



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS,
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

TEMA

EFEECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO, COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN EL CULTIVO DE MAÍZ DURO (*Zea mays L.*), CANTÓN BABAHOYO, PROVINCIA LOS RÍOS.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica.

AUTOR

ELÍAS DANIEL GAVILÁNEZ GAVILÁNEZ

DIRECTORA

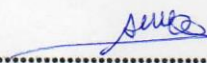
ING. AGR. SONIA SALAZAR RAMOS. Mg.

GUARANDA – ECUADOR

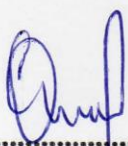
2022

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO, COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN EL CULTIVO DE MAÍZ DURO (*Zea mays L.*), CANTÓN BABAHOYO, PROVINCIA LOS RÍOS.

REVISADO Y APROBADO POR:


.....
ING. AGR. SONIA SALAZAR RAMOS. Mg.

DIRECTORA


.....
ING. AGR. JOSÉ SÁNCHEZ MORALES. Mg.

BIOMETRISTA


.....
ING. AGR. LUÍS VERDEZOTO DEL SALTO M. Sc.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

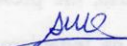
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Elías Daniel Gavilánez Gavilánez, con CI: 020192614-4, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

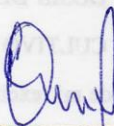
La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.




ELÍAS D. GAVILÁNEZ GAVILÁNEZ
AUTOR
C.I. 0201916144



ING. SONIA SALAZAR RAMOS. Mg.
DIRECTORA
C.I. 020093306-7



ING. JOSÉ SÁNCHEZ MORALES. Mg.
BIOMETRISTA
C.I. 180153798-4



ING. LUIS VERDEZOTO DEL SALTO. M. Sc
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA
C.I. 020143224-2





Notaría Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



....rio

Nº ESCRITURA 20220201003P02302

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

ELIAS DANIEL GAVILANEZ GAVILANEZ

INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS L.L.

Factura: 001-001-000012212

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día catorce de octubre de dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece el señor ELIAS DANIEL GAVILANEZ GAVILANEZ soltero, domiciliado en el Cantón Quito y de paso por esta ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, celular número 0979757317, correo electrónico es dannygavilanez25@gmail.com, por sus propios derechos, obligarse a quien de conocerlo doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruido por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declara lo siguientes “Previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, a través de la facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Ciencias Sociales y Humanísticas de la Universidad Estatal de Bolívar, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO, COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN EL CULTIVO DE MAÍZ DURO (*Zea mays* L.), CANTÓN BABAHOYO, PROVINCIA LOS RÍOS”, es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autor. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue al compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquel se ratifica y firma conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaría la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

ELIAS DANIEL GAVILANEZ GAVILANEZ

C.C. 020192674-4



[Handwritten signature of Henry Rojas Narvaez]
AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

Lista de fuentes Bloques Mmonar (mmonar@ueb.edu.ec)

Documento [EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO, COMO FERTILIZANT MAÍZ DURO \(Zea mays L.\), CANTÓN BABAHOYO, PROVINCIA LOS RÍOS..docx \(D146465239\)](#)
Presentado 2022-10-14 10:59 (-05:00)
Presentado por egavilanez@mailes.ueb.edu.ec
Recibido mmonar.ueb@analysis.orkund.com
Mensaje URGENTE-análisis del proyecto de investigación [Mostrar el mensaje completo](#)
5% de estas 45 páginas, se componen de texto presente en 15 fuentes.

50% 1 Advertencias.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA
DE INGENIERÍA AGRONÓMICA	DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
TEMA	TEMA:
EFECTO DE LA	VALORACIÓN DE LA
APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO, COMO FERTILIZANTE FOLIAR EN EL	EFFECTIVIDAD DE CUATRO COMBINACIONES DE INGREDIENTES ACTIVOS DE FUNGICIDAS PARA EL
CULTIVO DE MAÍZ DURO (DE MANCHAS FOLIARES EN MAÍZ Zea mays L.), EN LAGUACOTO

DEDICATORIA

Con profundo cariño

A: mi madre Jane G, a mis hermanas Melyna y Annie Gavilánez, a mi padre Elías Gavilánez quien me guió por el hermoso sendero de la Agronomía, a mi hija Daniela G, a mi tía Estela Gavilánez, a mis abuelitas Emma e Isabel. Quienes con su constante cariño, comprensión, sacrificio y esfuerzo, fueron la fuente inagotable de apoyo, al entregarme todo de sí para alcanzar la meta deseada, de ser un miembro útil para la Sociedad.

Me la dedico a mí, por este proyecto y junto a todos los años en la UEB, gracias a ese esfuerzo arduo de poder llegar a este punto de mi vida.

Este trabajo está dedicado también a la juventud Universitaria Bolivareense, quienes con su sacrificio y esfuerzo se sumergen cada vez más en el mar del saber Agropecuario, para ser forjadores de un futuro más próspero.

“Por una Ingeniería Agronómica más fuerte, técnica y científica, para que se acerque cada vez más a la excelencia”.

AGRADECIMIENTO

Debo expresar por mi fe, mi agradecimiento a la Voluntad Divina inspirada por Dios, que es fuente inagotable de sabiduría y bendiciones.

Dejo constancia mi profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, y de manera especial a la Carrera de Ingeniería Agronómica, quienes con su dedicación, esfuerzo y sacrificio sembraron en mí el saber.

Hago extenso mi agradecimiento a la empresa PRODUFERT. S. A, en especial al Ingeniero Javier Gavilánez, por las facilidades prestadas para realizar este trabajo.

De igual manera expreso mi gratitud al Sr Marcial Morejón, quien me brindo todo el apoyo necesario y por su colaboración para culminar con éxito este trabajo.

A la Ingeniera Sonia Salazar Directora del proyecto, por su ayuda y tiempo brindado para culminar con éxito esta investigación.

Al Ingeniero José Sánchez Biometrista del proyecto, quien aportó con su conocimiento para terminar este proyecto.

Al Ingeniero Luis Verdezoto Área de Redacción Técnica, quien con su apoyo permanente permitió el desarrollo de la presente investigación.

Finalmente mi agradecimiento especial a todos mis amigos y familiares, de manera especial a Jaime y David Gavilanes que son y han sido hermanos para mí y Gabriela M, también para mis compañeros quienes estuvieron dispuestos a apoyarme durante mis estudios y en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
TEMA	II
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	III
NOTARIZACION DE AUTORIA	IV
URKUND.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
RESUMEN.....	XVII
SUMMARY	XVIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PROBLEMA	3
III. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1 Origen.....	5
3.2 Taxonomía.....	6
3.3 Características Morfológicas.....	6
3.3.1 Planta.....	6
3.3.2 Raíz	6
3.3.3 Tallo	6
3.3.4 Hojas	7
3.3.5 Inflorescencia	7
3.3.6 Grano.....	7
3.4 Condiciones edáficas y climáticas	8
3.5 Manejo del Cultivo	8
3.5.1 Preparación del Suelo.....	8
3.5.2 Siembra	8
3.5.3 Fertilización.....	9
3.5.4 Control de Malezas.....	9

3.5.5 Labores Fitosanitarias	9
3.6 Principales Plagas.....	9
3.6.1 Gusanos trozadores (Agrotis spp.)	9
3.6.2 Moscas del estigma del maíz (Euxesta stigmatias y Chaetopsis massyla)...	10
3.6.3 Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda).....	10
3.7 Principales Enfermedades	10
3.7.1 Mancha de asfalto (Phyllachora maydis Maubl.).....	10
3.7.2 Virus del rayado del maíz (Corn Streak Virus, CSV).....	11
3.7.3 Manchas y tizones de la hoja por Helminthosporium.....	11
3.8 Cosecha.....	12
3.9 Postcosecha	12
3.10 Los Fertilizantes	12
3.11 Sulfato de Cobre Pentahidratado.....	13
3.11.1 Recomendaciones de uso	18
3.11.2 Preparación del producto para su correcto uso.	18
3.12 Maíz Híbrido “Emblema 777”.	18
IV. MARCO METODOLÓGICO	22
4.1 Ubicación del experimento	22
4.2 Situación geográfica y climática de la zona.....	22
4.2.1 Zona de vida.....	22
4.3 Materiales.....	23
4.3.1 Material Experimental.....	23
4.3.2 Material de Campo	23
4.3.3 Materiales de Oficina	23
4.4 Métodos.....	24
4.4.1 Factor en Estudio.....	24

4.4.2 Tratamientos.....	24
4.4.3 Diseño Experimental.....	25
4.4.4 Procedimiento del Experimento.....	25
4.4.5 Tipos de Análisis.....	26
4.4.6 Análisis Estadístico.....	26
4.5 Métodos de evaluación y datos tomados.....	26
4.5.2 Número de plantas por parcela (NPxP).....	26
4.5.3 Porcentaje de plantas con mazorca (PPCM).....	26
4.5.4 Número de plantas cosechadas (NPC).....	27
4.5.5 Longitud de la mazorca (LM).....	27
4.5.6 Diámetro de la mazorca (DM).....	27
4.5.7 Porcentaje de humedad del grano (PHG).....	27
4.5.8 Rendimiento por parcela (RxP).....	27
4.5.9 Rendimiento en Kilogramos por Hectárea (Rkg/Ha).....	28
4.5.10 Distanciamiento entre nudos (DEN).....	28
4.5.11 Días a la cosecha (DC).....	28
4.5.12 Longitud de las hojas (LH).....	28
4.5.13 Peso de 100 granos (g.) (PCGg).....	29
4.5.14 Porcentaje de Fitotoxicidad (PF).....	29
4.6 Manejo del Experimento.....	29
➤ Selección del Lote.....	29
➤ Preparación del suelo.....	30
➤ Siembra.....	30
➤ Trazado de las parcelas.....	30
➤ Control de Malezas.....	30
➤ Control de Plagas.....	31

➤ Control de Enfermedades.....	31
➤ Aplicación y dosificación.....	31
➤ Riego	32
➤ Cosecha	32
➤ Secado	32
➤ Desgranado	32
➤ Clasificación	32
➤ Almacenamiento	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1. Variables agronómicas:	33
5.2. Incidencia y Severidad de Enfermedades Foliares.....	52
5.3. Análisis de correlación y regresión lineal.	53
➤ Coeficiente de Correlación (r).....	53
➤ Coeficiente de Regresión (b).....	53
➤ Coeficiente de Determinación (R ² %).....	54
5.4. Análisis económico de la relación B/C.....	55
➤ Relación beneficio – costo.....	57
VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	62
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	63
7.1. Conclusiones.	63
7.2 Recomendaciones.....	64

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	DENOMINACIÓN	PÁG.
1.	Taxonomía	6
2.	Condiciones Edafoclimáticas	8
3.	Ubicación del Experimento	22
4.	Situación geográfica y climática de la zona	22
5.	Tratamientos	24
6.	Procedimiento del experimento	25
7.	Análisis de varianza (ADEVA) sencillo al 5%	26
8.	Porcentaje de Fitotoxicidad	29
9.	Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en las variables APf; APm; NPxP; PPCM; NPC; LM; DM; PHG; DEN; DC; LH; PCGg; RxP; R en kg/Ha; PF a los 5 dda y PF a los 20 dda. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022	33
10.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en las variables IC en %; IR en % y SM en %. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	54
11.	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron significancia positiva con el rendimiento (Y). Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	57

12. Relación Beneficio Costo: Cultivo de maíz duro híbrido 59
Emblema 777 con la aplicación de 3 dosis de sulfato de cobre
pentahidratado, como fertilizante foliar. Cantón Babahoyo,
Provincia Los Ríos, 2022.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	DENOMINACIÓN	PÁG.
1.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Altura de plantas al inicio de la floración. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	36
2.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Altura de plantas a la madurez fisiológica. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022	37
3.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Número de plantas por parcela. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	38
4.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Porcentaje de plantas con mazorca. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	40
5.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Numero de plantas cosechadas. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	41
6.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Longitud de la mazorca. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	42
7.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Diámetro de la mazorca. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	43
8.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Porcentaje de humedad del grano. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	44
9.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Distancia entre nudos. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	45

10.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Días a la cosecha. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.....	47
11.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Longitud de la hoja. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	47
12.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Peso de 100 granos. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	49
13.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Rendimiento por parcela. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	50
14.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Rendimiento de maíz seco en Kg/ha. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	52
15.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Porcentaje de Toxicidad de la Planta. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	53
16.	Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Incidencia de enfermedades Foliares y Sanidad de Mazorca. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

DENOMINACIÓN

1. Mapa de ubicación del ensayo
2. Base de datos
3. Evidencias fotográficas de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo (Babahoyo 2021)
4. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

Entre los rubros agrícolas que se cultivan en el país está el maíz amarillo duro, cuya producción es destinada para la industria alimenticia pecuaria como materia prima para la elaboración de otros productos con valor agregado influyendo directamente en el desarrollo de las comunidades rurales. En la actualidad, la producción maicera en lugar de mejorar se ha vuelto más crítica, situación preocupante para los habitantes de Los Ríos, por las consecuencias de tipo social que están atravesando, debido a la falta de recursos económicos para la asistencia técnica al agricultor de esta provincia, considerando que más del 65 % de los habitantes se encuentran en el sector rural. Esta investigación se realizó en sitio Tres Marías, ubicada a 56 msnm, cantón Babahoyo, Provincia Los Ríos. Los objetivos planteados fueron: i) Valorar la dosis sulfato de cobre pentahidratado como fertilizante foliar que proporciona una mayor productividad en el cultivo de maíz duro. ii) Identificar la dosis de sulfato de cobre pentahidratado como fertilizante que proporciona una menor incidencia de enfermedades y iii) Establecer el Beneficio/Costo en los tratamientos. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos y tres repeticiones, se consideró como tratamiento a cada sistema de fertilización que fue empleado en el cultivo: T0: sin aplicación; T1: 500 cc/ha; T2: 500 cc/ha y T3: 500 cc/ha. Se realizó análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% para comprobar promedio de tratamientos, análisis de correlación y regresión lineal, y relación beneficio – costo. Los resultados fueron: La aplicación de las tres dosis de sulfato de cobre pentahidratado al híbrido de maíz duro Emblema 777, se incrementó el porcentaje de plantas con mazorca, el rendimiento del grano por parcela y el peso de cien granos, en comparación con la tecnología del agricultor del sector tres Marías. El mejor rendimiento de maíz duro al 13% de humedad, se dio en el tratamiento T2: 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 9482,57 Kg/ha. En las tres dosis de sulfato de cobre pentahidratado, presentaron una reacción de Resistente para la incidencia y severidad de las enfermedades foliares como Roya y Carbones, para sanidad de la mazorca presentaron una Pudrición Moderada. Las variables independientes que contribuyeron a incrementar el rendimiento de maíz duro al 13% de humedad fueron Número de plantas por parcela; Porcentaje de plantas con mazorca; Número de plantas cosechadas, Rendimiento por parcela en Kg y Peso de 100 granos. La mejor relación beneficio/costo e ingreso/costo, se tuvo al aplicar 750 cc de Sulfato Sulfato de cobre pentahidratado con con una B/C de 1,75 y una RI/C de 0,75. Esta investigación permitió validar y seleccionar una alternativa tecnológica que contribuya a mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción de maíz duro con la aplicación de 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado, como fertilizante foliar válida para la zona agroecológica de la parroquia la Unión, cantón Babahoyo.

Palabras Claves: *Maíz Duro, Híbrido, Sulfato, Cobre, Pentahidratado.*

SUMMARY

Among the agricultural items grown in the country is hard yellow corn, whose production is destined for the livestock food industry as raw material for the production of other value-added products, directly influencing the development of rural communities. Currently, corn production has become more critical instead of improving, a worrying situation for the inhabitants of Los Ríos, due to the social consequences they are experiencing, due to the lack of economic resources for technical assistance to the peasants of this province, considering that more than 65% of the inhabitants are in the rural sector. This research was carried out at the Tress Marias site, located at 56 meters above sea level, Babahoyo canton, Los Ríos Province. The stated objectives were: i) assess the dose of copper sulfate pentahydrate as a foliar fertilizer that provides greater productivity in the cultivation of hard corn. ii) Identify the dose of copper sulfate pentahydrate as a fertilizer that provides a lower incidence of diseases and iii) Establish the Benefit/Cost in the treatments. A Randomized Complete Block design with 4 treatments and three repetitions was used, each fertilization system that is used in the crop was considered as a treatment: T0: without application; T1: 500 cc/ha; T2: 500 cc/ha and T3: 500 cc/ha. Analysis of variance, Tukey test at 5% was performed to check the average of treatments, correlation analysis, linear regression, and benefit-cost ratio. The results were: The application of the three doses of copper sulfate pentahydrate to the hard corn hybrid Emblema 777 increased the percentage of plants with cob, the grain yield per plot and the weight of one hundred grains, compared to the technology of the farmer in the Las Marias sector. The best yield of hard corn at 13% humidity was given in treatment T2: 750 cc of copper sulfate pentahydrate with 9482.57 Kg/ha. In the three doses of copper sulfate pentahydrate, they presented a resistant reaction for the incidence and severity of foliar diseases such as Roya and Carbons, for ear health they presented a Moderate Rot. The independent variables that contributed to increase the yield of hard corn at 13% moisture were Number of plants per plot; Percentage of plants with ear; Number of harvested plants, Yield per plot in Kg and Weight of 100 grains. The best benefit/cost and income/cost ratio was obtained by applying 750 cc of copper sulfate pentahydrate with a B/C of 1.75 and an RI/C of 0.75. This research allowed to validate and select a technological alternative that contributes to improve the sustainability of hard corn production systems with the application of 750 cc of copper sulfate pentahydrate, as valid foliar fertilizer for the agroecological zone of the La Unión parish, canton. Babahoyo.

