



Evaluación del rendimiento en la producción de maíz mediante la aplicación de tres bioestimulantes en el cantón joya de los sachas

William Wladimir Barreto Zúñiga¹

williambz@hotmail.es

<https://orcid.org/0009-0009-8898-799X>

Investigadores independientes

Guayaquil – Ecuador

Darwin Omar Pinos Rocel

darwinpinos52@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4019-4765>

Investigadores independientes

Guayaquil – Ecuador

RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los más significativo en el Ecuador, pues es empleado para la alimentación a animales y seres humanos, sin embargo, producirlo es costoso, una alternativa más eficiente y amigable con el medioambiente son los bioestimulantes. El objetivo general es diagnosticar los efectos de los bioestimulantes en el cultivo de maíz en el cantón La Joya de los Sachas. La metodología contempla un estudio experimental, para lo cual, se establecieron tres tratamientos con bioestimulantes, Everegren con dosis de 0.5l, Vital Humus y Sweet Extract con dosis de 1l y el tratamiento testigo que consiste en el cultivo en condiciones naturales. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que el uso de los bioestimulantes mejoró en el peso del grano de maíz en un 18.1%, la cantidad de granos en 13.9%, la altura de la planta en 9.1% y el diámetro de la mazorca en 4.4%. En conclusión, el uso de los bioestimulantes mejora el rendimiento para el desarrollo del cultivo de maíz. La recomendación es que los productores del cantón la Joya de los Sachas, gestionar asistencia técnica para primera instancia conocer la disponibilidad de recursos minerales y nutrientes presentes en el suelo.

Palabras clave: *maíz (zea mays l.); fertilizantes químicos; bioestimulantes; rendimiento; extracto de alga;*

¹ Autor Principal

Yield evaluation in corn production through the application of three biostimulants in joya de los sachas cantón

ABSTRACT

The cultivation of corn (*Zea mays* L.) is one of the most significant in Ecuador, since it is used for feeding animals and humans, however, producing it is expensive, a more efficient and environmentally friendly alternative are biostimulants. The general objective is to diagnose the effects of biostimulants in the cultivation of corn in the canton of La Joya de los Sachas. The methodology contemplates an experimental study, for which three treatments with biostimulants were established: Eveergren with a dose of 0.5l, Vital Humus and Sweet Extract with a dose of 1l and the control treatment consisting of cultivation in natural conditions. The results obtained made it possible to show that the use of biostimulants improved the weight of the corn grain by 18.1%, the quantity of grains by 13.9%, the height of the plant by 9.1% and the diameter of the ear by 4.4%. In conclusion, the use of biostimulants improves the performance for the development of the corn crop. The recommendation is that the producers of the canton of La Joya de los Sachas, manage technical assistance in the first instance to know the availability of mineral resources and nutrients present in the soil.

Keywords: *corn (zea mays l.); chemical fertilizers; biostimulants; performance; seaweed extract;*

Artículo recibido 01 abril 2023

Aceptado para publicación: 15 abril 2023

INTRODUCCIÓN

La producción de maíz en el Ecuador, es de vital importancia dentro de la soberanía alimentaria precisamente porque gran parte de esta es empleada para la elaboración de balanceado, que sirve de alimento para los animales de granja que posteriormente son faenados y puesto al mercado, además de que existen diferentes suplementos alimenticios hechos a base de maíz y productos que comúnmente consumen las personas, motivo por el cual, existe interés por encontrar una solución para poder mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos.

Este estudio, guarda relación con el Plan de Creación de Oportunidades 2021 – 2025, puesto que, representa un aporte al cumplimiento del tercer objetivo es “Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular”, (Secretaría Nacional de Planificación, 2021, pág. 54). En este caso la productividad de los cultivos de maíz se verá potenciada, puesto que, como se mencionó anteriormente los bioestimulantes hacen crecer la planta a un tamaño óptimo y por la calidad del grano, podrán competir no solo en el mercado nacional, sino que existe la posibilidad de que estos puedan venderse en el mercado externo, en este sentido se requiere de la intervención de ONGs e instituciones públicas para reemplazar los fertilizantes nitrogenados.

A nivel mundial el cultivo de maíz (*Zea mays* L), tiene la consideración de ser uno de los más trascendentales, ya que en cuestión de importancia este se ubica en el tercer lugar, está por debajo de trigo y el arroz. Cabe mencionar que el maíz cuenta con una alta adaptabilidad que le permite sobrellevar casi cualquier condición ecológica o edáficas que puedan estar presentes en el suelo. La agroindustria es el destino principal de la producción de maíz a nivel mundial, donde es empleado como materia prima para la elaboración de balanceado para animales de granja, no obstante, también es consumido dentro de la dieta de las personas. En el periodo 2021 – 2022, se pronostica un consumo record es de 1.182,6 millones de toneladas de maíz, (Gallegos, 2022, págs. 1-3).

La connotación que ha tomado el maíz en Latinoamérica, es tal que empieza a tomar mayor protagonismo como rubro dentro de las exportaciones no petroleras, sin embargo, para que estas economías alcancen óptimos niveles de producción, es necesario que empiecen a implementar estrategias agrícolas que les permitan mejorar tanto la calidad del producto como del rendimiento de los cultivos.

Específicamente en América del Sur, la producción de maíz, es diversa por las diferentes especies del producto y compleja por las diferentes condiciones climáticas y la calidad del suelo, donde intervienen las tradiciones de cada nación, sin embargo, un punto en común es que estos cultivos tienen una significativa huella ecológica, esto debido a la necesidad de los países agrícolas presentes en esta región, en los cuales el maíz representa un rubro importante para su balanza comercial, (Ardisna, y otros, 2020, pág. 2).

El rol del maíz en la sociedad actual, es importante ya que permite sostener la seguridad alimentaria. En el Ecuador su producción se da mayormente en la región litoral, el 80% de esta se emplea para alimentar animales, pues se transforma en balanceados. En las últimas dos décadas, se experimentaron mejoras en el rendimiento de los cultivos de maíz e incluso en su calidad, esto gracias a la adaptación de materiales híbridos procedentes del extranjero, cuyos registros en cuanto a rendimientos son de 3.6 toneladas por hectárea cultivada, el cual, en los próximos años, podría mejorar permitiendo alcanzar un rendimiento promedio de 8.5 toneladas por cada hectárea, (Zambrano & Andrade, 2021, págs. 143-150).

