso: 9 Noviembre 2024].