Keywords: *Hard Corn, Hybrid, Sulfate, Copper, Pentahydrate.*

I INTRODUCCIÓN

Según informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), estima la producción mundial para la campaña 2019/2020 en 1 110,8 millones de toneladas, menor en 1,0 % al registrado en la campaña 2018/2019 (1 122,5 millones de toneladas), muestra la reducción de la producción mundial, estaría causada por la caída de la producción del más importante productor mundial de maíz amarillo duro, Estados Unidos que reduciría en 16,5 millones de toneladas, al pasar de 364,3 millones de toneladas a 347,8 millones toneladas respecto a la campaña pasada (4,5% menos), debido a un retraso en las siembras por condiciones agroclimáticas desfavorables, además de expectativas de obtención de menores rendimientos (Romero, 2020).

Otros países con producción también disminuida son Argentina con 1 millón de toneladas (-2,0%), México con 2,6 millones de toneladas (-9,4%), Ucrania (-0,9%) y Canadá (-3,5%). Debido al intenso clima lluvioso observado durante la temporada, la siembra de la segunda cosecha brasileña puede retrasarse. Sin embargo, Brasil permite consumidores interesados en precios muy competitivos en el mercado, por la industria del etanol, por lo que se mantendrá la producción de como en la temporada anterior. Por otro lado, la caída de la producción debe ser contenida con un aumento de la producción del 1,3% (3.00 millones de toneladas) en países como China, pero en este caso aún está por estimarse (Romero, 2020).

En Ecuador se cultivan anualmente unas 250.000 hectáreas de maíz. El año pasado se sembró en 214.000 hectáreas. Lamentablemente, esta cifra está disminuyendo, con una superficie de 153.000 hectáreas prevista para este año, 50% en Los Ríos, 40% en Manabí y el resto en Guayas. El 90% de la siembra de maíz se realiza en invierno. El rendimiento verano-otoño es de 16.000 hectáreas, por debajo de lo normal, alcanzando 1,82 toneladas / hectárea (Monteros, 2018).

Según la Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA), durante el ciclo agrícola 2009-2010, la superficie sembrada con maíz fue de 374,128 cuadras (267,234 hectáreas) con una producción de más de 17 millones de quintales, y un rendimiento de 46.2 quintales por cuadra. En Babahoyo, bajo

condiciones climáticas adecuadas o mediante el aporte del riego, el maíz es el más productivo de los cereales y la rentabilidad aumenta cuando se utilizan cultivares mejorados en condiciones favorables y manejo adecuado (Sorto, 2018).

El cobre es uno de los micronutrientes necesarios para las plantas en muy pequeñas dosis. En el sustrato, el rango normal es de 0,05-0,5 partes por millón (ppm), mientras que en la mayor parte de los tejidos es de 3-10 ppm. En comparación, el índice ideal de hierro en el tejido es 20 veces más alto que el de cobre. Si bien la deficiencia o la toxicidad del cobre rara vez se presentan, lo mejor es evitar los extremos, pues en ambos casos el crecimiento y la calidad de los cultivos podrían verse afectados (López, 2021).

En las plantas, el cobre activa ciertas enzimas implicadas en la síntesis de lignina y es esencial para diversos sistemas enzimáticos. También es necesario en el proceso de la fotosíntesis; esencial para la respiración de las plantas y coadyuvante de éstas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas. Además, el cobre ayuda a intensificar el sabor, el color en las hortalizas y en las flores (Vargas, 2020).

El sulfato de cobre en la agricultura, es usado en la mitigación de plagas. Como fungicida, resulta eficaz en tratamientos preventivos sobre distintas alternativas. Es usado también como bactericida, contando con la capacidad de atacar a determinados hongos y bacterias. También es empleado como fertilizante, y por su excelente solubilidad, permite su aplicación por riego por aspersión, riego por goteo, inyección directa a la raíz, riego por manguera o aspersión foliar (Zinsa, 2016).

Los objetivos evaluados fueron.

Valorar la dosis de sulfato de cobre pentahidratado como fertilizante foliar que proporciona una mayor productividad en el cultivo de maíz duro.

Identificar la dosis de sulfato de cobre pentahidratado como fertilizante que proporciona una menor incidencia de enfermedades.

Establecer el Beneficio/Costo en los tratamientos.

II PROBLEMA

El Ecuador es un país agrícola, siendo un sector importante para el desarrollo de las comunidades rurales y a su vez para la industria que emplea estos productos como materia prima para la elaboración de otros productos con valor agregado. Entre los productos que se cultivan en el país está el maíz amarillo duro cuya situación es deficitaria, lo cual incluso ha generado la importación de este producto para compensar dicho déficit.

Las plantas de maíz duro manifiestan permanentemente deficiencias de Potasio y Fosforo, y al realizar las fertilizaciones sin un análisis previo del suelo y del área foliar del cultivo en los diferentes estados fenológicos de las especie en cuestión se produce un exceso de potasio y fosforo provocando una deficiencia de cobre como micronutriente y otros micronutrientes pueden provocar, indirectamente, deficiencia de este elemento. Esta deficiencia también puede ser provocada por un pH alto en el sustrato, pues su disponibilidad será menor para la planta.

El sulfato de cobre pentahidratado es un micronutriente que tiene funciones como fertilizante foliar, también como un fungicida y bactericida, por ende en esta investigación queremos probar si el sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) tiene algún efecto en la producción y productividad de maíz duro.

En la actualidad, la producción maicera en lugar de mejorar se ha vuelto más crítica, situación preocupante para los habitantes de Los Ríos, por las consecuencias de tipo social que están atravesando, debido a la falta de recursos económicos para la asistencia técnica al campesino de esta provincia, considerando que más del 65 % de los habitantes se encuentran en el sector rural.

Por el lado de los pequeños agricultores, la mayoría no cuenta con la información necesaria, como las deficiencias de micronutrientes y en este caso del cobre para un buen desarrollo de la chacra, para mejorar los niveles de producción con resistencia a plagas y enfermedades. Teniendo en cuenta la calidad del suelo en el área, las propiedades necesarias para investigar el cobre pentahidratado como micronutriente.

El desarrollo de maíz duro amarillo es posiblemente una de las innovaciones más sofisticadas y efectivas en el campo de la investigación agraria por lo que en este proyecto queremos probar si el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tiene un efecto significativo en la producción de maíz duro.

En los Ríos uno de los principales problemas es la mala utilización de los productos Químicos ya que muy pocos agricultores utilizan un abono foliar en el cultivo de maíz, por ende se requiere probar un producto diferente para ver si el resultado es otro y decidí llevar a cabo este proyecto.

Esta investigación se lo realizó con el fin de saber si la producción y productividad de maíz duro continúa siendo baja sin satisfacer el rendimiento al pequeño y mediano agricultor razón por la cual no podrá mejorar su calidad de vida. Con esta investigación se verán beneficiados el tesista, agricultores, técnicos que se encuentran en esta área, intermediarios y otras cadenas de comercialización.

III MARCO TEÓRICO

3.1 Origen

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género *Zea* (Sorto, 2018).

Numerosos estudios han revelado que esta hierba se originó en México hace unos 7.000 años como resultado de una mutación de hierba silvestre conocida como *theo sinthera*. Y ciertamente, los antiguos mexicanos estaban interesados en la reproducción de plantas, y por selección desarrollaron mutantes (Guacho, 2014).

La presencia y propagación del maíz más antiguo proviene de humanos que han recolectado semillas para su posterior siembra. Los granos se introdujeron en Europa en España después de que Cristóbal Colón descubriera América a fines del siglo XV. Luego se extendió en la siguiente Escandinavia, que se extendió al clima más cálido del Mediterráneo. El maíz se cultiva en todas partes del mundo apto para actividades agrícolas y se cosecha en algún lugar de la tierra cada año. Canadá y Rusia Crece desde los 58 ° de latitud norte hasta los 40 ° de latitud sur en el hemisferio sur. Se cultiva bajo las llanuras del Mar Caspio y a más de 4000 metros sobre el nivel del mar en los Andes peruanos (Lunvel, 1993).

En Ecuador, se cree que el cultivo de maíz se desarrolló hace 6.500 años. La investigación realizada a partir de fitolitos de plantas en muestras de suelo muestra que la península de Santa Elena (Santa Elena) fue el lugar de inicio de los antiguos habitantes de la cultura "Las Vegas". Plante esta hierba y desarrolle los inicios de la jardinería original (Guacho, 2014).

3.2 Taxonomía

Tabla No. 1. Taxonomía

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	Zea
Especie	Mayz
Nombre científico	<i>Zea mays</i> L.

Nota, Trabajo realizado por (Medina, 2015).

3.3 Características Morfológicas

3.3.1 Planta

El maíz es una planta anual vigorosa y de rápido crecimiento, que puede alcanzar los 5 metros de altura (normalmente 2-2,50 metros) (Ortigoza, 2019).

3.3.2 Raíz

Son fasciculados y robustos, y su trabajo es ir más allá de alimentar a la planta para convertirse en el punto de anclaje perfecto para la planta, fortalecido por la presencia de raíces extrínsecas (Ortigoza, 2019).

3.3.3 Tallo

Los tallos son simples y tiene aspecto de caña, tiene una longitud elevada pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, además es robusto y no presenta ramificaciones. El maíz tiene escasa capacidad de ahijamiento, de hecho, la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva (Guacho, 2014).

3.3.4 Hojas

Las hojas crecen alternativamente en paralelo y provistas de vaina que nace en cada nudo. El número de hojas depende de la variedad, temporada y época de siembra. Sin embargo, puede crecer hasta 30 hojas, pero en nuestras condiciones suele ser hasta 15 hojas. El número de hojas parece estar relacionado con el potencial de producción (Ortas, 2008).

3.3.5 Inflorescencia

El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral (Carpenter, 2006).

3.3.6 Grano

El fruto de la planta se denomina mazorca, se llena de granos aplanados y grandes, colocados en ejes paralelos alrededor de su eje vertical. Los granos de maíz son cariósides desnudas, cuyas partes fundamentales son el pericarpio, el endospermo, el germen y el funículo (Martínez, 2013).

3.4 Condiciones edáficas y climáticas

Tabla No. 2. Condiciones edafoclimáticas

Parámetros	Requerimientos
Temperatura óptima	24° a 28 °C
Altitud	45 a 125 msnm
Precipitación	550 a 2000 mm/ciclo
Textura del suelo	Suelos profundos, ricos en materia orgánica y buen drenaje.
pH óptimo	5.5 a 7.3
Drenaje	Bueno
Duración del ciclo del cultivo	125-130 días

Nota. Consultado de (Agrizon, 2018)

3.5 Manejo del Cultivop

3.5.1 Preparación del Suelo

Se recomienda mover el suelo solamente en el sitio donde se depositará la semilla, práctica que disminuye la erosión de los suelos, incrementa los contenidos de materia orgánica y permite una mayor acumulación de agua en el suelo. Se puede utilizar en cualquier condición topográfica y donde la textura varíe de franca a liviana (Agrizon, 2018).

3.5.2 Siembra

La cantidad de semilla certificada requerida para una hectárea de terreno es 25 kilogramos aproximadamente. La distancia de siembra recomendada es de 80 cm entre hileras por 20 cm entre planta, sembrando una semilla por sitio, obteniendo una población de 62.500 plantas por hectárea. También se recomienda en época de invierno sembrar a 80 cm entre hileras por 10 cm entre plantas, sembrando 1 semilla por sitio, obteniendo una población de 69.444 plantas por hectárea. Si la siembra es mecanizada (tractor con implemento) se debe calibrar la sembradora para que en 1 metro lineal deje caer 5 semillas (Agrizon, 2018).

3.5.3 Fertilización

Los fertilizantes tradicionalmente utilizados como son los fabricados a base de Nitrógeno, Fosforo y Potasio, estos se deben aplicar dependiendo también del análisis de suelo. La forma de aplicar estos nutrientes no ha cambiado mucho, es así que el Fósforo y el Potasio debe aplicarse en la siembra con sembradora. Si se trata de siembras con el sistema de labranza convencional aplicar antes del último pase de rastra en la preparación del suelo para que sean incorporados (INIAP, 2014).

3.5.4 Control de Malezas

En pre-siembra: Glifosato, En pre-emergencia: Nicostar y En post-emergencia: Paraquat.

3.5.5 Labores Fitosanitarias

Para el control de insectos como: cogollero, barrenadores, gusano de la mazorca, tierreros se recomienda la aplicación de los siguientes principios activos: Endosulfan, clorpirifos y cipermetrina. Para la prevención y el control de enfermedades como: antracnosis, mancha de la hoja, recomendamos la aplicación de los principios activos: clorotalonil, mancozeb, difenoconazol, ciproconazo.

3.6 Principales Plagas

3.6.1 Gusanos trozadores (*Agrotis spp.*)

Las hembras colocan sus huevecillos en forma individual durante la noche ya sea sobre malezas o en suelos ricos en humus. En los dos primeros estadios las larvas se alimentan primero de malezas para posteriormente pasar a los cultivos. En algunos campos de maíz, durante la noche, las plantas jóvenes son devoradas a corta distancia de la superficie del suelo y a lo largo de la hilera. Las hojas de las plantas atacadas muestran daños de insectos masticadores. Al realizar excavaciones en las capas más superficiales del suelo y alrededor de las plantas atacadas, se descubren

frecuentemente larvas de hasta 50 mm. de largo, de movimiento lento o torpe, cuando está inactiva ésta permanece enroscada formando una "C" (Palíz 2018).

3.6.2 Moscas del estigma del maíz (*Euxesta stigmatias* y *Chaetopsis massyla*)

Los daños son provocados por el estado larval del insecto. Los estigmas se tornan de un color café bronceado y bajo fuertes infestaciones todos los estigmas pueden ser cercenados del canal del estigma. La larva también se alimenta de la punta de la mazorca dando como resultado espacios sin granos. El daño es principalmente en los granos en desarrollo de la mazorca. Las pérdidas en rendimiento pueden alcanzar el 100%, con los mayores niveles de daño a principios de la temporada: Se pueden presentar daños significativos, aún con la aplicación de insecticidas. En la cosecha las infestaciones al elote mayor de 30%, dan como resultado el rechazo del producto en el mercado (Pliego, 2015).

3.6.3 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Es una plaga universal de gran importancia económica que, dependiendo de algunos factores como la edad de la planta, estadio de la plaga, condición del clima, así es la severidad del ataque. Cuando el clima es caliente y seco, las larvas, que han caído al suelo, empiezan a alimentarse en la base de la planta, cercenando el tallo tierno. En períodos de sequía su presencia y acción puede ser fatal. Cortan el tallo cuando las plantas recién emergen; y cuando están desarrolladas (25 a 30 días), la desfolian; puede atacar la flor masculina lo cual provoca interrupción del proceso normal de polinización (Deras, 2018).

3.7 Principales Enfermedades

3.7.1 Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.)

La mancha de asfalto se encuentra frecuentemente en zonas cálidas y húmedas. El organismo causal es *Phyllachora maydis* Maubl, un ascomiceto con peritecios esféricos. Las ascas son cilíndricas de 80 a 100 *8 a 10 micras de tamaño, con peritecios Cortos.

Cuando las plantas son frecuente infestadas por esta enfermedad, las hojas presentan manchas llamativas de coloración negra, lustrosas y hundidas, generalmente son lesiones circulares de 0.5 a 2 mm de diámetro. Cuando las manchas se unen, forman áreas de hasta 100mm de diámetro. Esta enfermedad es más severa después de la polinización y puede causar una desecación prematura de la mazorca (Argueta, 2016).

3.7.2 Virus del rayado del maíz (*Corn Streak Virus, CSV*)

El virus es transmitido por chicharritas (fam. Jassidae) del género Cicadulina, siendo *C. mbila* (Naude). La especie más importante. Los primeros síntomas de la enfermedad consisten de manchas muy pequeñas, redondas y aisladas que aparecen en las hojas más jóvenes. El número de manchas aumenta con el crecimiento de la planta. Las manchas se desarrollan a lo largo de las nervaduras y en poco tiempo, son más abundantes en las bases de las hojas y particularmente notables en las hojas más jóvenes. Las hojas completamente desarrolladas muestran una clorosis con rayas discontinuas amarillas a lo largo de las nervaduras, contrastando con el color verde oscuro del follaje normal (Leon, 1984).