En el Ecuador la siembra y producción de maíz, se da con mayor intensidad en la provincia de Los Ríos, con un 37%, seguida de la Manabí, con 32% y Guayas con 15%, el restante 16% se divide para el resto de las provincias. En cuanto a las alternativas para la adquisición de semillas, es preciso mencionar, que todas las alternativas son híbridas, en este caso en el mercado se encuentran El Trueno, Dekalb, Somma, Hércules entre otras. Es preciso tomar en consideración el rendimiento y la calidad de la semilla que, para la decisión de compra, lo cual implica recurrir a insumos agrícolas, (Narváez, 2022, pág. 8).

A pesar de que las provincias antes mencionadas, cuenta con una vasta experiencia en la producción de maíz, es preciso mencionar que, en el caso de la provincia de Manabí, actualmente se evidencian complicaciones con el suelo, el cual, ha empezado a degradarse producto del uso indiscriminado de nitrógeno presentes en ciertos fertilizantes, además del uso de urea que al empezar a descomponerse libera amoníaco en el suelo, lo que ha ocasionado, la contaminación de las aguas subterráneas en la zona maicera de la vía Colon – Quimis, (Bravo, 2020, pág. 13).

Como se puede apreciar el Ecuador no es esquivo a la tendencia de explotación de la tierra indiscriminadamente, donde se da un uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, cabe mencionar que también existen de tipo fosfórico y potásicos, que son empleados en menor medida, los cuales hasta el

año 2014, se aplicaban en dosis de 124,03 kg por cada hectárea, lo cual, si bien era inferior al usado en el resto del continente cuya dosis promedio era de 135,46 kg por hectárea, era considerablemente elevada, (Ardisna, y otros, 2020, pág. 2).

Ante estas situaciones, la mejor alternativa es recurrir a componentes orgánicos que permitan impulsar el crecimiento y desarrollo de los cultivos, es en este punto donde entran en acción los bioestimulantes, los cuales son conceptualizados como sustancias o en determinados casos microorganismos, que al ser aplicados en la nutrición vegetal, aumentan el nivel de absorción y asimilación de los nutrientes, sin contar el hecho que aporta una tolerancia o resistencia a factores estresores como pueden ser plagas o enfermedades. En este punto, es posible identificar que el bioestimulante, con más acogida es el vermicompost, el cual contiene lixiviados y microorganismos con alto nivel de eficiencia.

Como se ha podido apreciar en el Ecuador existen provincias con climas y condiciones ecológicas propicias para la producción de maíz, donde esa evidencia que estas provincias pertenecen a la región litoral. En cuanto a la región Amazónica, específicamente en la provincia de Orellana, representa una fuente de ingreso para las comunidades Quichua o Shuar, las cuales al año realizan la siembra de hasta 5 hectáreas de maíz, con lo cual, obtienen rendimientos aproximados de 12 quintales por cada hectárea, lo cual, es poco alentador, esto se explica por la falta de conocimiento técnico que les permita mejorar sus técnicas agronómicas.

El cantón La Joya de los Sachas, también se ve involucrado en esta problemática, donde la siembra se realiza de manera mecanizada y la falta de conocimientos, hacen que la producción tenga un alto costo y reducido rendimiento, orillándolos a buscar otras fuentes de ingreso, entre las cuales se identifican la explotación de madera o actividades de casa y pesca, que no hacen más que perjudicar al ecosistema.

En la actualidad en este cantón la producción se lleva con fertilizantes nitrogenados y la urea, los cuales son empleados de manera poco responsable, ya que, en primer lugar, estos tienen un costo elevado y para las cantidades recomendadas en el cultivo de requiere de una inversión muy alta, además de que se crea una dependencia de las casas comerciales y en el largo plazo, un impacto ambiental que incluye la erosión del suelo y contaminación de los cuerpos de agua más cercanos.

La problemática tiene su origen en la falta de tecnicismo en la siembra de maíz, ya que los agricultores proceden con la aplicación de estos fertilizantes, pero sin realizar un estudio sobre los nutrientes presentes

en el suelo y mucho menos sobre las necesidades inmediatas de su cultivo, lo cual, generalmente repercute en que en su criterio el uso desmedido de los fertilizantes en cuestión les posibilita producir más, lo cual, como se ha evidenciado es poco productivo.

Otro factor clave en esta problemática es la falta de capacitación y asesoramiento técnico para una adecuada producción, donde se realice una concientización sobre el impacto de los fertilizantes químicos en el medioambiente y las bondades de emplear bioestimulantes, donde además se los oriente sobre las dosis adecuadas para obtener un mejor rendimiento.

En este estudio la necesidad a satisfacer es presentar a los agricultores del cantón La Joya de los Sachas, una alternativa de fertilizantes orgánicas, que les permita llevar su producción de manera responsable con el medioambiente, pero a la vez que les brinde mayor rendimiento en cuanto productividad y calidad por hectárea, sin contar, el hecho de que estos le brindarán protección a las plantas frente a enfermedades o plagas y en caso de erosión del suelo, podrán sobre llevarla gracia al incremento de la absorción de nutrientes.

La solución que se vislumbra es realizar un estudio experimental en el cual, se realice la aplicación de tres bioestimulantes diferentes, con la finalidad de evidenciar cual tiene mejor rendimiento, con lo cual, sea posible tomando como base los nutrientes presenten el suelo, determinar una alternativa orgánica con la finalidad de que, en caso de ser aceptada por la comunidad, de inicio a un proceso de sustitución de los fertilizantes nitrogenados. Con base a lo antes mencionado se establece la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los efectos de los bioestimulantes en la producción de maíz (*Zea mays*) en el cantón la Joya de los Sachas?

Con la finalidad de encontrar una solución a esta problemática se establece que el objetivo general del estudio es “Diagnosticar los efectos de los bioestimulantes en el cultivo de maíz en el cantón La Joya de los Sachas”, para su consecución se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la situación actual del uso de fertilizantes en la producción de maíz en el cantón la Joya de los Sachas.
- Evaluar la mejora del rendimiento de la producción de maíz ante el efecto de bioestimulantes.
- Analizar que bioestimulantes genera el mejor rendimiento en la producción de maíz en el cantón la Joya de los Sachas.

Maíz – *Zea mays*

Para dar abordaje al origen del maíz, es preciso mencionar que existen muchos estudios que pretendieron determinar el origen de este cultivo, sin embargo, todavía no existe consenso sobre el mismo, no obstante, concuerdan en que fue uno de los primeros cultivos desarrollados entre 7000 y 10000 años. Mientras que existen indicios sobre su origen como alimento de las civilizaciones antiguas encontradas en centros arqueológicos mexicanos, donde se hallaron diminutas mazorcas con una antigüedad de por lo menos 5000 años.

La primera teoría, manifiesta que el origen del maíz, se da en Asia, específicamente en el Himalaya, a partir de una cruce entre especies como Coix y Sorghum, esta última es una antropógenas, sin embargo, ambas especies cuentan con 5 parejas de cromosomas pares, es preciso mencionar que esta no cuenta con aceptación a nivel mundial, sin embargo, empieza a cobrar relevancia gracias a estudios citológicos, en los cuales se emplean marcadores moleculares, (Arvensis , 2022).

La segunda teórica sostiene que este es originario de pueblos andinos, donde se incluyen territorios pertenecientes a Ecuador, Perú y Bolivia, esta teoría se sustenta en que el maíz reventón está presente en Suramérica, además de diversidad de especies de esta planta siendo predominante en el altiplano peruano. Como toda teoría cuenta con una crítica, las cuales apuntan que no brinda información sobre alguna pariente del maíz en estado salvaje, motivo por el cual, Manglesdorf, descartó que su origen este en la región andina.

Finalmente, está el antes mencionado origen mexicano, donde se resalta que el maíz convive con el teosinte, desde tiempos antiguos y presentar diversidad de especies, cabe mencionar que esto se sustenta con indicios de polen de mazorca en cuevas mexicanas, lo que brindar mayor consistencia a esta teoría.

Bioestimulantes

En este apartado se procede con el desarrollo de la caracterización de los bioestimulantes, que son elementos cuyo uso, se volvió una práctica común en el área de la agricultura, debido a su impacto en la mejora de la cosecha, para lo cual, se considera necesario establecer una conceptualización base para el desarrollo de este proyecto, misma que se presenta a continuación:

Los bioestimulantes representa una conceptualización considerablemente amplia debido a que entre estos no solo se incluyen sustancias, sino también microorganismos, los cuales tienen como función principal,

estimular la absorción y la asimilación de nutrientes en las plantas, cabe mencionar que estos son procesos naturales. Por otro lado, permiten dar tratamiento a estrés abiótico y potenciar la capacidad de los cultivos en términos agronómicos (Certis, 2021).

El objetivo de emplear bioestimulantes en las cosechas es potenciar su calidad, pero a la vez atender las necesidades más comunes en los cultivos, como puede ser deficiencias en cuanto a la humedad, luz solar, problemas con respecto a la temperatura, lo que ocasiona que la calidad se vea afectada y el producto pierda valor comercial. Es preciso mencionar que el impacto del bioestimulante no solo se palpa en la cosecha sino también en el suelo, el cual, tiende a superar las falencias de micro y macro nutrientes.

Diferencias entre bioestimulantes y fertilizantes

Considerando que ambos elementos son importantes para el desarrollo de los cultivos debido a que promueven el óptimo desarrollo de las plantas, sin embargo, se puede evidenciar una marcada diferencia entre ambos las cuales se presentan a continuación:

- Ambos aportan nutrientes a las plantas, pero el bioestimulante se encarga de mejorar la absorción y su eficiencia (Certis, 2021).
- Los fertilizantes se emplean en grandes cantidades, mientras que la cantidad de bioestimulantes es mucho menor, puesto que, basta con 12 kg para brindar nutrientes a una hectárea de tierra.
- Los fertilizantes brindan nutrientes, pero no protegen a la planta de plagas y enfermedades, lo cual, si es posible con el uso de los bioestimulantes (TECNOBELL, 2021).

Tipos de bioestimulantes

Como se puede apreciar a pesar de que son productos relativamente nuevos, ya cuentan con una clasificación entre las cuales es posible identificar una clasificación que será revisada a continuación:

Los ácidos húmicos y fúlvicos, que son parte del suelo constituyendo la parte orgánica. Los aminoácidos, estos son obtenidos mediante hidrolisis, sea esta química o enzimática de las proteínas ya sea de residuos de las cosechas anteriores, colágeno y tejidos animales. El extracto de alga inicialmente fue empleado como fertilizante, sin embargo, con el pasar de los años se reconocieron sus propiedades como bioestimulantes (Certis, 2021).

Los quitosanos, su producción se da de manera natural e industrial y son empleados no solo en la agricultura como fertilizantes, sino también en ramas como la cosmética o la medicina. Los compuestos

inorgánicos contienen elementos químicos como el aluminio, cobalto o sodio que, en cantidades recomendadas, fortalecen a la planta frente a patógenos. Finalmente están los hongos y bacterias, que determinadas especies permiten el correcto desarrollo de la planta.

METODOLOGÍA

Enfoque de investigación

Permite reconocer las características esenciales de un fenómeno social, las cuales, no son susceptibles a cuantificación alguna. Para el desarrollo de una investigación con enfoque cualitativo, el investigador deberá tomar acciones que posibiliten el registro de teorías generalmente aceptadas, el punto de vista de los sujetos, conocimientos, experiencias e incluso su comportamiento, estos elementos, coadyuvan al investigador, para que pueda formular suposiciones o inferencias, mismas podrían ser descartadas o validadas conforme se adapte la información pertinente, lo que además permitirá distender la información disponible sobre dicha temática (Piza, Amaiquema, & Beltrán, 2019, págs. 455-459).