3.7.3 Manchas y tizones de la hoja por *Helminthosporium*

Hongos necrotróficos, diseminados por el viento a través de sus fructificaciones asexuales llamadas conidios. El clima moderado (18°C) y húmedo, con presencia de rocío, favorecen estas enfermedades (Silon, 2013).

Se presenta lesiones tempranas son verde-grises y elípticas, comenzando 1-2 semanas después de la infección. En una reacción susceptible la esporulación fungosa comenzará dentro de pocos días. Las lesiones se convierten de gris pálido a café claro y se alargan de 1 a 6 pulgadas o más. Tienen forma de cigarro sin respetar nervaduras Bajo condiciones de humedad, las lesiones producen esporas café oscuras, usualmente en la parte más baja de la hoja dando apariencia sucia. Como muchas lesiones se alargan y juntan, hojas enteras o áreas de la hoja son

totalmente cubiertas. Alto atizonamiento y unión de lesiones dan la apariencia de un desecado de las hojas (PIONNER, 2014).

3.8 Cosecha

Una vez terminado el período de llenado de grano, llegado a al estadio de "madurez fisiológica", el grano comienza a perder humedad. El punto óptimo para cosechar el cultivo es cuando la humedad del grano llega al 14%. Si se cosecha con mayor humedad, los granos deberán ser secados artificialmente para estar en condiciones de ser almacenados. Esto implicaría incurrir en mayores costos (Cabezas, 2020).

3.9 Postcosecha

Las prácticas postcosechas están directamente relacionadas con el manejo y control de variables como la temperatura y la humedad, la selección y el uso de empaques, y la aplicación de tratamientos suplementarios., como fungicidas y recubrimientos. Con respecto a la aplicación y control de la temperatura, esta puede darse tanto por medio del calentamiento como del enfriamiento (Wiselyn, 2011).

Se puede definir al manejo post cosecha como un conjunto de prácticas post-producción que incluyen limpieza, lavado, selección, clasificación desinfección, secado empaque y almacenamiento, que se aplican para desechar alimentos no deseados, mejorar la presentación del producto y cumplir con normas de calidad establecidas, tanto como para productos frescos como para procesados (Wiselyn, 2011).

3.10 Los Fertilizantes

El fertilizante que vamos a utilizar en este proyecto es un fertilizante estimulante de las defensas de las plantas y los remedios para la deficiencia de cobre, inician la producción de fitoalexinas, una defensa específica contra estos patógenos, cuando el cultivo es atacado por hongos y bacterias, pero en grandes cantidades esta defensa es necesaria para ejecutar aplicaciones a 35 días desde la

siembra y se utilizara un sulfato de cobre pentahidratado debido al alto contenido de cobre.

3.11 Sulfato de Cobre Pentahidratado

¿Qué es el Sulfato de cobre pentahidratado?

El sulfato de cobre pentahidratado es un fertilizante foliar y promotor de las autodefensas de las plantas y corrector de deficiencia de cobre, cuando las plantas son atacadas por hongos y bacterias inician la producción de fitoalexinas que son sustancias específicas de autodefensa contra estos patógenos pero en cantidades insuficientes, por lo que es necesario realizar aplicaciones a los 35 días después de la siembra por sus altas concentraciones de cobre que estimula la formación y aumenta las concentraciones de estas sustancias de autodefensa (Gavilanez, 2021).

El cobre (Cu) es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas; Sin embargo, lo necesitan en pequeñas cantidades por lo que se clasifica como micronutriente junto con el hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y cloro. (Todos). El cobre se puede encontrar en la corteza terrestre con una concentración promedio de 55-70 ppm. En este sentido, las rocas ígneas son las que tienen mayor contenido de este elemento, conteniendo entre 10 y 100 partes por millón, mientras que las rocas sedimentarias contienen sólo de 4 a 45 partes por millón. En suelos con deficiencia de cobre, la cantidad total de cobre es inferior a 0,5 ppm. En casos de deficiencia de cobre, las respuestas más comunes de las plantas al uso de cobre son: 1) mejora de la calidad de la fruta, 2) crecimiento de la planta y 3) reducción de enfermedades (Intagri, 2020).

El sulfato de cobre, también llamado sulfato cúprico, vitriolo azul, calcantita o caparrosa azul, es un compuesto químico que proviene del cobre que, en seco, es un polvo que va de un tono verde a un tono gris, pero cuando se hidrata y forma cristales queda de un color azul muy brillante. Es un compuesto soluble en metanol, en cambio en glicerina y en alcohol es poco soluble, por lo que si queremos hacer un preparado con este producto deberemos utilizar agua o metanol (Juste, 2017).

Las plantas absorben el cobre en forma iónica o quelada y lo almacenan como sal. Es un nutriente no móvil en las plantas y su contenido promedio puede

variar de 1 a 25 partes por millón (ppm). Existen diferencias entre plantas en cuanto a los requerimientos de cobre, por un lado, las plantas de alta demanda tienen un valor crítico de 7 ppm; Mientras que las plantas con baja demanda tienen un valor crítico de solo 4 ppm (Intagri, 2020).

¿Para qué sirve?

Gracias a las propiedades increíbles del sulfato de cobre, es muy utilizado en el cuidado de las plantas y cultivos, ya que ha demostrado ser muy efectivo como fertilizante y fungicida. El fertilizante que vamos a utilizar no contiene Biuret, gracias a sus materias prima este producto se encuentra libre de metales pesados importantes en la agricultura como son: Cadmio, Níquel, Cromo, Arsénico, Plomo, Mercurio, Cobalto y Aluminio, garantizando así una mayor productividad sin presentar contaminación al suelo y a la planta durante la aplicación del producto (Gavilanez, 2021).

La sensibilidad y los síntomas de la deficiencia de cobre varían según el medio de cultivo. El cobre no se mueve dentro de la planta, por lo que los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas nuevas. Algunos de los síntomas de deficiencia son crecimiento reducido con deformación de hojas jóvenes y puntos de crecimiento y muerte de las puntas de la planta. La floración y la fructificación a menudo se ven afectadas por la deficiencia de cobre. Además, el polen y los óvulos son muy sensibles a la deficiencia de cobre. La deficiencia de leve a moderada puede reducir el rendimiento o el crecimiento del cultivo sin signos visibles (Intagri, 2020).

La mayor parte del Cu total que se encuentra en el suelo está atrapado en materia orgánica y solo una pequeña parte se encuentra indistintamente en su forma de ion Cu^{2+} . En suelos con un alto contenido de materia orgánica (>8%), la deficiencia de Cu suele ocurrir debido a la formación de complejos altamente estables que dificultan el acceso a estos micronutrientes. La estabilidad de los complejos formados entre la materia orgánica y el cobre es mayor cuando el nitrógeno (N) o el azufre (S) o ambos son altos en la materia orgánica (Intagri, 2020).

¿Cómo se utiliza?

Usos del Sulfato de cobre pentahidratado.

Uno de los usos del sulfato de cobre en la agricultura es como fertilizante y fungicida para hacer que los cultivos estén libres de plagas y puedan producir bastante alimento (Mercado, 2021).

En el maíz y semillas pequeñas, las hojas jóvenes se vuelven amarillas y atrofiadas; Los primeros síntomas pueden confundirse con síntomas de heladas o deshidratación. Durante la etapa de crecimiento, las hojas pueden volverse marrones en los bordes, asemejándose a los síntomas de la deficiencia de potasio (K). En granos jóvenes, la aparición de la enfermedad puede aumentar con la deficiencia de cobre. El oscurecimiento y torsión de los tallos en la madurez es un signo común de deficiencia de cobre en el trigo y la cebada. Los extremos suelen ser huecos y contienen pequeños núcleos. En muchos cultivos de hortalizas, las hojas pueden marchitarse, adquirir un color verde azulado antes de volverse amarillas y extenderse, y se reduce la producción de flores (Intagri, 2020).

La función principal del cobre en las plantas es participar como coenzima en diversos sistemas enzimáticos involucrados en la formación y transformación de aminoácidos, así como en la desintoxicación de radicales superóxido. Es un componente de los cloroplastos (representa hasta el 70% del cobre total) y participa activamente en la síntesis de clorofila, proteínas y polifenoloxidasas. También se cree que juega un papel importante en el desarrollo del color y el sabor de la fruta. Participa en la formación de la pared celular y, al igual que otros micronutrientes, en la transferencia de electrones y reacciones redox. El cobre ayuda a formar lignina en las paredes celulares, lo que ayuda a mantener las plantas en posición vertical. Es especialmente importante para la formación de polen, la formación de semillas y la resistencia al estrés. Debido al antagonismo del cobre con algunos nutrientes, puede usarse como ayuda para mitigar la toxicidad, como el zinc (Intagri, 2020).

Fertilizante

El sulfato de cobre pentahidratado se utiliza como un fertilizante en forma de pequeños cristales azules, y debido a que son altamente solubles en agua se

puede utilizar en el fertirriego o en aspersiones foliares. Su principal función es que corrige el déficit de cobre del suelo donde están sembradas las plantas, de manera que puedan adquirir los nutrientes que necesitan para crecer fuertes y sanas (Mercado, 2021).

Sulfato de cobre pentahidratado se utiliza como fertilizante en aquellos suelos deficientes en cobre, especialmente en suelos trumaos usados para explotaciones forestales. En las plantas, el elemento cobre juega un rol muy importante en los procesos de fotosíntesis, respiración y síntesis enzimática, entre otros (AGROSPEC, 2017).

El Sulfato de Cobre Pentahidratado se utiliza en uso en el sector agrícola como una fuente de cobre en fertilizantes compuestos. Además se da uso en mordientes textiles, en la industria del cuero, pigmentos, baterías eléctricas, recubrimientos de galvanizados, reactivo químico, sales de cobre, preservativo de la madera y pulpa triturada, grabado y litografía, flotación de menas, caucho sintético, industria de Acero (Campoquímica, 2020).

Para aplicaciones foliares se recomienda sulfato de cobre pentahidratado en concentraciones de 0,3 a 0,5%. No se debe exceder el límite superior de 0,5% porque puede haber un problema de toxicidad, que también varía según la cultura dependiendo de su sensibilidad. Del mismo modo, el Cu-EDTA se puede utilizar en dosis que oscilan entre 0,25 y 0,5 kg/ha, en cuyo caso se deben seguir las instrucciones del fabricante y tratar de utilizar un quelato de mejor calidad (Intagri, 2020).

Fungicida

Otra de las aplicaciones en la agricultura y jardinería del sulfato de cobre es como un fungicida muy eficaz, ya que logra combatir y prevenir la proliferación de hongos en las plantas. Es muy utilizado como un ingrediente clave en los fungicidas comerciales, aunque también es posible preparar fungicidas caseros con este compuesto para así mantener a nuestras plantas bien protegidas (Mercado, 2021).

Si la planta ya ha comenzado a desarrollar una infección por hongos, el sulfato de cobre puede detenerla y sanarla, haciendo que recobre su aspecto normal (Mercado, 2021).

Por su eficacia y solubilidad, tiene un excelente control contra enfermedades como el mildiú vellosa y la pudrición de la uva. Cloca y Corinho en nectarinas y melocotones. Bacterias cancerígenas en nectarinas, melocotones, albaricoques, melocotones, cerezas y almendras. Peste negra en nogales. Bacteriosis en Filbert Europa; antracnosis y pudrición del tallo en aguacate; Tizón de la hoja en los perales. La pudrición marrón de la caja de la manzana europea daña las naranjas, los limones y las mandarinas. Mildiú vellosa en papas; Botrytis o moho gris en fresas, frambuesas y frambuesas y bacteria en kiwi (Syngenta, 2022).

Se utiliza como fungicida gracias a su efecto antiséptico (eliminación de microorganismos). Previene y trata el crecimiento de algunos hongos que atacan los cultivos y pueden causar la muerte o la mala cosecha. A veces se usa como fungicida en caldos adyacentes (Nacol, 2018).

Características

El Sulfato de Cobre Pentahidratado. Éste se caracteriza por su color calipso y sus rápidos cambios de temperatura al agregarle más agua. Su fórmula química: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. En estado natural se presenta como un mineral llamado calcantita. Usado como fertilizante y fungicida para árboles frutales. Un importante material de fabricación de litopón y sal de zinc, y una amplia utilización en la industria (Collings, 2021).

El sulfato de cobre posee diversas características tanto físicas como químicas que lo definen como un compuesto químico. Cabe destacar que sus características dependerán del tipo de sulfato de cobre que sea. Por ejemplo en el caso de la apariencia, dependerá mucho del sulfato de cobre, ya que existe en cristales azules, así como también en polvo blanco grisáceo (Mercado, 2021).

Sulfato de cobre pentahidratado es un cristal azul. Es usado como fertilizante y fungicida para árboles frutales. Un importante material de fabricación de litopón y sal de zinc así como la sal de cobre. Además, es ampliamente utilizado

en la industria del tinte y la industria farmacéutica, como agentes anti-microbianos, y suplementos nutricionales en la industria alimentaria (Collings, 2021).

El cobre actúa sobre la fracción de nutrientes activando enzimas involucradas en la síntesis de lignina y requeridas para varios sistemas enzimáticos. También funciona para proteger las hojas de los hongos, cuando este producto se mezcla con agua y se rocía sobre las hojas, tendrá una pequeña capa que hará que los hongos mueran al exponerse al sulfato de cobre. Se presenta en forma de finos cristales de color azul que son completamente solubles en agua y son aptos para aplicaciones en riego o pulverización foliar (García, 2021).

3.11.1 Recomendaciones de uso

Se recomienda utilizar equipo de protección antes de cada aplicación, realizar las aplicaciones a los 35 días después de la siembra en primeras horas de la mañana o al finalizar la tarde, no aplicar en presencia de lluvias o vientos fuertes (Gavilanez, 2021).

3.11.2 Preparación del producto para su correcto uso

Agregar la dosis indicada del producto en la mitad del agua que se ocupara para la aplicación, mezclar constantemente hasta que se homogenice la mezcla, posteriormente completar con agua hasta alcanzar el volumen requerido, se agita y se procede a la aplicación (Gavilanez, 2021).

3.12 Maíz Híbrido “Emblema 777”

Híbrido de alto rendimiento con una densidad de siembra promedio entre 62.500 a 69.000 plantas, material cristalino con promedio de producción entre 210 por Ha, altamente tolerable a enfermedades de mazorca y follaje, se adapta a todo tipo de zona y ciclo (Nelson, 2021).

Dicho material es de origen tailandés, es de la misma línea que los ADVANTA. Este híbrido se dio gracias a la unión de dos empresas UPL y ADVANTA, este tipo de maíz se denomina maíz doble híbrido ya que tiene una resistencia moderada a las enfermedades foliares y enfermedades de la mazorca, y

alcanza la madurez fisiológica en 125 días, aproximadamente mide de 250 a 260 cm de altura. La floración promedio aparece al día 54, después de la siembra se puede cosechar a partir del día 120, sus semillas tienden a cristalizar en color rojo anaranjado (Torres, 2021).

Híbrido de Maíz Triple 7. Excelente adaptación a las condiciones de la costa maicera del Ecuador. Su principal característica es el color anaranjado intenso del grano. Grano Cristalino. Planta de porte bajo. Mazorca cilíndrica. Promedio de hileras de grano en la mazorca es de 14 a 16 (Syngenta, 2020).

Pensando que el maíz es una planta rustica, es una planta muy exigente y se ve afectada por cualquier nutriente, agua o cualquier desequilibrio, lo que repercutirá negativamente en la producción. El desconocimiento significa, en general, que la fertilización se hace mal y sin perjuicio de que algunos agricultores la hagan bien. Simplemente aplica nitrógeno, fósforo y potasio por sí solo no es suficiente porque "todo el mundo usa eso". Además de la necesidad de ciertos elementos, debemos considerar un equilibrio entre ellos. Si una persona consume solo carbohidratos, se considera desnutrida; Lo mismo ocurre con el maíz y los cultivos en general (Faiguenbaum, 2017).

Esta especie requiere 13 nutrientes minerales esenciales para crecer y lograr el mejor rendimiento.

Los macronutrientes primarios, que son los que se precisan en mayor cantidad: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K). Los macronutrientes secundarios, también necesarios en cantidades relativamente altas, pero menores que los primarios: azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg) (Faiguenbaum, 2017) .

Los micronutrientes, asimismo imprescindibles, aunque en muy baja proporción: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), fierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), zinc (Zn). Además, el maíz precisa de tres nutrientes esenciales no minerales, que toma del aire y del agua: carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H) (Faiguenbaum, 2017).