Es preciso mencionar que para efecto del presente estudio se considera que el enfoque que mejor se adapta a las aspiraciones con respecto a los resultados es el cualitativo, puesto que, lo que en primera instancia se realizó una descripción sobre las cualidades de la problemática que en este caso es el uso intensivo de las tierras y de fertilizantes, donde se establece que una solución paliativa y amigable con el medio ambiente son los bioestimulantes.

Tipo de investigación

La finalidad de la investigación descriptiva es identificar las características de una cultura o grupo social, sin embargo, también se puede definir como un análisis e interpretación de la naturaleza de un fenómeno, así como también el progreso que este ha experimentado a través del tiempo, donde se busca entender el comportamiento de un grupo social en un contexto (Guevara, Verdesoto, & Castro, 2020, págs. 163-173).

Se considera necesario aplicar la investigación descriptiva, puesto que, tras la experimentación con los bioestimulantes, se realizará una investigación detallada de sus efectos en aspectos relacionados con la fenología del maíz, esto partiendo del supuesto de que los bioestimulantes al mejorar la capacidad de absorción de la planta mejora la calidad del fruto que en este caso son los granos de la mazorca.

Método de investigación

Según, Guevara, et al., (2020) , la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). Una verdadera investigación experimental se considera exitosa sólo cuando el investigador confirma que un cambio en la variable dependiente se debe a la manipulación de la variable independiente. Es importante para este tipo de investigación, establecer la causa y el efecto de un fenómeno, debe ser claro que los efectos observados en un experimento se deben a la causa (págs. 163-173).

En este caso se consideró necesario recurrir a este método ya que como se mencionó anteriormente se recurre a una experimentación, en este caso la premisa es que la variable independiente es la manipulable, en este caso se aplicarán diferentes estimulantes y dosis

Variables de estudio

- **Variable independiente:** Bioestimulantes
- **Variables dependientes:** Tamaño de la raíz, Peso de la mazorca, Altura de la planta, Diámetro de la mazorca, Numero de granos por mazorca, Rendimiento por hectárea.

Materiales

Para el desarrollo del presente estudio se requieren materiales e insumos los cuales serán clasificados y enlistados a continuación:

- Herramientas: Cinta manual, machete, balanza digital, calibrador pie de rey, abonadora manual, fumigadora manual de 20L, sembradora manual.
- Insumos: Bioestimulantes (Evergreen, Vital Humus y Seaweed extract), Urea, Insecticida (Methomex, Engeo), PREDOSTAR (fungicida), Python (fungicida).
- Materiales de oficina: Computadora, impresora, celular, cuaderno, esferográficos, lápiz HB, regla de oficina, calculadora, cinta adhesiva masking, y hojas de registros.

Área de estudio

A continuación, se presenta una descripción del campo de ensayo experimental, en el cual, El largo de cada fila de maíz es de 80 m a una distancia de siembra de 22cm de planta a planta y al ancho entre hilara es de 82 cm, el tipo de suelo que se realizó el estudio es de tipo franco arenoso, la aplicación de los

bioestimulantes se realizó 3 aplicaciones, a partir de los 10 días de germinación del maíz en intervalos de 15 días por aplicación.

Tabla 1. Descripción del área de estudio.

T1 Testigo	T2 Evergreen 2.5 ml por litro de agua	T3 Vital Humus 5 ml por litro de agua	T4 Seaweed extract 5 ml por litro de agua
T3 Vital Humus 5 ml por litro de agua	T4 Seaweed extract 5 ml por litro de agua	T1 Testigo	T2 Evergreen 2.5 ml por litro de agua
T4 Seaweed extract 5 ml por litro de agua Testigo	T1 Testigo	T2 Evergreen 2.5 ml por litro de agua	T3 Vital Humus 5 ml por litro de agua
T1 Testigo	T3 Vital Humus 5 ml por litro de agua	T2 Evergreen 2.5 ml por litro de agua	T4 Seaweed extract 5 ml por litro de agua

Realizado por: Pinos, D, 2022.

Localización: El estudio se realizó en una finca del Sr. Dubal Pinos, ubicado en la Vía Sacha – Unión Bolivarense, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, ubicación geográfica en la zona 18S UTM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

En esta sección se procede con la presentación de los resultados obtenidos tras la experimentación con los diferentes tipos de bioestimulantes antes mencionado, cabe mencionar que para estos se recurrió a un análisis estadístico para lo cual se utiliza Minitab, que es un software, que permite resolver problemas relacionados con los procesos de producción, es cual, es mejorado y sus resultados son presentados en ilustraciones o tablas, cabe mencionar que este programa es empleado para el control de calidad, lo cual se relaciona con el presente estudio, ya que no solo se busca mejorar el rendimiento por hectárea sino también la calidad del maíz (TCM, 2022, pág. 2).

En este caso una de las características de Minitab que se aprovechará es el ANOVA, puesto que en conjunto se realizará la prueba Tukey, que es popular para el desarrollo de experimentos, donde se

realizan un gran número de comparaciones, en este caso se trata de una muestra de 100 plantas cosechadas en los diferentes terrenos que fueron tratados con los bioestimulantes.

Cabe mencionar que el método Tukey es empleado a partir del ANOVA para poder generar intervalos de confianza para los diferentes grupos de medias de los factores a evaluar previamente establecidos, mientras realiza el control de la tasa de error por familia, que en este caso son los diferentes terrenos. Es preciso mencionar que para el análisis estadístico se empleó un nivel de confianza de 95%. Además de que se emplearon letras con la finalidad de poder resaltar una significancia estadística, de manera que aquellas que no compartan una letra en común son significativamente diferente. A continuación, se procede con la presentación de los resultados obtenidos:

Densidad de siembra para el experimento

Para el desarrollo del proyecto se estableció una misma densidad de siembra para cada tratamiento, para lo cual, se toma como referencia las densidades de siembra del Norte de Dakota y Carolina, que son zonas de alta producción de maíz en Estados Unidos, que figura como uno de los principales productores, donde se establece una distancia que va de entre 50 a 120 cm, con lo cual, se obtiene una densidad de siembra que oscila entre 55.000 y 70.000 plantas por hectáreas, en zonas lluviosas. En este caso la densidad se realizó de (0,82x0,22) con lo cual se obtiene un aproximado de 55000 plantas por hectárea.