Características

Las características son

- El ciclo de vida de esta semilla híbrida es de 125 días.
- El maíz “Emblema 777” puede florecer ante condiciones favorables a 54 días después de la siembra.
- La fecha de cosecha de este material puede oscilar entre 120 días y 140 días
- El grano que se desarrolla en este híbrido es de tipo Semi - Cristalino con un color Anaranjado – Rojizo.
- La planta puede alcanzar hasta una altura de 260 cm.
- La altura de inserción del núcleo sólido es de 150 cm sobre el suelo. En la mazorca, este híbrido alcanzó de 14 a 16 hileras.
- Tiene una tolerancia moderadamente resistente a enfermedades foliares y moderadamente resistente a enfermedades de la mazorca (Moreira, 2019).

Características de la mazorca

- Forma Cónica
- Tipo de Grano Semi-Cristalino
- Cobertura Mazorca Buena
- Número de hileras por mazorca 14 a 16
- Número de granos por hilera. 34 a 37
- Índice de desgrane 84%
- Densidad de siembra
- (Semilla/hectárea) 62.500 a 69.444. (Mora, 2022)

Densidad de siembra

Se recomienda sembrar 69 444 plantas en invierno y 62 500 en verano. (Mora, 2022).

Fertilización

Para fertilizar adecuadamente. En suelos bien drenados, generalmente se recomienda fertilizar a 240-120-140 kg/ha N-P-K. En la primera fertilización, que ocurre alrededor de los 10 días después de la siembra, cuando la planta tiene 4 hojas alargadas (estado morfológico V4), el nitrógeno debe descomponerse en cantidades más pequeñas (etapa fenológica V4), se recomienda fraccionar el nitrógeno. Las recomendaciones son: 3 paquetes de urea, 4 paquetes de fosfato diamónico, 2 de

sulfato y 2 de potasio, por hectárea. Segundo, la segunda aplicación nitrogenada se debe realizar a los 30 ó 35 días después de la siembra (etapa V6 ó con 6 hojas extendidas), aplicando 4 bolsas de urea y 5 de sulfato de amonio. Complementar con abonos foliares a base de sulfato de zinc y boro cuando la planta se encuentre entre las etapas V4 y V6 (Molina, 2017).

IV MARCO METODOLÓGICO

4.1 Ubicación del experimento

Tabla No. 3. Ubicación del experimento

Ubicación del Ensayo	
Provincia	Los Ríos
Cantón	Babahoyo
Parroquia	La Unión
Sector	Tres Marías

4.2 Situación geográfica y climática de la zona

Tabla No. 4. Situación geográfica y climática de la zona.

Localidad	La Unión
Altitud	56 msnm
Latitud	1°49'00"S
Longitud	79°31'00"O
Temperatura Máxima	31°C
Temperatura Media	26.5°C
Temperatura Mínima	22°C
Precipitación media anual	1500 mm
Heliofania promedio anual	1050 horas/luz/año
Humedad relativa promedio anual	80%
Velocidad promedio anual del viento	8 km/h

Nota, Trabajo realizado por (Cedarlake, 2020) / (Weather, 2021).

4.2.1 Zona de vida

Según la clasificación de Holdridge, la zona de vida se encuentra en el bosque muy seco tropical con el 73%. (Bms-T) (Serrano, 2016).

4.3 Materiales

4.3.1 Material Experimental.

Se utilizó como material experimental maíz híbrido “Emblema 777” en las parcelas demostrativas ubicadas en la localidad de Babahoyo y Sulfato de cobre pentahidratado.

4.3.2 Material de Campo

- Balanza
- Balde plástico
- Bomba de mochila
- Calibrador de Vernier
- Cámara Fotográfica
- Estacas
- Flexómetro
- Gorra
- GPS
- Guantes de caucho
- Letreros de identificación
- Libro de campo
- Machetes
- Manguera
- Mascarilla
- Piola
- Rastrillo
- Saquillos

4.3.3 Materiales de Oficina

- Borrador
- Calculadora
- Computadora
- Esferográficos

- Flash Memory
- Impresora
- Lápiz
- Papel Bonn
- Programa estadístico Statistix, Excel
- Regla

4.4 Métodos

4.4.1 Factor en Estudio

Factor A

Maíz híbrido “Emblema 777”.

Factor B

- B1: 500 cc de sulfato de cobre pentahidratado / hectárea.
- B2: 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado / hectárea.
- B3: 1000 cc de sulfato de cobre pentahidratado / hectárea.

4.4.2 Tratamientos

Para la presente investigación, se consideró, un tratamiento a cada sistema de fertilización que es empleado en el cultivo.

Tabla No. 5. Tratamientos

Tratamientos	Descripción
T0	Maíz híbrido “Emblema 777” sin aplicación
T1	Maíz híbrido “Emblema 777” 500 cc por hectárea de fertilizante sulfato de cobre pentahidratado.
T2	Maíz híbrido “Emblema 777” 750 cc por hectárea de fertilizante sulfato de cobre pentahidratado.
T3	Maíz híbrido “Emblema 777” 1000 cc por hectárea de fertilizante sulfato de cobre pentahidratado.

4.4.3 Diseño Experimental

Para este ensayo se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones.

4.4.4 Procedimiento del experimento

Tabla No. 6. Procedimiento del Experimento

Número de localidades.	1
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	12
Área total de parcelas	600 m ²
Superficie de la unidad experimental neta	50 m ²
Área total de la investigación	819.84 m ²
Área total de los tratamientos	500 m ²
Número de semillas por golpe	1
Número de surcos por parcela total	12
Número de surcos por parcela neta	6
Área de caminos	15.84 m
Distancia entre hileras	0.80 m
Distancia entre plantas	0.20 m

4.4.5 Tipos de Análisis

Tabla No. 7. Análisis de varianza (ADEVA) sencillo al 5%

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CME*
Bloques (r-1)	2	$\sum^2 e + 3\sum^2$ bloques
Tratamientos(t-1)	3	$\sum^2 e + 3\theta^2$ tratamientos
Error Experimental ((t-1) (r-1))	6	$\sum^2 e$
Total (txr)-1	12	

4.4.6 Análisis Estadístico

- Prueba de TUKEY al 5% para comparar los promedios de los tratamientos.
- Análisis de correlación y regresión por los resultados significativos y altamente significativos.
- Relación beneficio costo.

4.5 Métodos de evaluación y datos tomados

4.5.1 Altura de la planta (AP)

Dato que se evaluó al inicio de la floración y a la madurez fisiológica, se consideró 10 plantas tomadas al azar en cada una de las parcelas. Con ayuda de un flexómetro se midió desde el cuello radicular hasta el ápice del tallo y los valores se registraron en centímetros.

4.5.2 Número de plantas por parcela (NPxP)

Para evaluar esta variable se contó el número total de plantas de cada parcela, al momento de la cosecha en su madurez fisiológica.

4.5.3 Porcentaje de plantas con mazorca (PPCM)

Se la registró cuando el cultivo se encuentre en el final de su madurez fisiológica contando el número de plantas con mazorcas y el resultado se expresó en porcentaje.

4.5.4 Número de plantas cosechadas (NPC)

Dato que se registró el número de plantas cosechadas en la parcela, sin discriminar que la planta tenga una mazorca, dos mazorcas o ninguna.

4.5.5 Longitud de la mazorca (LM)

Variable que se registró en cm con ayuda de una cinta métrica, se midió de la base de la mazorca al ápice de la misma en 10 mazorcas tomadas al azar en el momento de la cosecha en cada parcela.

4.5.6 Diámetro de la mazorca (DM)

Se evaluó en cm en la parte media con la ayuda de un calibrador de Vernier en 10 mazorcas tomadas al azar en el momento de la cosecha de cada unidad experimental.

4.5.7 Porcentaje de humedad del grano (PHG)

En esta variable se tomó 10 mazorcas al azar de la parcela neta de cada unidad experimental al momento de la cosecha y se evaluó el contenido de humedad con un medidor de humedad portátil expresando el resultado en porcentaje.

4.5.8 Rendimiento por parcela (RxP)

Se registró el rendimiento de maíz, una vez cosechado las mazorcas, se procedió a desgranar cuando ya estuvo en su madurez fisiológica de cada unidad experimental, y se pesó en una balanza de reloj en Kg/parcela neta.

4.5.9 Rendimiento en Kilogramos por Hectárea (Rkg/Ha)

Una vez cosechado se aplicó la fórmula siguiente:

$$R = PCP * \left(\frac{10000m^2/ha}{ANC/1} * \frac{100 - HC}{100 - HE} \right) * D$$

Dónde

- R= Rendimiento en Kg/Ha al 13% de humedad.
- PCP= Peso de Mazorcas en Kg por parcela.
- ANC= Área Neta Cosechada en m².
- HC= Humedad de Cosecha (%).
- HE= Humedad Estándar (13%).
- D= Porcentaje de desgrane.

4.5.10 Distanciamiento entre nudos (DEN)

Se registró de 10 plantas al azar cuando la planta llegue a su madurez fisiológica, se lo midió con una regla

4.5.11 Días a la cosecha (DC)

Se contó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas presenten mazorcas con granos en estado de madurez fisiológica para su cosecha en seco.

4.5.12 Longitud de las hojas (LH)

Se la evaluó de 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta, cuando la planta llegó a su madurez fisiológica y se lo midió con un flexómetro en cm desde la base de la hoja hasta el ápice terminal de la misma.

4.5.13 Peso de 100 granos (g.) (PCGg)

Se tomaron tres muestras al azar de 100 semillas cada una de las parcelas, para se obtuvo un promedio y este fue expresado en gramos por unidad experimental (Berrú, 2015).

4.5.14 Porcentaje de Fitotoxicidad (PF)

Se tomó esta variable a 12 plantas seleccionadas al azar, y se lo realizó en dos partes, a los 5 días y a los 20 días, después de haber aplicado el producto, se lo tomó con una escala, donde 0 no tiene efecto de toxicidad y 4 que tiene el 100% de toxicidad en la planta. Tomando en cuenta que se observó en los diferentes signos en la planta, la escala se midió: 0 no tiene signos de toxicidad, 1 (25%) abarquillamiento de las hojas donde se aplicó el producto, 2 (50%) abarquillamiento de todas las hojas en la planta, 3 (75%) cuando la planta tenga amarillamiento mas abarquillamiento en las hojas, 4 (100%) cuando la planta presente amarillamiento, necrosis o quemaduras en las puntas de las hojas y las orillas de las plantas.

Tabla No. 8. Porcentaje de Fitotoxicidad

Escala	Porcentaje de Fitotoxicidad
0	No tiene efecto
1	25% de efecto
2	50% de efecto
3	75% de efecto
4	100% de efecto

Nota, Trabajo realizado por (Gavilanez, 2021).

4.6 Manejo del Experimento

➤ Selección del Lote

Se ubicó en una zona altamente productiva del cultivo de maíz en el cantón Babahoyo provincia de Los Ríos. Esta zona se le conoce como Tres Marías perteneciente a la parroquia La Unión; en donde, se realizó una visita a los agricultores de la zona para comentarles sobre el proyecto de investigación para la

tesis, lo cual hubo buena aceptación y se procedió a establecer el lote experimental, el mismo que sirvió para dar a conocer nuevas tecnologías en el sector y la comunidad que les permita mejorar sus rendimientos y reducir los costos de producción.

➤ **Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó previo a la siembra. Se recomienda preparar el suelo con un mes de anticipación con la finalidad de que el terreno quede suelto y sea capaz de capturar agua sin que produzca encharcamientos.

➤ **Siembra**

La siembra lo realicé a través de una sembradora, la cual se utilizó un saquillo de 25 kg para una hectárea de terreno aproximadamente. La distancia de siembra recomendada es de 80 cm entre hileras por 20 cm entre planta, sembrando una semilla por sitio, obteniendo una población de 62.500 plantas por hectárea.

➤ **Trazado de las parcelas**

Se utilizó estacas, piola, flexómetro y pintura para su identificación, una vez trazado el terreno procedimos a la siembra y luego de ello trazamos las parcelas demostrativas en un área de 50 m² es decir a una distancia de 10m x 5m

➤ **Control de Malezas**

Se controló de forma manual, debido a que la *Cyperus rotundus* y *Eclipta blanda* son malezas que sobreviven a la aplicación de herbicidas, por lo que no se utilizó el control químico.

Se utilizó Atrazina 1kg/cuadra para el control químico de malezas, en especial para malezas de hojas anchas y Nicosulfuron para gramíneas en dosis de 16g/cuadra.

➤ **Control de Plagas**

Para gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se realizó oportunamente y cuando se lo considero necesario de acuerdo a su umbral económico (cuando el daño de la plaga sea mayor al 5%) Chlorantraniliprole + Amamectin Verimar 100cc/cuadra en un tanque de 200 lts

Para la mosca del maíz (*Euxesta eluta*); se realizó dos aplicaciones la primera a los 40 días con LUFENURON en dosis 700 cc/ha en 200 litros de agua y la segunda a los 80 días cuando las plantas estén con el 30% y el 100% de floración femenina.

➤ **Control de Enfermedades**

El control de enfermedades se lo realizó a través de un diagnóstico previo, existen enfermedades como el tizón tardío (*Exserohilum turcicum*), es una enfermedad que por lo general presenta aparición de manchas pequeñas, ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas, para lo cual debemos aplicar e fungicidas a base de estrobilurina + triazol, en 8 hojas desplegadas o más frecuentemente a partir de Vt-R1 cuando el promedio de lesiones por hoja es de 1 considerando todas las hojas si se está en o 8 hojas o la hoja de la espiga y más y menos 1 a partir de Vt-R1) Las lesiones que se cuantifican deben ser menor a 5 centímetros (INIAP, 2017).

➤ **Aplicación y dosificación**

El producto que se utilizó en este proyecto es Sulfato de Cobre Pentahidratado, que se lo aplicó una sola vez a los 35 días después de la siembra, en pleno estado de desarrollo y crecimiento de la planta, es recomendable aplicar en primeras horas de la mañana o al finalizar la tarde, no aplicar en presencia de lluvias o vientos fuertes. La dosis recomendada es de 700cc/ha.

➤ **Riego**

Se aplicaron riegos de acuerdo a las condiciones climáticas tomando en consideración las necesidades hídricas del cultivo tanto en la fase vegetativa y en la reproductiva antes y después de la aplicación del producto

➤ **Cosecha**

Se realizó cuando la planta alcanzó toda su madurez fisiológica, registrando el número de plantas cosechadas, número de mazorcas, peso de campo expresado en kilogramos y porcentaje de humedad.

➤ **Secado**

Para realizar el secado de las mazorcas deshojadas se utilizó un tendal, en el cual se colocó uniformemente las mazorcas.

➤ **Desgranado**

El desgranado se realizó cuando el grano haya alcanzado madurez fisiológica y un 14% de humedad y se lo realizó manualmente.

➤ **Clasificación**

Luego del desgrane clasificó el grano en sacos, separando sanos y descartando granos dañados o malogrados, en la etiqueta fue: peso del grano, porcentaje de humedad y tratamiento con dosificación.

➤ **Almacenamiento**

El germoplasma se almacenó en sacos con sus respectivas etiquetas de identificación, de cada unidad experimental.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Variables agronómicas: Altura de la planta en floración (AP); Altura de la planta en madurez fisiológica (AP); Número de plantas por parcela (NPxP); Porcentaje de plantas con mazorca (PPCM); Número de plantas cosechadas (NPC); Longitud de la mazorca (LM); Diámetro de la mazorca (DM); Porcentaje de humedad del grano (PHG); Distanciamiento entre nudos (DEN); Días a la cosecha (DC); Longitud de las hojas (LH); Peso de 100 granos (PCGg); Rendimiento por parcela. (RxP); Rendimiento en Kilogramos por Hectárea. (R en Kg/Ha); Porcentaje de Fitotoxicidad a los 5 dda (PF) y Porcentaje de Fitotoxicidad a los 20 dda (PF). Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.