Según, Blanco & González, (Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), 2021, pág. 8), sugieren densidades óptimas de siembra de 65 000 plantas ha⁻¹, para genotipos tropicales de maíz que tengan una altura de la planta superior a los 2,4 m. Trabajos realizados sobre densidades de población en híbridos de maíz bajo temporal, en el trópico húmedo, demostraron que al aumentar la densidad de 50 000 a 62 500 planta ha⁻¹, obtuvieron el mayor rendimiento de grano, pues se incrementó en 0,30 t ha⁻¹. También se reportó que el rendimiento aumentó 0,6 t ha⁻¹, al incrementar la densidad de población de 60000 a 70 000 plantas ha⁻¹. Varios estudios indicaron que el maíz difirió en su respuesta a la densidad de población en función del genotipo y de las condiciones ambientales.

Cabe mencionar que en este estudio se empleó una distancia de 90*30 cm, cabe mencionar que, durante el desarrollo del estudio antes citado, los autores mencionaron que la profundidad de siembra (74 – 88 mil plantas por hectáreas), generó una emergencia con respecto a la plántula, ocasionando que no todas emergieran de manera uniforme.

Por otro lado Cuenca (2019, pág. 61) realiza un estudio mediante la densidad de siembra INIAP H553 cultivada con 15 kg/ha a (0.80 x 0.20 m) puesto que con ello se alcanzó 2,43 m, esto posiblemente se deba a que el maíz cultivado con mayor cantidad (30 kg/ha), obliga a la planta a buscar la luz, la misma que hace que la planta desarrolle de mejor manera, mientras que una menor cantidad de semilla permitió que se desarrollen las malezas, compitiendo con el cultivo, extrayendo los nutrientes y dejando pequeño a maíz.

Es preciso mencionar que esta densidad de siembre está más aproximada al empleado para este estudio, además de que se trata de una zona tropical, ya que esta se da en la provincia de Santa Elena, cabe mencionar que, en el oriente ecuatoriano, el desarrollo de estos cultivos son algo nuevo, sin embargo, se cuenta con climas con características similares. Sin embargo, se acota que el desarrollo de la maleza, no solo tiene que ver con la densidad de siembra sino con el proceso de preparación de la tierra previo a la siembra y post siembra, ya que se requiere hacer controles.

Rendimiento por hectáreas

Se reportan los promedios de rendimiento. El análisis de varianza alcanzó diferencias significativas. El uso del bioestimulante EVEERGREN en dosis de 0,50 L/ha presentó el mayor rendimiento del cultivo con 13930 kg/ha, siendo este el más alto rendimiento con respecto a los otros tratamientos, por otro lado, los rendimientos del bioestimulantes vital humus en dosis de 1,0 L/ha, fue de 10902 kg/ha, mientras que el de SWEET EXTRACT en dosis de 1,0 L/ha, generó 10203 kg/ha, evidenciándose una reducida diferencia de rendimientos. Finalmente se tiene que el tratamiento testigo, donde no se dio la aplicación de bioestimulantes obtuvo un rendimiento de 9272 kg/ha.

Los resultados obtenidos se representan en la tabla 3.4, en la cual consta de las medias de cada uno de los tratamientos realizados, además de la desviación estándar y el P-valor, en los cuales se pudo evidenciar que la utilización de los bioestimulantes género en mayor rendimiento en la producción de maíz.

Tamaño de la raíz

La aplicación del bioestimulante Evergren, fue superior estadísticamente al resto de tratamientos con un promedio de 19,40cm. Los demás bioestimulantes fueron estadísticamente similares al tratamiento testigo con un promedio de 18,56 cm. El análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6,44 %. Donde se observó que el tratamiento con Evergren tuvo un resultado

significativo con respecto a los demás tratamientos, cuales presentan resultados similares al tratamiento testigo. En la evaluación de los bioestimulantes es posible apreciar que la dosis del Evergreen, es 0.5l, siendo esta la mitad de las dosis empleadas de los otros bioestimulantes, puesto que el desarrollo de la raíz es superior por lo menos en un 4%.

Peso de la mazorca

Para el análisis del peso de la mazorca se toma como referencia el peso del grano por mazorca, el cual estará dado en libras, sin embargo, para esto también se requiere conocer el número de granos, como se mencionó anteriormente se debe verificar el número de hileras. A continuación, se presenta el análisis para el peso de la mazorca:

Peso del grano por mazorca (Lb)

El mayor promedio del número de granos por mazorca se obtuvo con el bioestimulante Evergreen, presentó el mayor rendimiento promedio de 0,75Lb, Vital Humus y Sweet Extract fueron estadísticamente parecidos con un promedio de 0,43Lb, siendo el tratamiento testigo el que registró el menor número de granos con 0,37Lb.

El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 18,87 %. Donde se observó que el tratamiento con Evergreen tuvo una notable diferencia en el peso del grano de maíz, el tratamiento con Vital Humus tuvo una pequeña diferencia con el tratamiento de Sweet Extract y el testigo fue el tratamiento con el peso más bajo de todos los tratamientos.

Granos por unidad de mazorca

El mayor promedio del número de granos por mazorca se obtuvo con el bioestimulante Evergreen, mismo que presentó un promedio de 728,85 granos, seguido de Vital Humus registró un promedio de 548,80 granos, mientras que, por otro lado, Sweet Extract tiene un promedio de 517,48 granos, finalmente, el tratamiento testigo que registró el menor número de granos con 503,91.

Con el análisis de varianza no se detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 16,63 %. Fue posible observar que el tratamiento con Evergreen tuvo una gran diferencia en la cantidad de granos de maíz, el tratamiento con Vital Humus presentó el segundo mejor rendimiento en el número de granos, el tratamiento de Sweet Extract y el testigo presentaron el número más bajo de granos de maíz de todos los tratamientos.