Tabla No. 9. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en las variables APf; APm; NPxP; PPCM; NPC; LM; DM; PHG; DEN; DC; LH; PCGg; RxP; R en kg/Ha; PF a los 5 dda y PF a los 20 dda. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022

Componentes del rendimiento	Tratamientos				Media General	CV
	T0: 0 cc	T1: 500 cc	T2: 750 cc	T3: 1000 cc		
Altura de la planta en floración (AP) (NS)	265,8 A	265,27 A	268,07 A	265,03 A	266,04	0,96
Altura de la planta en madurez fisiológica (AP) (NS)	267,93 A	268,53 A	270,47 A	267,23 A	268,54	0,89
Número de plantas por parcela. (NPxP) (**)	217,67 B	227,67 AB	236 B	236,67 A	230,00	4,82
Porcentaje de plantas con mazorca (PPCM) (NS)	70,45 A	73,00 A	76,78 A	76,11 A	74,00	6,18
Número de plantas cosechadas. (NPC) (*)	211,33 B	219,00 A	230,33 A	228,33 A	222,25	6,18
Longitud de la mazorca (LM) (NS)	16,52 A	16,43 A	16,59 A	16,38 A	16,48	0,00

Componentes del rendimiento	Tratamientos				Media General	CV
	T0: 0 cc	T1: 500 cc	T2: 750 cc	T3: 1000 cc		
Diámetro de la mazorca. (DM) (NS)	4,38 A	4,32 A	4,38 A	4,33 A	4,35	0,98
Porcentaje de humedad del grano (PHG) (NS)	27,27 A	27,40 A	27,40 A	27,40 A	27,37	0,42
Distanciamiento entre nudos. (DEN) (NS)	18,12 A	18,33 A	18,38 A	18,17 A	18,25	2,26
Días a la cosecha. (DC) (NS)	90 ,00 A	90 ,00 A	90 ,00 A	90 ,00 A	90 ,00	0,00
Longitud de las hojas. (LH) (NS)	78,13 A	77,03 A	78,07 A	78,17 A	77,85	0,94
Peso de 100 granos (g.). (PCGg) (**)	30,33 A	31,53 A	33,03 AB	33,03 B	31,98	2,77
Rendimiento por parcela. (RxP (**))	52,67 C	59,57 B	71,64 A	65,23 B	62,28	3,50
Rendimiento de maíz (Rkg/Ha) (**)	6562,58 C	8119,77 B	9482,57 A	7818,73 B	348,03	1,50
Porcentaje de Fitotoxicidad a los 5 dda. (PF) (NS)	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00
Porcentaje de Fitotoxicidad a los 20 dda (PF) (NS)	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00

*Nota, promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%, * = Significativo. ** = Altamente Significativo al 1%. NS = No Significativo*

Tratamientos: 3 Dosis de Sulfato de Cobre Pentahidratado, como Fertilizante Foliar

Altura de planta al inicio de la floración

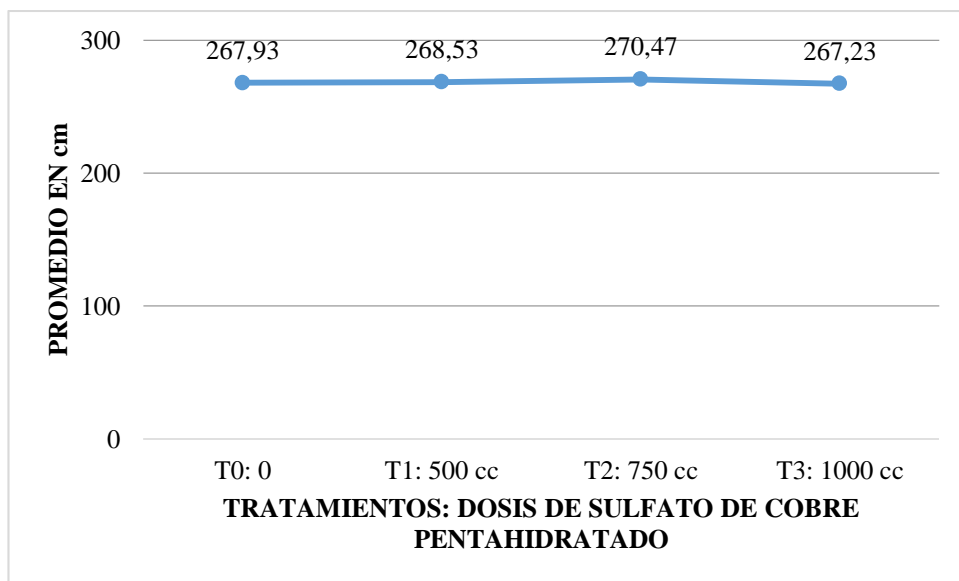
La respuesta de las tres dosis de sulfato de cobre pentahidratado, fue similar en cuanto a la variable altura de planta inicio de la floración en cm evaluada en la etapa de floración; registrándose una media general de 266,04 cm (Tabla No. 9).

Con la prueba de Tukey al 5%, se registró una respuesta de numéricamente la mayor APf se registró en el T2: 750 cc/ha con 270,47 cm; la menor APf se encontró en el T3: 1000 cc/ha con 267,23 cm (Tabla No. 9 y Figura No. 1)

Podemos observar además que desde el punto de vista de la eficiencia la dosis de 750 cc de de sulfato de cobre pentahidratado, como fertilizante foliar fue la que arrojó los mayores resultados.

La AP, es un carácter agronómico propio del cultivar, factores que también influyen en la altura de plantas son la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica en el suelo; lo que concuerda con INTAGRI, (2020), el cobre (Cu) es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas; sin embargo, estas mismas lo requieren en pequeñas cantidades, es por ello que se clasifica dentro de los micro nutrientes junto al hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y cloro (Cl). En la corteza terrestre se puede encontrar al Cu a una concentración promedio de 55 a 70 ppm.

Figura No. 1. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Altura de plantas al inicio de la floración. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Altura de plantas en la madurez fisiológica

No existió un efecto significativo de la aplicación de las tres dosis de sulfato de cobre Pentahidratado en la variable altura de planta madurez fisiológica en cm evaluada en la madurez fisiológica del cultivo (Tabla No. 9)

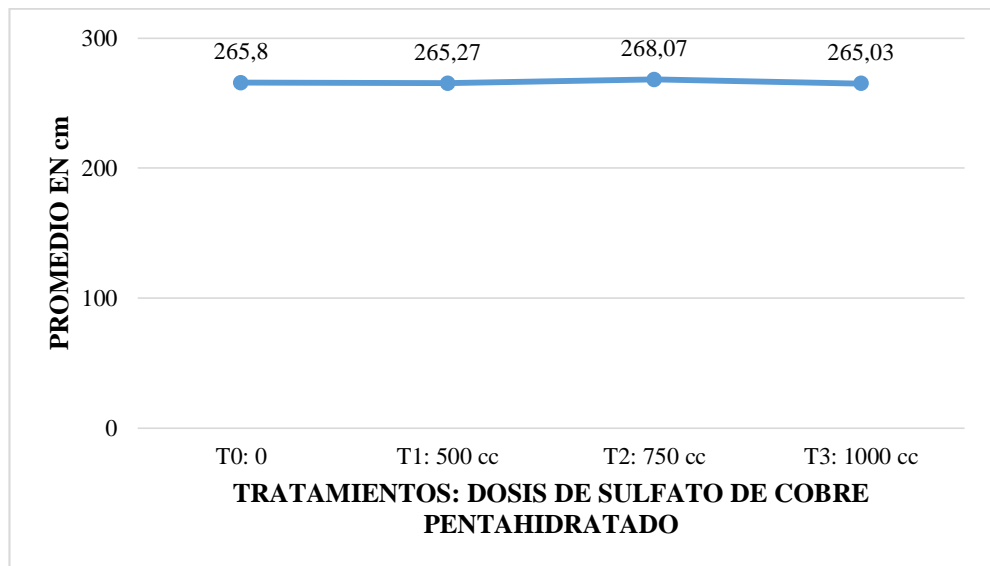
Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, señalan una respuesta de tipo lineal con incrementos del AP de 500 cc a 750 cc. Plantas de maíz más altas en madurez fisiológica de tuvo en el T2: 750 cc con 268.07 cm. La menor APm se registró en el T3 con 265,03 cm (Tabla No. 9 y Figura No. 2)

En esta investigación el híbrido de maíz Emblema 777, alcanzó una AP promedio de 268,54 cm; valores superior al reportados por Jara, (2019), quien registro una AP de 201,10 cm al evaluar la Respuesta de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.), a diferentes niveles de fertilización en la zona de Babahoyo

La altura de las plantas, es una particularidad varietal que mantiene interacción genotipo ambiente. Son factores determinantes para la AP, los edáficos como contenido de materia orgánica y disponibilidad de macro y micronutrientes, capacidad de intercambio catiónico, entre los climáticos esta la humedad, el fotoperiodo.

Un factor determinante en la AP es la sanidad de la planta, en esta investigación no se tuvo presencia de plagas ni enfermedades durante el ciclo vegetativo, por lo que se puede inferir que se tuvo un efecto del sulfato de cobre como fertilizante foliar, lo que se traduce en un desarrollo mayor de las plantas de maíz Híbrido “Emblema 777”

Figura No. 2. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Altura de plantas a la madurez fisiológica. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Número de plantas por parcela

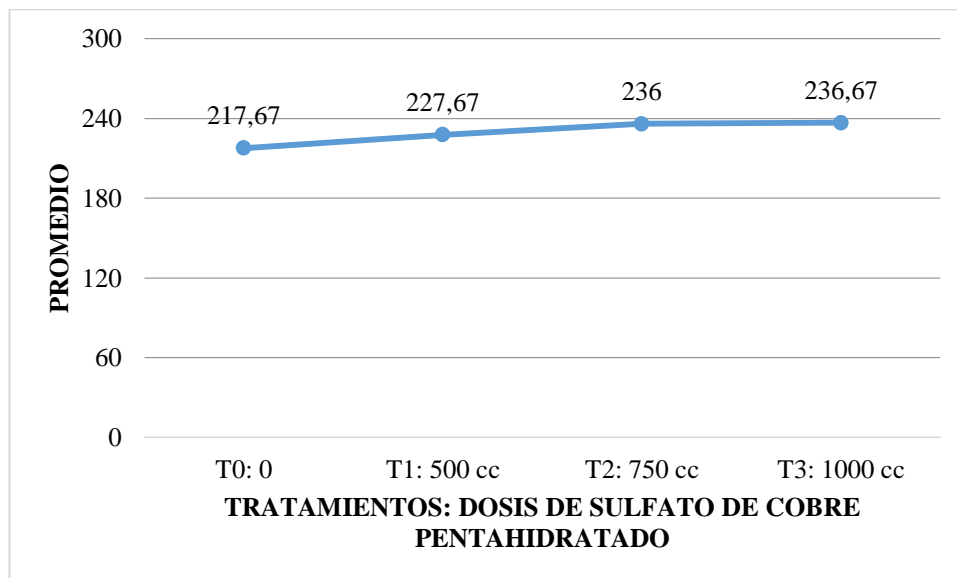
La respuesta de las tres dosis de sulfato de cobre pentahidratado aplicado al híbrido de maíz Emblema 777, en cuanto a la variable número de plantas por parcela, fue muy diferente (Tabla No. 9). Determinándose una respuesta de tipo lineal, es decir a medida que se incrementó la dosis del sulfato de cobre, se logró conseguir más plantas por parcela.

Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor NPP se registró en el T3: 1000 cc de sulfato con 236,67 plantas (237 plantas). El tratamiento con el menor NPP fue el testigo (0 cc de sulfato de cobre) con 217,67 plantas (218 plantas/parcela) (Tabla No. 9 y Figura No. 3).

En promedio general se registró 230 plantas por parcela, valor que es superior al reportado por Aguilar, (2019), al evaluar diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas, quien alcanzo un promedio apenas 132 plantas/parcela.

Estos resultados me permiten inferir que en el NPxP, se pudo evidenciar un principio del cobre, el cual es contribuir a la formación de lignina en las paredes celulares, que proporcionan soporte para mantener las plantas en posición vertical; proporcionando al híbrido mayor resistencia a los tallos, lo cual no se produjo acame de plantas, especialmente el acame por tallo, siendo este muy perjudicial a la producción de maíz.

Figura No. 3. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Número de plantas por parcela. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Porcentaje de plantas con mazorca

No se calcularon diferencias estadísticas significativas como efecto de la aplicación de las 3 dosis de sulfato de cobre pentahidratado en relación al porcentaje de plantas de maíz con mazorca, en promedio general se tuvo un 74,00% de plantas de maíz con mazorca (Tabla No. 9).

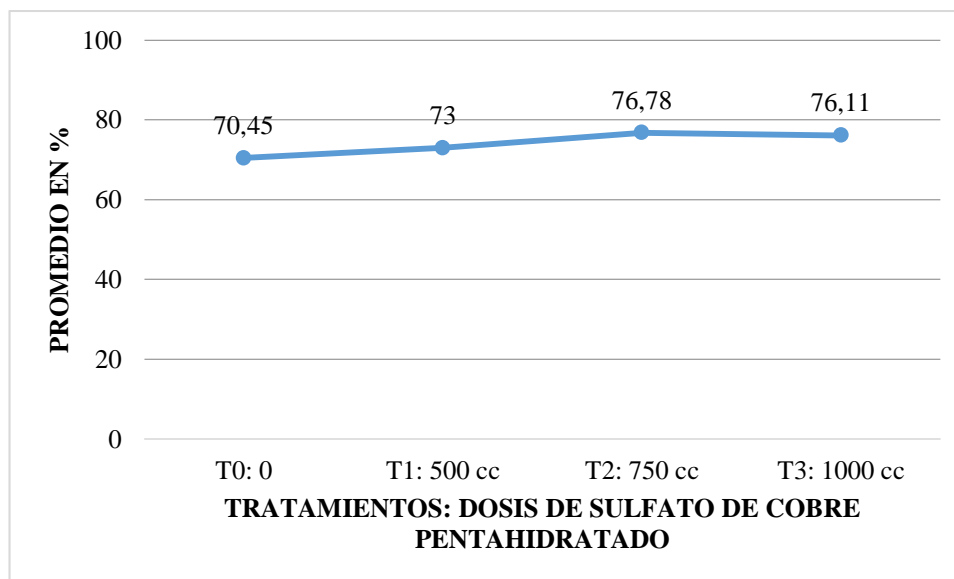
Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, indican que se tuvo una respuesta de tipo lineal, que al aumentar la dosis del foliar, se incrementó el PPCM en comparación con el testigo. El mayor PPCM se registró en las dosis T2: 750 cc y T3: 1000 cc de sulfato con 76,78 y 76,11% plantas con mazorca respectivamente. Mientras que el promedio más bajo se tuvo en el testigo: 0 cc con 70,45% (Tabla No. 9 y Figura No. 4)

En la producción y productividad de maíz duro, el porcentaje de plantas con mazorca, es un indicador de gran importancia, por la correlación positiva y significativa con el rendimiento final en seco.

En esta variable agronómica influye la sincronización entre la floración masculina y femenina, ya que al no haber polen no podrían llegar a completarse la fecundación y por ende el llenado de grano sería muy deficiente.

Con base a estos resultados puedo inferir que con la aplicación de sulfato de cobre al híbrido de maíz, se logró un óptimo desarrollo del cultivo especialmente en época de floración; facilitando una mayor cantidad de polen que contribuyó a una mayor fecundación, formación de la mazorca y llenado de la misma por ende se tuvo un mayor porcentaje de plantas con mazorcas.

Figura No. 4. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Porcentaje de plantas con mazorca. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Número de plantas cosechadas

La respuesta de los tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en cuanto a la variable número de plantas cosechadas, fue significativo. Determinándose una media general de 222,00 plantas cosechadas por parcela (Tabla No. 9)

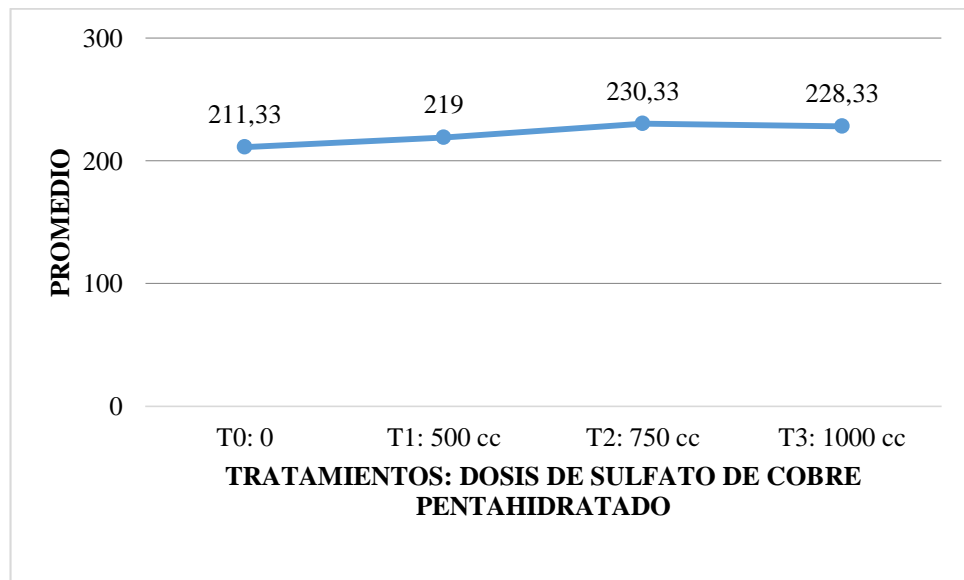
De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, el mayor NPC se registró al aplicar 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 230 plantas, seguido del T3: 1000 cc de sulfato de cobre con 228,00 plantas cosechadas. El menor NPC se evaluó en el Testigo: Sin aplicación de sulfato de cobre pentahidratado con 211,33 plantas (Tabla No. 9 y Figura No. 5).

Estos resultados nos permiten inferir que numero de plantas cosechadas es de tipo varietal y dependen de la interacción genotipo - ambiente. En esta variable influye de forma directa las condiciones y manejo del cultivo, densidad de siembra, incidencia y severidad de enfermedades foliares entre otros.