Como se puede apreciar que la variación promoción en el número de granos obtenidos con el tratamiento de Eveergren con respecto a los demás tratamientos es de 39%, sin embargo, de manera específica, supera en 33% al de Vital Humus, 41% al de Sweet Extract y por 45% al tratamiento testigo.

Altura de la planta

La aplicación del bioestimulante Vital Humus en dosis de 1,0 L/ha superó los promedios con 1,91 m, estadísticamente igual al empleo del bioestimulante Sweet Extract en dosis de 1,0 L/ha; el bioestimulante Eveergren en dosis de 0,5 ml/ha, fue superior estadísticamente al resto de tratamientos con un promedio de 2,1m. El menor promedio fue para el tratamiento testigo, sin aplicación de productos que presentó un promedio de 1,79 m. El análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6,44%.

Donde se observó que el tratamiento con Eveergren es diferente a los demás tratamientos, Vital Humus y Sweet Extract tienen características similares y por último el tratamiento testigo presentó la altura más baja entre todos. La variación promedio de los resultados obtenidos con el Eveergren en comparación con los demás bioestimulantes es del 12%. Por otro lado, la variación con respecto al Vital Humus y el Sweet Extract es de 10% y de 17% con respecto al testigo.

Diámetro de la mazorca

El empleo del bioestimulante Eveergren en dosis de 0,50 L/ha presentó mayor promedio (4,78 cm), estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo, sin aplicación de productos y el Sweet Extract los de menor promedio (4,36 cm).

El análisis de varianza no se detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6,90 %.

Donde se observó que el tratamiento con Eveergren tuvo una pequeña diferencia en el diámetro de la mazorca del maíz a comparación del tratamiento con Vital Humus, el tratamiento con Sweet Extract y el testigo tienen características similares.

La variación promedio entre el diámetro de las mazorcas obtenidas a partir del tratamiento Eveergren con respecto a los demás tratamientos es de 11%. Por otro lado, en términos específicos, la variación con respecto a las mazorcas obtenidas a partir del tratamiento con Vital Humus es de 8% y de 12% con respecto al Sweet Extract y el testigo,

Discusión

En el presente apartado se procede con el desarrollo de la discusión para lo cual, se realizará una relación con los resultados obtenidos tras la experimentación con los tres tipos de bioestimulantes, con respecto a los hallazgos evidenciados en estudios preexistentes en los cuales se experimentó con uno o más marcas comerciales.

Como se mencionó anteriormente, se emplearon tres tipos de bioestimulantes, los cuales con respecto al rendimiento de tratamiento testigo, permitieron una mejora promedio de 19.2%, es preciso mencionar que el mejor rendimiento se alcanzó con el Evergreen en dosis de 0.5l en este caso el rendimiento obtenido en kg supera al del tratamiento testigo en un 33%, mientras que con los otros bioestimulantes la dosis de 1l.

En este caso la dosis empleada de Evergreen es inferior en 0.25l, con respecto a la dosis empleada por Aguayo & Cruz (2020, pág. 24) en su estudio donde la variable de rendimiento no encontró diferencia significativa en la variable de rendimiento de grano por hectárea, con la aplicación de los bioestimulantes Fertimar®, Evergreen®, y Revite® en las dosis de 1.0, 0.75, y 0.5 L/ha, a excepción del T2 (Revite® a 0.5 t/ha) en el estudio realizados sobre efecto de tres bioestimulantes orgánicos en el rendimiento del híbrido doble de maíz.

El uso de bioestimulantes, no presenta un efecto estadístico significativo con respecto al tratamiento testigo, sin embargo, si se evidencia una mejora en cuanto a la productividad del grano de maíz, ya que mientras el grano del testigo pesa 0.38g, el peso del grano de mazorca con bioestimulante oscila entre los 0.41g y 0.57g. Por otro lado, también es posible evidenciar dicha mejora con respecto a la cantidad de granos por mazorca, donde el testigo presenta 503.91 granos, mientras que los tratamientos con bioestimulantes permitieron obtener entre 517.48 y 728.87 granos.

Con respecto a la productividad del grano de maíz Martínez, et al (2022, págs. 289-301) expresan que en los componentes del maíz, los bioestimulantes produjeron efectos estadísticamente diferentes, excepto para producción de paja. Con relación al testigo (B1) para cada bioestimulante se detectó incremento en el rendimiento de grano de maíz de 11.4, 9.6, 8.8 y 7.9% para B3, B4, B2, B5, respectivamente. En un estudio de fertilización foliar con bioestimulante a base de aminoácidos libres provenientes de tejido epitelial de pollo, en promedio de dos ciclos agrícolas, observaron incremento de un 14% del rendimiento

de grano de maíz. En un estudio de campo con compost enriquecido con N y con triptófano al suelo, observaron incremento en 21% de rendimiento de grano de maíz.

El uso de los bioestimulantes tuvo un efecto positivo en cuanto al diámetro de la mazorca, con lo cual se obtuvieron medidas de entre 4.36 cm y 4.88 cm, lo que conlleva una mejora de 4.4% con respecto al testigo, donde la media obtenida fue de 4.37%, lo que implica que estos fertilizantes naturales, cumplen con su propósito que es nutrir el suelo y contrarrestar las afectaciones ocasionadas por el uso de fertilizantes químicos como la urea.

En su estudio Martínez, et al (2022, págs. 289-301) El diámetro de mazorca presentó diferencias significativas para el factor bioestimulante y varió de 47.7 (B1) a 48.9 (B2) mm, respectivamente. Al igual que las variables anteriores, los cuatro tratamientos superan al testigo (B1). Los valores de DM observados son similares. El diámetro de mazorca está asociado con el factor genético de las semillas, el manejo agronómico y las condiciones ambientales que prevalece durante el ciclo. Los resultados de este estudio en el efecto de los bioestimulantes en plantas de maíz, que aumentaron significativamente el rendimiento de grano y las características agronómicas del cultivo.

La altura de la planta también se vio mejorada con el uso de los tres diferentes tratamientos de bioestimulantes con lo cual, destaca el crecimiento promedio de plantas tratadas con Evergreen donde en promedio registran alturas de 2.1m, mientras que en el caso de Vital Humus y Swett Extract registran alturas promedio de 1.91 m, con respecto al testigo estos valores son superiores en 9.1%.

Según Narváz (2022, pág. 60) en un estudio experimental sobre el uso de bioestimulantes, le fue posible obtener un mayor crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta, al evaluar híbridos bajo condiciones de fertilización foliar con bioestimulantes a base de aminoácidos, sustancias precursoras de crecimiento microbiano y extractos de algas, encontraron diferencias significativas observándose un mayor rendimiento de grano, inclusive superiores a estudios reportados en la literatura, concretamente se reportó que los bioestimulantes aumentaron el rendimiento de grano de 7.9 a 11.4%, respecto al testigo, y afectó positivamente los componentes agronómicos de los híbridos evaluados como altura, diámetro de tallo y área foliar en el cultivo de maíz.

Es preciso mencionar que, en este estudio, los mejores resultados se obtuvieron a partir del uso de Evergreen que es un bioestimulante a base de algas, el cual presenta un rendimiento superior en cuanto

al número de granos por mazorca, por 33% con respecto a Vital Humus y 41% frente a Sweet Extract. En cuanto a la producción de kg/h el rendimiento obtenido por Eveergren supera en promedio a los otros tratamientos en 19%.

Según Icaza (2019, pág. 27) Los bioestimulantes foliares a base algas marinas causaron efectos positivos en el cultivo de maíz INDIA S – 505 en la zona de Pimocha, la importancia dedicada a la utilización de las algas marinas y/o sus derivados como bioestimulante está cada día ganando más amplitud e importancia. Se llama bioestimulante, moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y fisiológicas en los vegetales.

Finalmente se tiene el efecto de los bioestimulantes en cuanto al tamaño de la raíz de la planta, donde fue posible evidenciar que no existe una diferencia significativa con respecto al testigo, de manera que la variación promedio es apenas de 0.4%, Cabe mencionar que al igual que en otros indicadores, el Eveergren registra en promedio tamaños de 19.4 cm, lo que representa una variación de 3% con respecto al testigo.

Según Guzmán (2020, pág. 47) La composición química de los extractos a base de algas ejerce diferencias en su efecto como bioestimulante. Se menciona que el uso de diversos extractos comerciales de algas genera una respuesta morfológica y fisiológica diferente en plantas de maíz. Por otra parte, se evidencia que algunos productos mejoran la capacidad de formación de raíces debido a un alto contenido de ácido indolacético (IAA), mientras que otros extractos mostraron mejorías en la capacidad de nutrición de la planta debido a mayor presencia de polifenoles.

CONCLUSIONES

Se da cumplimiento al objetivo general del presente estudio debido a que fue posible realizar un diagnóstico sobre los efectos de los bioestimulantes en el cultivo de maíz en el cantón La Joya de los Sachas, para lo cual, se realizó un experimento con un grupo de bioestimulantes entre los cuales se enlistan Eveergren, Vital Humus y Sweet Extract, en contraste con un tratamiento testigo, que prácticamente es un cultivo en condiciones naturales.

Se cumple con el primer objetivo específico gracias a que se realizó un análisis contextual para determinar la situación del uso de fertilizantes en la producción de maíz en el cantón la Joya de los Sachas,

con lo que fue posible conocer que en primera instancia que este cultivo es algo nuevo dentro de la provincia de Orellana, que empezó a cultivarse hace una década, lo cual, explica el hecho de que apenas se destinen 5 hectáreas para el cultivo, que a pesar de que genera un rédito económico para las comuna Quichua o Shuar, los rendimientos obtenidos no son los mejores, pues apenas generan 12 quintales por hectáreas.

Es preciso mencionar que el problema se debe a que el cultivo se lleva de manera empírica carente de tecnicismo, ya que en cuanto a fertilizante se emplea la urea, la cual, presentan altos costos y reduce el margen de ganancia de los agricultores, en este sentido es posible evidenciar la necesidad de asesoramiento técnico, ya que aun cuando se dé el uso de bioestimulantes en remplazo de la urea es preciso conocer las características del suelo, para con base en la disponibilidad de minerales y nutrientes establecer la dosis a emplear.

Fue posible cumplir con el segundo objetivo específico, gracias que se realizó un análisis comparativo sobre el efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de la producción de maíz por hectáreas, donde fue posible apreciar que el rendimiento de la producción de los bioestimulantes en promedio es de 19% en comparación con el tratamiento testigo.

Se da cumplimiento al tercer objetivo específico gracias que para verificar el rendimiento de emplear los bioestimulantes en la producción de maíz en el cantón la Joya de los Sachas se evaluaron diferentes aspectos entre los cuales se tiene los siguientes:

Con respecto al tamaño de la raíz, la diferencia con respecto a los bioestimulantes es de 0.4%, lo cual no es muy significativo, lo que conlleva a que el tamaño de la raíz no varía.

Peso del grano por mazorca (Lb), es una variable donde empiezan a notarse diferencias, puesto que, la variación promedio entre el grano del tratamiento testigo con respecto a los tratamientos con bioestimulantes es de una mejora de 18.1%

La cantidad Granos por unidad de mazorca, muestran que el tratamiento testigo presenta 503.91, cuya variación promedio con respecto a los bioestimulantes que mejoraron la cantidad de granos en 13.9%

Altura de la planta, en la altura de la planta específicamente el tratamiento con Eweergren permitió que estas alcanzarán tamaños de hasta 2.1 m, que supera en 10% el tamaño de las plantas con el tratamiento

testigo, mismo que presenta una variación promedio que contempla una mejora 9.1% con el uso de los bioestimulantes.