La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades, asegura un buen desarrollo y una alta eficiencia de conversión. Concordando a lo expuesto por

INTAGRI, (2020); la función principal del Cu en la planta es la de participar como coenzima en varios sistemas enzimáticos involucrados en la formación y conversión de aminoácidos. El Cu, es componente de los cloroplastos (hasta 70 % de Cu total) y participa activamente en la síntesis de clorofila, proteínas y polifenoloxidasas

Figura No. 5. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Número de plantas cosechadas. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Longitud de la mazorca

La respuesta de las dosis de sulfato de cobre pentahidratado fue similar en cuanto a la variable longitud de la mazorca evaluado en cc. Registrándose una media general de 16,48 cm (Tabla No. 9).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, indican que para esta variable se dio una respuesta de tipo cuadrática. Numéricamente que la mayor LM se evaluó en el tratamiento T2: 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 16,59 cm, seguido del Testigo: 0 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 16,52 cm. mazorcas de maíz más pequeñas se registró en el T3: 1000 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 16,38 cm (Tabla No. 9 y Figura No. 6).

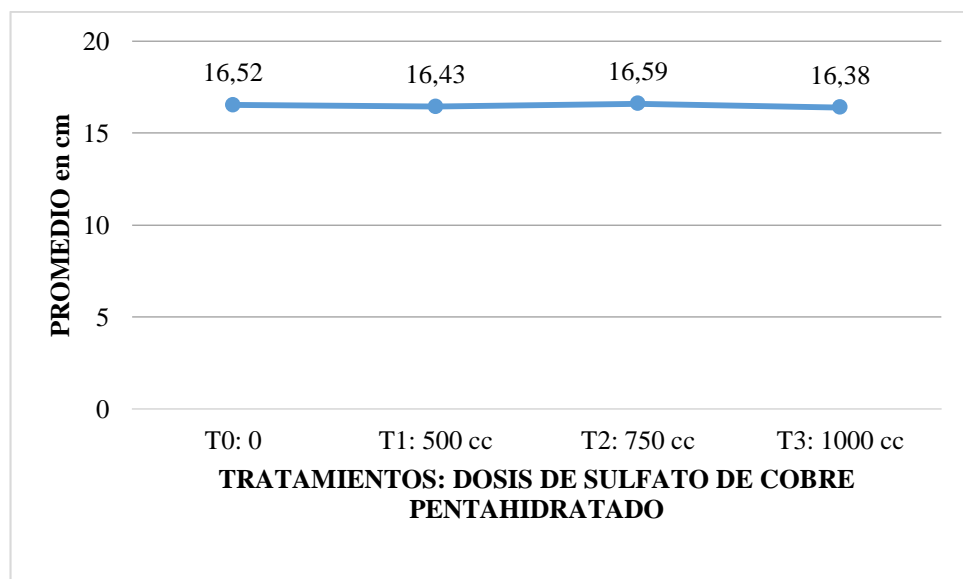
Se calculó una media general de la LM de 16,68 cm, valor que fue ligeramente superior al registrado por Aguilar, (2019), quien en su trabajo de investigación obtuvo una LM promedio de 15,41 cm

Estos resultados me permiten inferir que la longitud de la mazorca es una característica de tipo varietal y depende en gran medida de la interacción entre el cultivar y del contenido y disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo; nutrición de la planta y presencia de malezas, así como del fotoperiodo, humedad, temperatura ambiental.

En este sentido Ehowenespanol, (2014), menciona que, el sulfato de cobre pentahidratado, desempeña un rol importante en el control de los hongos causantes de enfermedades como la Roya y Carbones en los cultivos.

Al existir un control efectivo sobre los hongos causantes de las enfermedades foliares, se tuvo mazorcas más largas, lo que incidirá positivamente en el rendimiento del grano de maíz.

Figura No. 6. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Longitud de la mazorca. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Diámetro de la mazorca

No se tuvo un efecto significativo de las dosis de sulfato de cobre pentahidratado para la variable diámetro de la mazorca evaluada en cm. Registrándose una media general de 4,35 cm (Tabla No. 9).

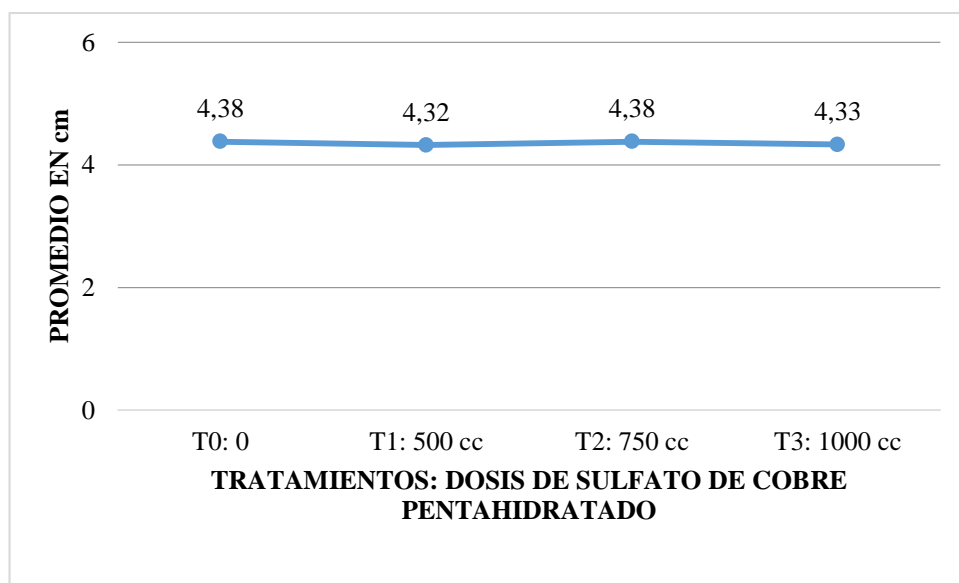
Con la prueba de Tukey al 5% se determinó una respuesta de tipo cuadrática es decir que al incrementar las dosis de foliar, se reduce el DM; numéricamente el mayor DM se registró en los tratamientos el T0 y T2 con 4,38 cm. el menor DM se evaluó al aplicar 500 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 4,32 cm (Tabla No. 9 y Figura No. 7).

En este trabajo investigativo el DM promedio del híbrido de maíz Emblema 777, fue de 4,35 cm; ligeramente menor a los 4,90 cm de DM reportado por Jara (2019) en su trabajo de investigación.

Los resultados obtenidos en el DM, permiten indicar que el Fertilizante Foliar, aplicado tuvo también un efecto positivo para el control de las enfermedad foliares en el cultivo, a la vez el sulfato de cobre actuó como fertilizante en las plantas de maíz, lo que contribuyó a obtener mazorcas con un mayor diámetro.

En esta investigación se tuvo una estrechez directamente proporcional entre la longitud y el diámetro de la mazorca; es decir mazorcas más largas fueron también más gruesas, caracteres que son exigidos por los productores de maíz duro, ya que esto contribuye a incrementar el rendimiento.

Figura No. 7. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Diámetro de la mazorca. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Porcentaje de humedad del grano

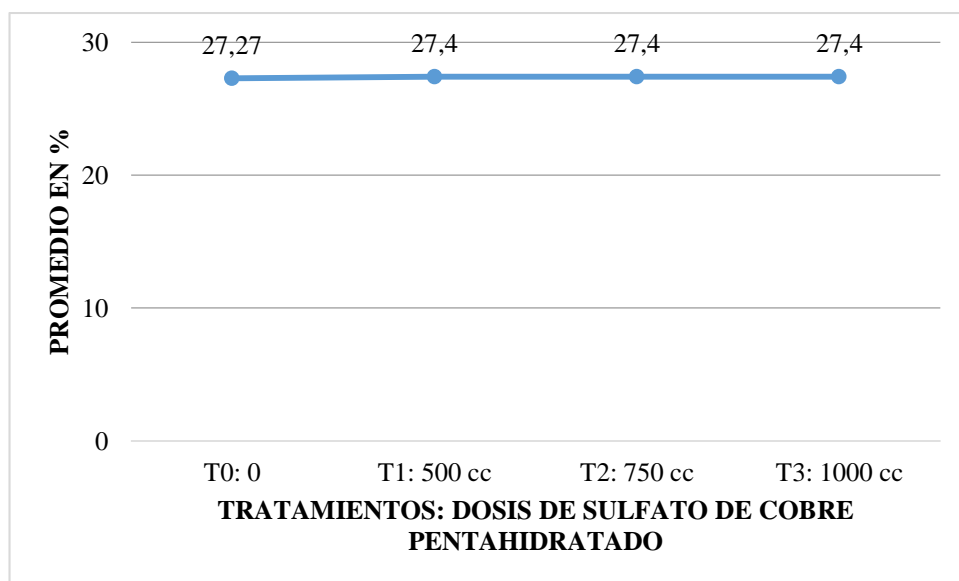
Al evaluar el porcentaje de humedad del grano, no se evidenció un efecto significativo de las dosis de sulfato de cobre pentahidratado. En promedio general se registró un PH de 27,37 (Tabla No. 9).

Con la prueba de Tukey al 5%, numéricamente y de forma consistente en los tratamientos a los cuales se aplicó el sulfato de cobre pentahidratado (T1, T2 y T3) se registró el mayor PHG con 27,40%. El menor PHG se tuvo en el testigo (T0) (Tabla No. 9 y Figura No. 8).

El porcentaje de humedad del grano está relacionada directamente con el grado de madurez del grano y las condiciones ambientales, así como el fotoperíodo. A medida que el grano va de la madurez comercial (estado lechoso) a la fisiológica (grano seco) este va perdiendo el contenido de humedad.

Cabe mencionar que la humedad del grano de maíz, es uno de los factores principales que influyen en el rendimiento industrial. Los granos se deben guardar limpios, secos (13,5 % de humedad de recibo) y sin daño mecánico, con lo cual el riesgo de deterioro es mínimo. Para esto, se debe considerar el acondicionamiento, el almacenamiento y el control de calidad de los granos durante esta etapa

Figura No. 8. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Porcentaje de humedad del grano. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Distancia entre nudos

La respuesta de las dosis de sulfato de cobre pentahidratado fue similar en cuanto a la variable distancia entre nudos evaluada en cm. Encontrándose una media general de 18,25 cm (Tabla No. 9).

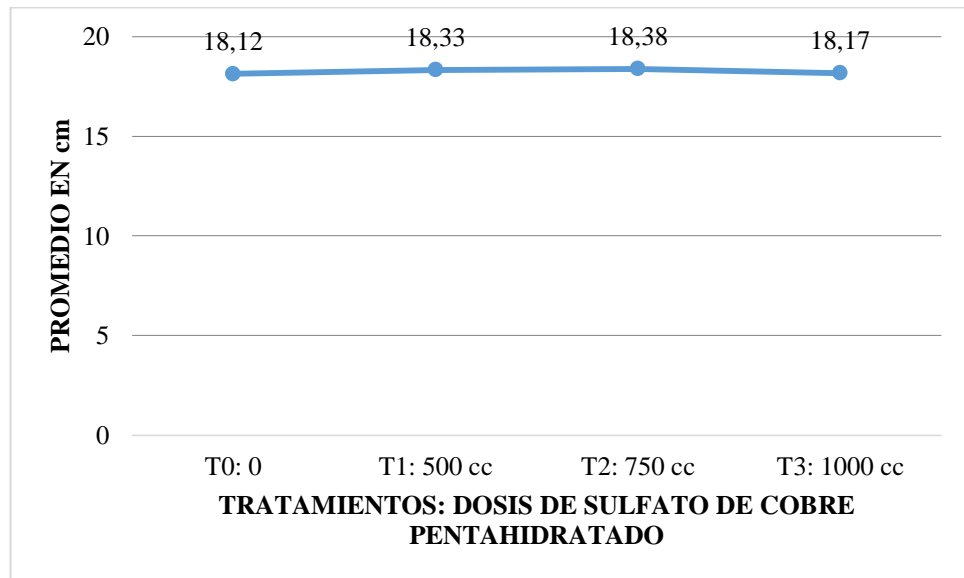
Con la prueba de Tukey al 5%, se tuvo una respuesta de tipo lineal, entre el T0 y T2. La mayor distancia entre nudos se dio en el T2: 750 cc de foliar con 18,38 cm, seguido del T2: 500 cc de foliar con 18,33 cm. Mientras que la menor DEN se registró en el testigo con 18,12 cm (Tabla No. 9 y Figura No. 9).

Esto nos confirma que este carácter agronómico es de tipo varietal o genético, dependen en gran medida de las condiciones edafoclimáticas de la zona agroecológica donde se establezca el cultivo.

Con base a estos resultados puedo inferir que la fertilización foliar a base de sulfato de cobre, tuvo un desempeño favorable en el desarrollo de las partes vegetativas del cultivo, como sabemos que el cobre es absorbido por la planta como sulfato en un proceso activo. Es un constituyente fundamental de las proteínas y aminoácidos (cisteína y metionina). Además la deficiencia produce una reducción en el crecimiento del tallo y un amarillamiento de las hojas que puede confundirse

con una deficiencia de nitrógeno. Indicadores que no se registraron en esta investigación.

Figura No. 9. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Distancia entre nudos. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Días a la cosecha

Al evaluar el ciclo de cultivo de maíz, no se evaluó un efecto significativo de las dosis sulfato de cobre pentahidratado (Tabla No. 9).

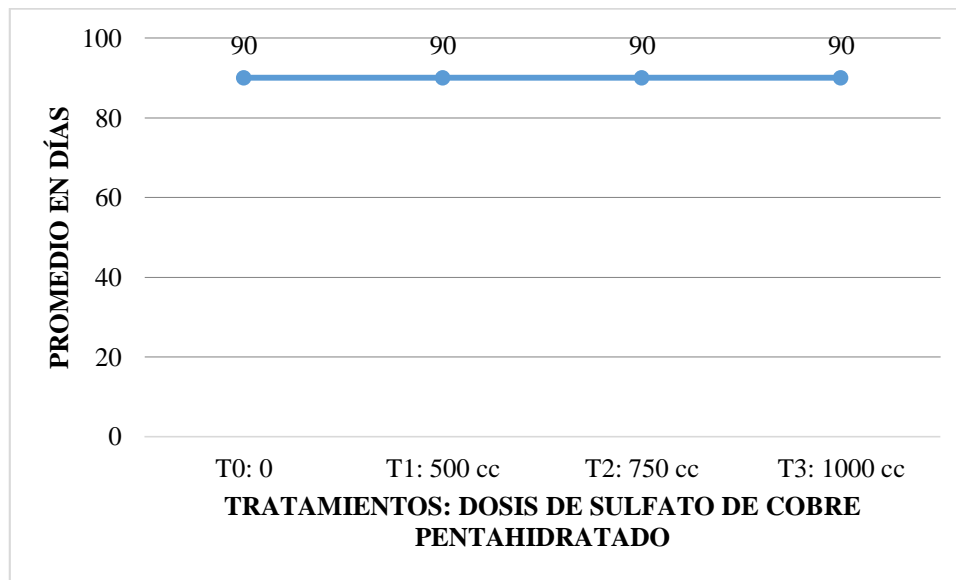
Con la prueba de Tukey al 5%, de manera consistente en los cuatro tratamientos se registró 90 días a la cosecha (Tabla No. 9 y Figura No. 10).

En este trabajo investigativo, el ciclo de cultivo del híbrido de maíz Emblema 777 fue 1,00 días más precoz en comparación a los registrados por Jara, (2019), quien tuvo un ciclo de cultivo de 121,00 días.

El ciclo del cultivo está influenciado directamente relacionado con la altitud en la que se desarrolle el mismo; por lo que la precocidad del híbrido Emblema 777 se debió a que este estudio se desarrolló en la parroquia La Unión ubicada 10 msnm con una temperatura media anual de 22,0° C; en tanto que la investigación de (Jara, 2019) con el mismo híbrido lo realizó a una altitud de 27 msnm temperatura media 26,20° C.

Esto me permite inferir que el ciclo de cultivo es características varietales y dependen fuertemente de su interacción genotipo ambiente entre ellos la altitud, temperatura y humedad.

Figura No. 10. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Días a la cosecha. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Longitud de la hoja

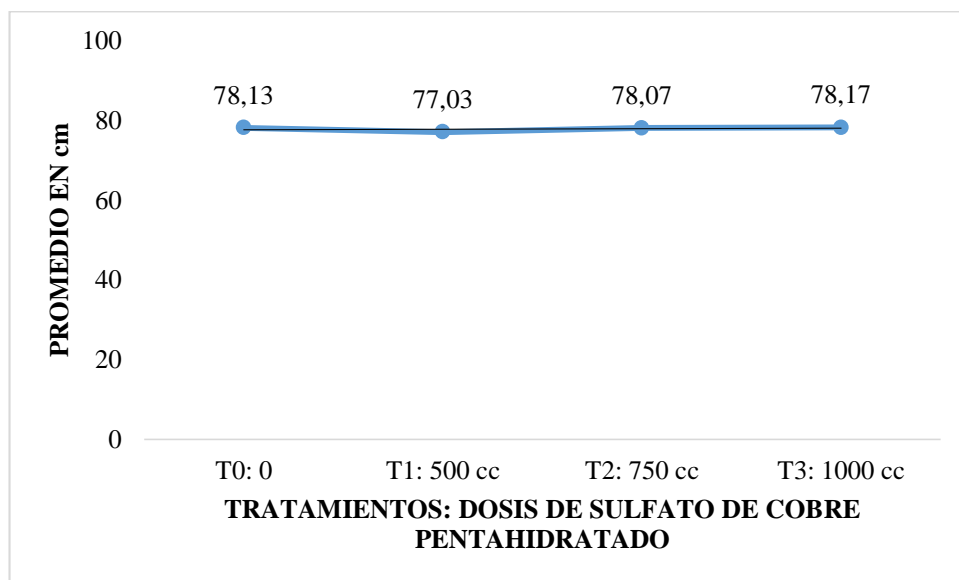
La respuesta de las dosis de sulfato de cobre pentahidratado fue similar (NS) en la variable longitud de la hoja evaluada en cm. determinándose una media general de 77,85 cm (Tabla No. 9).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, señalan que numéricamente hojas más largas se tuvo en el tratamiento T3: 1000 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 78,17 cm; seguido del Testigo que alcanzo una LH DE 78,13 cm. la menor LH se evaluó en el T1: 500 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 77,03 cm (Tabla No. 9 y Figura No. 11).

Estos resultados concuerdan con lo señalado por INTAGRI, (2020); el principio activo principal el sulfato de cobre pentahidratado, hacia niveles de alta consistencia en el control de afecciones bióticas o abióticas en cultivos intensivos. La bioactividad de la innovación es única en su género, involucra el estímulo de los principios moleculares de resistencia vegetal más la acción fungicida multisitio, por

lo que el control de la enfermedad fue eficaz, lo que mejoró consecuentemente el crecimiento y desarrollo de las partes vegetativas de planta.

Figura No. 11. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Longitud de la hoja. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Peso de 100 granos

Se calcularon diferencias estadísticas altamente significativas entre las dosis de sulfato de cobre pentahidratado en cuanto a la variable peso de 100 granos; teniendo un promedio general de 31,98 gr (Tabla No. 9).

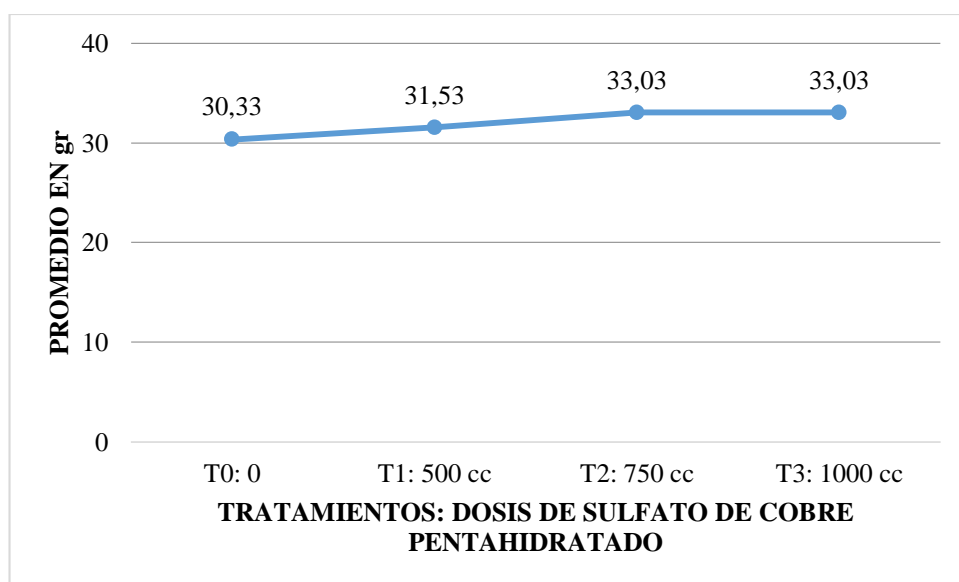
Con la prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto del PCGg se registró en los tratamientos T2 y T3 con 33,03 gr; mientras que el promedio más bajo se encontró en el testigo con 30,33 gr (Tabla No. 9 y Figura No. 12).

Los resultados obtenidos para el peso del grano, me permiten inferir, que la aplicación del sulfato de cobre tuvo un efecto propicio en la prevención del ataque de agentes causales del complejo de enfermedades foliares, creando mejores condiciones de desarrollo al cultivo de maíz, como se puede apreciar en general los tratamientos a los que aplicó el fertilizante foliar, reportaron un mayor peso del grano en comparación al testigo

El promedio general el peso de 100 granos de maíz, alcanzó un valor de 31,98 gr; resultado que es menor a los obtenidos por Aguilar, (2019), y Jara, (2019) quienes tuvieron peso del grano de 36,00 gr y 35,82 gr respectivamente. La diferencia del peso se debió quizá a que en el ciclo agrícola 2019, los investigadores evaluaron la respuesta de este híbrido a diferentes niveles de fertilización a base de NPK.

El peso del grano es el componente principal del rendimiento; depende fuertemente de la interacción genotipo - ambiente, sabemos que al presentarse altas temperaturas y el estrés hídrico en la etapa inicial del período de llenado de grano producen una reducción del peso del grano.

Figura No. 12. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Peso de 100 granos. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Rendimiento por parcela

La respuesta de las dosis de sulfato de cobre pentahidratado en cuanto a la variable rendimiento de maíz por parcela fue muy diferente (Tabla No. 9).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, indican que se dio una respuesta de tipo cuadrática, es decir a medida que se incrementó la dosis del fertilizante foliar de 7500 cc a 1000 cc, se redujo notablemente en 6,41 Kg el rendimiento por parcela.

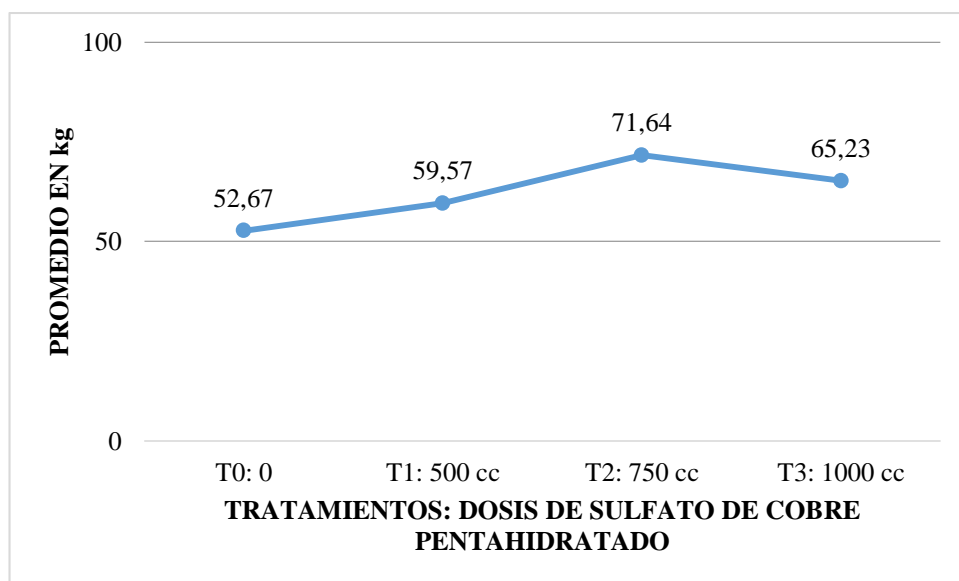
El mayor rendimiento por parcela se registró en el tratamiento T2: 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 71,64 Kg. el menor rendimiento por parcela se tuvo en el testigo: 0 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 52,67 Kg (Tabla No. 9 y Figura No. 13)

El rendimiento de maíz promedio por parcela fue de 62,28Kg/parcela; resultado que supera ampliamente a los 11,46 Kg/ alcanzado por Aguilar, (2019)

Con base a los resultados de la investigación, puedo inferir que las diferencias del rendimiento de maíz duro en seco por parcela, tuvo una correlación directa con la disponibilidad de macro y micronutrientes proporcionados con la fertilización de base, a lo que se suma los micro elementos como el cobre y el azufre propiciados por el fertilizante foliar, facilito la extracción y absorción de las plantas, lo que se ve claramente reflejado en el mejor rendimiento de los tres tratamientos en comparación con el testigo al que no se aplicó el sulfato de cobre pentahidratado.

Pero vemos que al utilizar 750 cc de cobre como fertilizante tiene un buen desarrollo, los diferentes órganos vegetativos, razón por la cual se vio un buen rendimiento de 71,64 Kg. Es conocido que el cobre (Cu), es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas; mismas lo requieren en pequeñas cantidades, es por ello que se clasifica dentro de los micronutrientes, es posible que al incrementar la dosis del fertilizante foliar algunos órganos vegetativos como hojas y tallos, comiencen a saturar la asimilación de nitrógeno razón por la cual no tienen un buen desarrollo y por ende la planta comience a decaer.

Figura No. 13. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Rendimiento por parcela. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Rendimiento de maíz seco en Kg/ha

Se calcularon diferencias estadísticas altamente significativas como efecto de las dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable rendimiento de maíz seco evaluado en Kg/ha (Tabla No. 9).

Con la prueba de Tukey al 5%, se determinó una respuesta de tipo cuadrática, a medida que se incrementó las dosis de sulfato de cobre pentahidratado, se incrementó el rendimiento llegando al punto máximo del rendimiento al aplicar 750 cc del foliar con 9.482,57 Kg/ha; mientras que al aplicar la dosis máxima del foliar (T3: 1000 cc) se reduce el rendimiento en 1.663,84 Kg/ha. El rendimiento promedio más bajo se evaluó en T0: 0 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 6.562,58 Kg/ha (Tabla No. 9 y Figura No. 14).

En esta investigación se tuvo un rendimiento evaluado en Kg/ha del híbrido de maíz Emblema 777 fue de 7995,91Kg/ha, rendimiento superior a los 7625,50 Kg/ha reportados por (Jara, 2019) 4en su trabajo de investigación.

Como se infirió anteriormente, quizá la reducción del rendimiento final de maíz al incrementar la dosis en 250 cc más de sulfato de cobre pentahidratado en relación al T2: 750 cc, se dio una reacción antagónica entre las partes vegetativas y

los nutrientes que la planta requiere dentro del proceso productivo. Lo que estaría en concordancia a la literatura sobre el aprovechamiento del azufre y del cobre por parte de las plantas

Lamilla, (2015), señala que. El azufre es absorbido por la planta como sulfato en un proceso activo. El contenido normal de azufre en los vegetales está en el orden del 0,2 al 0,5 % de materia seca. Es un constituyente fundamental de las proteínas y aminoácidos (cisteína y metionina)

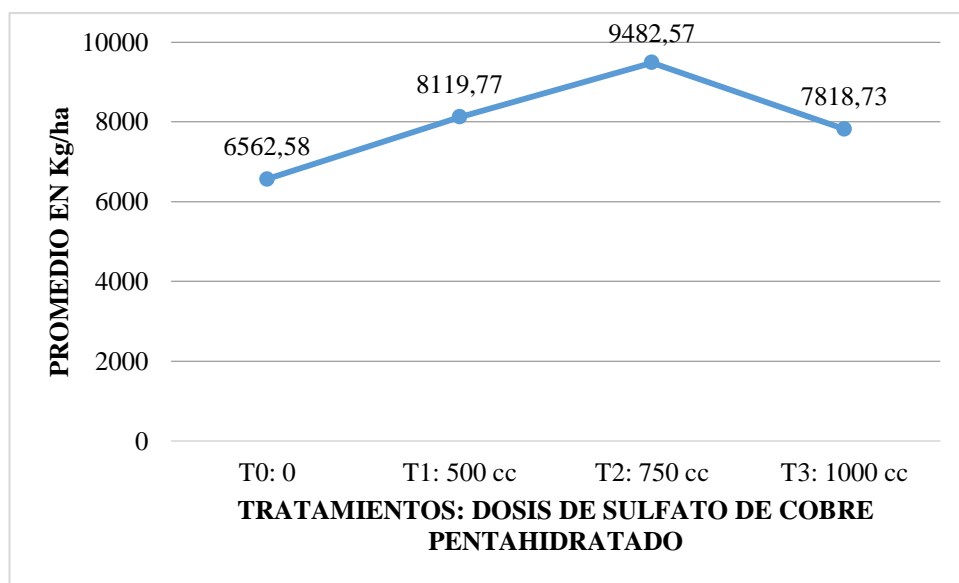
La planta absorbe al Cu en su forma iónica o quelatada y lo almacena como sales. Es un nutrimento inmóvil en la planta y el contenido promedio dentro de esta puede ir de 1 a 25 ppm. Existen diferencias entre especies vegetales en cuanto a la demanda de Cu, por un lado, las plantas con alta demanda tienen valores críticos de 7 ppm; mientras que, las plantas de baja demanda presentan un valor crítico de solo 4 ppm.

El rendimiento de maíz duro, es un carácter propio del genotipo que mantiene una fuerte interacción con factores ambientales como agua, luz y temperatura y edáficos como el contenido disponibilidad de nutrientes en el suelo, el sistema y las dosis de fertilización aplicadas durante el ciclo vegetativo.

Son también determinantes para el rendimiento de maíz, el número de mazorcas por planta, longitud y número de hileras de la mazorca, así como el peso del grano, manejo agronómico del cultivo.

El rendimiento final de maíz depende de las características varietales de cada genotipo y su interacción con los factores el ambiente como la temperatura, humedad de suelo, humedad relativa, y, el manejo del cultivo como la densidad de siembra, el tipo de fertilización, sanidad de las plantas, presencia de plantas atípicas entre otros.

Figura No. 14. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Rendimiento de maíz seco en Kg/ha. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



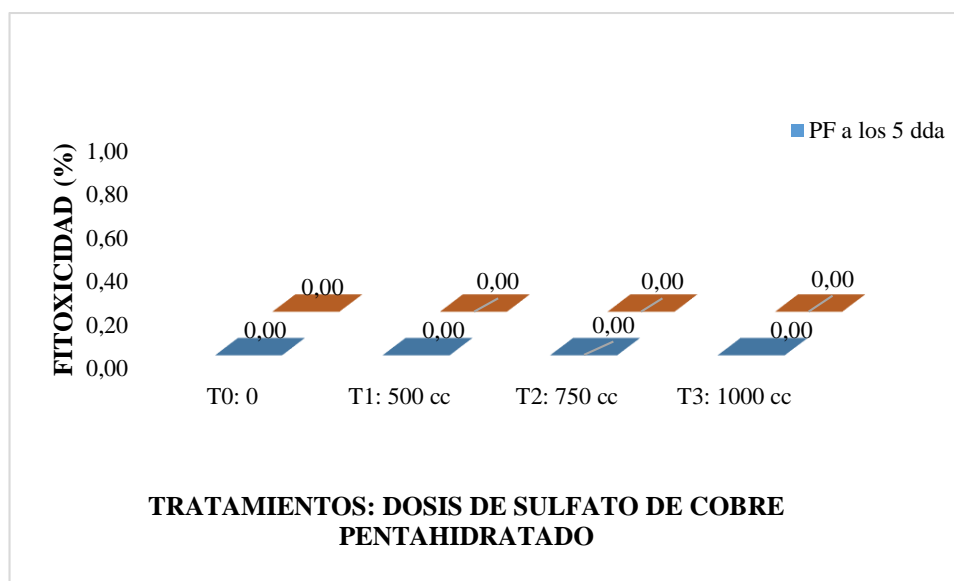
Porcentaje de Fitotoxicidad de la Planta.

La respuesta de las dosis de sulfato de cobre pentahidratado en cuanto a la variable Porcentaje de Fitotoxicidad evaluado a los 5 y 20 días después de la aplicación del fertilizante foliar, fue similar (Tabla No. 9)

La prueba de Tukey al 5%, nos demuestra que al evaluar del grado de Fitotoxicidad del factor dosis de sulfato de cobre pentahidratado aplicado al cultivo de maíz duro, al realizar la evaluación a través del tiempo (5 y 20 dda), de manera consistente en las 3 dosis y el testigo, se tuvo lecturas de 0,00 (Tabla No. 9 Figura No. 15);

Con base a los resultados puedo inferir que en el cultivo de maíz, no tuvo signos y síntomas de toxicidad en ninguna de las partes vegetativas de la planta. Como sabemos que los síntomas de toxicidad incluyen reducción del vigor del brote, sistemas radiculares poco desarrollados, raíces descoloridas y clorosis foliar; condicionantes que no se presentaron dentro del desarrollo vegetativo y productivo del cultivo.