Diámetro de la mazorca con el tratamiento testigo en promedio es de 4.37, mientras que el mejor resultado se alcanza con Eweergren con 4.88 de diámetro. En cuanto a la variación promedio con respecto a los tratamientos con bioestimulantes se alcanza una mejora de 4.4%.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aguayo, A., & Cruz, G. (2020). *Efectos del Silicio y bioestimulantes sobre el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays) amarillo duro*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
- Manuel Feliz López. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1335/1/TTA08D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1335/1/TTA08D.pdf)
- Ardisna, E., Torres, A., Fosado, O., Peñarrieta, S., Solórzano, J., Jarre, V., . . . Montoya, J. (19 de Octubre de 2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, *XLI*(4), 2. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266197002/html/>
- Arguello, V. (2022). *Diagnostico de enfermedades foliares en el cultivo de maíz (Zea mays) del cantón la Joya de los Sachas Provincia de Orellana*. El Coca: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16400/1/13T00965.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16400/1/13T00965.pdf)
- Arvensis . (19 de Febrero de 2022). *¿Cuál es el origen del maíz?* Obtenido de Arvensis : <https://www.arvensis.com/es/blog-cual-es-el-origen-del-maiz/>
- Blanco, Y., & González, D. (2021). Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, *XLII*(3), 8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1932/193268883008/html/>

- Borunda, A. (25 de Enero de 2022). *¿Por qué se está multiplicando realmente la producción mundial de maíz?* Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2022/01/por-que-se-esta-multiplicando-realmente-la-produccion-mundial-de-maiz>
- Bravo, M. (2020). *Evaluación de bioestimulantes producción ecológica de maíz (como sustitutos parciales de fertilización nitrogenada en Zea mayz L.)*. Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de Universidad Estatal del Sur de Manabí : <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2557/1/TESIS%20Y%20URKUND%20%20BRAVO%20ALCIVAR.pdf>
- Certis. (6 de Abril de 2021). *¿Qué es un Bioestimulante? ¿Cómo puede mejorar la calidad de tu cosecha?* Obtenido de Certis : <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/que-es-un-bioestimulante-como-puede-mejorar-la-calidad-de-tu-cosecha>
- Cuenca, S. (2019). *Alta densidad de siembra en el comportamiento agronómico de cuatro híbridos de maíz (Zea Mays), Santa Elena*. Guayaquil: Universidad Agraria. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CUENCA%20LOPEZ%20SHYLA%20SAMANTHA.pdf>
- ECUAQUIMICA . (3 de Noviembre de 2022). *Seaweed Extract*. Obtenido de ECUAQUIMICA : ecuaquimica.com.ec/producto/seaweed-extract/
- ESPAGROTEC. (16 de Abril de 2021). *Linea vital quelatos y microelementos*. Obtenido de Espagrotec: <https://www.espagrotec.com/linea-vital-quelatos-y-microelement>
- ExcelAg. (20 de Enero de 2021). *EVERGREEN*. Obtenido de ExcelAg Corp USA : <https://excelag.com/evergreen-es/?lang=es#:~:text=Complejo%20nutricional%20sist%C3%A9mico%20y%20bioestimulante&text=Evergreen%20es%20una%20f%C3%B3rmula%20equilibrada,marinas%2C%20vitaminas%20y%20%C3%A1cido%20h%C3%BAmico>.
- Fuentes, T., Parrales, A., Morán, J., García, J., & Ortega, J. (2 de Enero de 2022). Caracterización morfológica y etnobotánica del maíz criollo (zea mays L.) en la comuna Sancán, Ecuador. *UNESUM-Ciencias:Revista Científica Multidisciplinaria*, VI(2), 101-116. Obtenido de <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesciencias/article/view/631/529>

- Gallegos, G. (17 de Mayo de 2022). *Perspectivas del maíz en el mercado mundial 2022*. Obtenido de El Economista : <https://www.economista.com.mx/opinion/Perspectivas-del-maiz-en-el-mercado-mundial-2022-20220517-0097.html>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (1 de Julio de 2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento - Recimundo, IV(3)*, 163-173. doi:DOI: 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173
- Guzmán, L. (2020). *Efecto de la aplicación de bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de un híbrido y una variedad de maíz (Zea mays) en Santa Clara de San Carlos, Alajuela Costa Rica*. San Carlos: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12296/efecto_aplicacion_bioestimulantes_crecimiento_rendimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Icaza, J. (2019). *Efecto de los bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.), en la zona de Pimocha*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo . Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6127/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000059.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, A., Zamudio, B., Tadeo, M., Espinoza, A., Cardoso, J., & Vázquez. (31 de Marzo de 2022). Rendimiento de híbridos de maíz en respuesta a la fertilización foliar con bioestimulantes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, XIII(2)*, 289 - 301. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2782>
- Narváz, A. (2022). *Respuesta del cultivo de maíz (Zea mays) a la aplicación de bioestimulantes a base de fitohormonas y prebióticos*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6676/1/T-UTEQ-341.pdf>

Piza, N., Amaiquema, F., & Beltrán, G. (Septiembre - Octubre de 2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*, XV(70), 455-459. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455

Secretaria Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021 - 2025*. Quito. Obtenido de https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Plan-de-Creaci%C3%B3n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado_compressed.pdf

Semillas Valle S.A. (12 de Mayo de 2022). *Fenología y Fisiología en Cultivos de Maíz*. Obtenido de Semillas Valle S.A.: <https://semillasvalle.com/site/blog/fenologia-y-fisiologia-en-cultivos-de-maiz/>

TCM. (28 de Julio de 2022). *Minitab: ¿qué es y para qué sirve?* Obtenido de Técnicas de Control Metrológico (TCM): <https://www.tcmetrologia.com/blog/minitab-que-es-y-para-que-sirve/>

TECNOBELL. (17 de Febrero de 2021). *¿Cuál es la diferencia entre un bioestimulante y un fertilizante?* Obtenido de TECNOBELL: <https://www.tecnobell.eu/cual-es-la-diferencia-entre-un-bioestimulante-y-un-fertilizante>

Zambrano, C., & Andrade, M. (2 de Julio - Agosto de 2021). Productividad y precios de maíz duro pre y post Covid-19 en el Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, XIII(4), 143-150. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400143#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20Ministerio%20de%20Agricultura,producci%C3%B3n%20de%201.513.635%20toneladas.