Figura No. 15. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Porcentaje de Fitotoxicidad de la Planta. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



Incidencia de enfermedades foliares y sanidad de mazorca.

5.2. Incidencia y Severidad de Enfermedades Foliares (ISEF): Carbón (IC en %); Roya (IR en %) y Sanidad de la Mazorca (SM en %). Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.

Tabla No. 10. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en las variables IC en %; IR en % y SM en %. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.

Incidencia de enfermedades	Tratamientos				Media	
	T0	T1	T2	T3	General	CV
Incidencia de Tizón Foliar (%) (**)	3,33 A	1,00 B	1,00 B	1,00 B	1,58	18,23
Incidencia de Roya (%) (**)	3,67 A	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,92	17,32
Sanidad de la mazorca (%) (**)	3,67 A	1,00 B	1,00 B	1,00 B	1,67	19,32

Se calcularon diferencias estadísticas altamente significativas como efecto de la aplicación de las 3 dosis de sulfato de cobre pentahidratado en cuanto a la incidencia de enfermedades foliares y sanidad de la mazorca (Tabla No. 10).

Con la prueba de Tukey al 5%, la mayor incidencia de Tizón Foliar (*Helminthosporium maidis*) se evaluó en el testigo (Sin aplicación de sulfato de cobre pentahidratado) con 3,33%. De manera consistente en los tratamientos a los que se aplicó Sulfato de cobre pentahidratado se tuvo lecturas de 1,00 (Tabla No. 9 y Figura No. 16). Estos valores promedios corresponden a la Clase 1 que considera un rango de severidad del 23 al 55% incidencia

Para roya (*Puccinia sorghi*) se registró una incidencia de 3,33% únicamente en el testigo; en los tratamientos T1 a T3 no se tuvo lecturas de 0,00 para incidencia de *Puccinia sorghi* (Tabla No. 10 y Figura No. 16).

Con estos resultados se confirma lo señalado por Gavilanez, (2021): El sulfato de cobre pentahidratado es un fertilizante foliar y promotor de las autodefensas de las plantas y corrector de deficiencia de cobre, cuando las plantas son atacadas por hongos y bacterias inician la producción de fitoalexinas que son sustancias específicas de autodefensa contra estos patógenos pero en cantidades insuficientes, por lo que es necesario realizar aplicaciones a los 35 días después de la siembra por sus altas concentraciones de cobre que estimula la formación y aumenta las concentraciones de estas sustancias de autodefensa

Es conocido que el complejo de enfermedades foliares afectan directamente a las hojas, lo que reduce la capacidad de fotosintética, influyendo notablemente en la producción y productividad del maíz; cuando la incidencia y severidad de las enfermedades es alta afecta al tallo.

De acuerdo a la Prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto de mazorcas podridas correspondió al testigo (T0: 0cc de sulfato de cobre pentahidratado) con el 3,67%, el menor daño de la mazorca se registró en los tres tratamientos a los que se aplicó Sulfato Sulfato de cobre pentahidratado con una lectura de 1,00 (Tabla No. 10 y Figura No. 16).

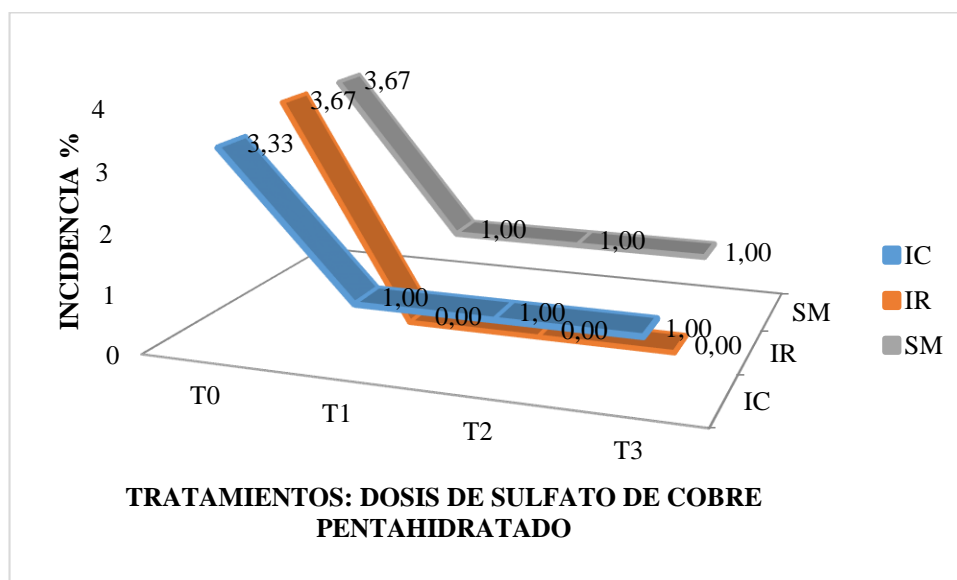
En promedio general, se registró un 1,67 % de pudrición de las mazorcas lo que, de acuerdo a la escala propuesta por el CIMMYT, (1986) y reportado

Farinango, (2015), correspondió al valor de “2” o sea una pudrición moderada con un rango de granos afectados entre el 1 y el 10%.

En los sistemas de producción de maíz duro, la resistencia, tolerancia y susceptibilidad a las enfermedades foliares, es una característica propia del híbrido Emblema 777, que tiene tolerancia moderada a enfermedades foliares y enfermedades de la mazorca, lo que se evidencia al interactuar con las condiciones ambientales de la zona agroecológica Tres Marías, cantón Babahoyo.

El carácter sanidad de la mazorca depende de la interacción genotipo ambiente; a nivel de campo son factores determinantes que intervienen en el proceso de pudrición de la mazorca, son el grado de cobertura que las brácteas brinda a la mazorca; alta presencia de humedad ambiental; daños que ocasionan los pájaros e insectos y entre otros.

Figura No. 16. Tratamientos: Dosis de sulfato de cobre pentahidratado en la variable Incidencia de enfermedades Foliares y Sanidad de Mazorca. Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.



5.3. Análisis de correlación y regresión lineal.

Tabla No. 11. Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron significancia positiva con el rendimiento (Y). Cantón Babahoyo, Prov. Los Ríos. 2022.

Variabales independientes	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R²) (%)
Número de plantas por parcela	0,06 (**)	180,71 (**)	24
Porcentaje de plantas con mazorca	0,08 (**)	56,26 (**)	21
Número de plantas cosechadas	0,08 (**)	168,75 (**)	21
Rendimiento por parcela en Kg	0,71 (**)	14,86 (**)	76
Peso de 100 granos	0,81 (**)	23,78 (**)	62

Coefficiente de Correlación (r)

Correlación es la relación o estrechez positiva o negativa entre dos o más variables (componentes del rendimiento) versus el rendimiento y su valor máximo es +/- 1 y no tiene unidades.

En esta investigación se determinaron correlaciones significativas y altamente significativas positivas de las variables número de plantas por parcela; porcentaje de plantas con mazorca; número de plantas cosechadas, rendimiento por parcela en Kg y peso de 100 granos versus el rendimiento (Tabla No. 11).

Coefficiente de Regresión (b)

Regresión es su concepto más sencillo es el incremento o disminución del rendimiento de maíz duro (variable dependiente -Y) por cada cambio único de la (s) variable (s) independiente (s) (Xs).

En esta investigación las variables independientes que incrementaron el rendimiento de maíz duro al 13% de humedad fueron número de plantas por

parcela; porcentaje de plantas con mazorca; número de plantas cosechadas, rendimiento por parcela en Kg y peso de 100 granos (Tabla No. 11).

Coefficiente de Determinación (R²%)

El R², es un indicador de ajuste de datos de la línea de regresión lineal o múltiple: $Y = a+bx$ y se expresa en porcentaje. Mientras más cercano a 100% del R², es un indicador de un buen ajuste de datos.

Al ser el cuarto año de investigación dentro del establecimiento de agricultura de conservación. Los componentes más importantes que incrementaron el rendimiento de maíz duro seco al 13% de humedad fueron: número de plantas por parcela con el 24,00%; porcentaje de plantas con mazorca y número de plantas cosechadas con el 21,00%; rendimiento por parcela en Kg con el 76% y el 62% se debió a un mayor peso de 100 granos (Tabla No. 11)

5.4. Análisis económico de la relación B/C

Tabla No. 12. Relación Beneficio Costo: cultivo de maíz duro híbrido Emblema 777 con la aplicación de 3 dosis de sulfato de cobre pentahidratado, como fertilizante foliar. Cantón Babahoyo, Provincia Los Ríos, 2022.

Variables	Tratamientos			
	T0 0 cc	T1 500 cc	T2 750 cc	T3 1000 cc
Rendimiento de maíz en kg/ha	6562,58	8119,77	9482,57	7818,73
Rendimiento de maíz ajustado al 10% en kg/ha	5906,32	7307,79	8534,31	7036,86
TOTAL INGRESO BRUTO \$/HA	2126,27	2630,8	3072,35	2533,27
COSTOS/TRATAMIENTO \$/HA				
1. Preparación del Suelo				
Arada, rastrada y surcada	140,00	140,00	140,00	140,00
2. Siembra				
Semilla (25 Kg/ha)	240,00	240,00	240,00	240,00
Sembradora	50,00	50,00	50,00	50,00
3. Fertilización				
Fertilizantes: 6 Sacos de 8-20-20/ha	252,00	252,00	252,00	252,00
Urea: 6 sacos/ha	300,00	300,00	300,00	300,00
Fosforo	15,00	15,00	15,00	15,00
Zinc	15,00	15,00	15,00	15,00
Mano de obra Fertilización	75,00	75,00	75,00	75,00
3. Labores Culturales				
Control pre-emergente de malezas				
Gesaprim	11,00	11,00	11,00	11,00
Nicosulfuron	10,00	10,00	10,00	10,00
Mano de obra aplicación de herbicidas	30,00	30,00	30,00	30,00
Control pos emergente				
Paraquat 2Lt/ha	32,00	32,00	32,00	32,00
Mano de obra aplicación herbicidas	60,00	60,00	60,00	60,00

Variables	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
	0 cc	500 cc	750 cc	1000 cc
4. Control de Plagas				
Radiant (SPINETORAM 12%)	51,00	51,00	51,00	51,00
Ronuron (LUFENURON)	108,00	108,00	108,00	108,00
Mano de obra Aplicación de Insecticida	90,00	90,00	90,00	90,00
5. Fertilización Foliar				
Sulfato de Cobre Pentahidratado	0,00	15,00	22,50	30,00
Aplicación (Aguilón)	0,00	50,00	50,00	50,00
6. Cosecha				
Sacos capacidad 45 Kg	39,38	48,72	56,90	46,91
Pago cosechadora	105,00	129,91	151,72	125,10
TOTAL DE COSTOS QUE VARIAN	1623,38	1722,63	1760,12	1731,01
\$/HA.				
Total Beneficio Neto	502,89	908,17	1312,23	802,26
Relación Beneficio Costo RB/C	1,31	1,53	1,75	1,46
Relación Ingreso Costo RI/C	0,31	0,53	0,75	0,46

Relación beneficio – costo

La relación beneficio – costo, determina en porcentajes el beneficio que se obtiene en cada tratamiento, en su interpretación es: si el resultado es mayor a 1 es aceptable o rentable, si su resultado es igual a 1 no tiene beneficio de lucro ni pérdida y si su resultado es menor a 1 no es rentable por lo cual el proyecto es rechazado.

En esta investigación forma general y consisten en todos los tratamiento la relación Beneficio – costo fue superior a 1.

La mejor relación beneficio – costo, se evaluó en el tratamiento T2: 750 cc de Sulfato Sulfato de cobre pentahidratado con 1,75; es decir que tomando en cuenta los costos que varían, el productor de maíz duro por cada dólar invertido tiene una ganancia de \$. 0,75 (Tabla No. 12)

VI COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Una vez concluida la investigación, analizado y procesado los resultados de campo, se tuvo diferencias significativas entre los principales componentes del rendimiento, en las variables rendimiento por parcela, rendimiento de maíz seco en kg/ha, también en número de plantas por parcela; con la aplicación del foliar al cultivar de maíz híbrido “Emblema 777, este presentó una reacción de resistente a la incidencia y severidad de enfermedades foliares como carbón y roya, así como a la pudrición de la mazorca.

Con base a los análisis agronómicos, estadísticos y económicos se acepta Hipótesis Alterna que plantea: El efecto de la aplicación de 3 dosis de sulfato de cobre pentahidratado, como fertilizante foliar en el cultivo de maíz duro son diferentes

Esta investigación, permitió seleccionar una alternativa tecnológica válida para sistemas de producción de maíz duro con la aplicación de 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado, como fertilizante foliar válida para la zona agroecológica de la parroquia la Unión, cantón Babahoyo.

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones.

Una vez realizado los análisis estadísticos, agronómicos, económicos, y, en función de los objetivos e hipótesis propuesta, se resumen las siguientes conclusiones:

- La aplicación de las tres dosis de sulfato de cobre pentahidratado, contribuyó a incrementar los principales componentes del rendimiento de maíz duro como el porcentaje de plantas con mazorca, el rendimiento del grano por parcela y el peso de cien granos, en comparación con la tecnología del agricultor de sector Las Marías, cantón Babahoyo.
- El mejor rendimiento de maíz duro seco al 13% de humedad, se dio en el tratamiento T2: 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado con 9482,57 Kg/ha.
- En las tres dosis de sulfato de cobre pentahidratado, presentaron una reacción de Resistente para la incidencia y severidad de las enfermedades foliares como Roya y Carbones, así como a la sanidad de la mazorca presentaron una Pudrición Moderada.
- Las variables independientes que contribuyeron a incrementar el rendimiento de maíz duro al 13% de humedad fueron Número de plantas por parcela; Porcentaje de plantas con mazorca; Número de plantas cosechadas, Rendimiento por parcela en Kg y Peso de 100 granos.
- La mejor relación beneficio/costo e ingreso/costo, se evaluó en la dosis T2: 750 cc de Sulfato Sulfato de cobre pentahidratado con con una B/C de 1,75 y una RI/C de 0,75
- Finalmente esta investigación permitió validar y seleccionar una alternativa tecnológica que contribuya a mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción de maíz duro con la aplicación de 750 cc de sulfato de cobre pentahidratado, como fertilizante foliar válida para la zona agroecológica de la parroquia la Unión, cantón Babahoyo.

7.2 Recomendaciones.

En función de las diferentes conclusiones validadas en este proceso de investigativo, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Evaluar con otras dosis y otros cultivos y a su vez socializar los resultados obtenidos en esta investigación a los diferentes actores de la cadena productiva de maíz duro como agricultores e instituciones de investigación como la Universidad y apoyo como Gobiernos Autónomos Descentralizados Locales.
- Para la zona agroecológica de Las Marías, cantón Babahoyo, para el cultivo de maíz duro, se recomiendan aplicar 750 cc de Sulfato de cobre pentahidratado por presentar el mejor rendimiento, resistencia al complejo de enfermedades foliares e ingresos económicos para el productor.
- Ayudar a fomentar este producto como fertilizante foliar, ya que favoreció a la planta, tanto a la fertilización como prevención de enfermedades foliares en el cultivo de maíz duro.
- Validar la eficiencia y eficacia del Sulfato de cobre pentahidratado como fertilizante foliar en otras zonas agroecológicas maiceras del cantón Babahoyo en varios ciclos de cultivo, ajustando los protocolos de fertilización de base y complementaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrizon. (2018). Obtenido de <https://www.e-agrizon.com/producto/emblema-bosa/>
[https:// www. e-agrizon.com/ wp-content/uploads/2020/01/Ficha-t%C3%A9cnica-Emblema-777.pdf](https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2020/01/Ficha-t%C3%A9cnica-Emblema-777.pdf). Recuperado mayo 2021.
- AGROSPEC. (2017). Ficha técnica: sulfato de cobre (agrospec). Obtenido de http://www.agrospec.cl/wp-content/uploads/2016/12/ft_sulfato-de-cobre_02.2017.pdf. Recuperado abril 2021.
- Aguilar, J. (2019). Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays* l.) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas”. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Tesis de Pregrado. p. 72. Recuperado agosto 2022.
- Argueta, O. (2016). Sarmiento Dinora; Torres Franklin; Vargas Mario. Obtenido de [oscaramelhidalgo. files. wordpress: https://oscaramelhidalgo.files.wordpress.com/2016/05/mancha-de-asfalto.pdf](https://oscaramelhidalgo.files.wordpress.com/2016/05/mancha-de-asfalto.pdf). Recuperado mayo 2021.
- Berrú, C. (2015). "Efecto de la modalidad y época de modalidad y época de cosecha en el rendimiento del híbrido de maíz amarillo duro (*Zea mays* l.) pm- 212". para optar el título de ingeniero agrónomo. universidad nacional de piura, Piura. Obtenido de [http:// repositorio.unp.edu.pe/bitstream /handle /unp /407/ agr-ver-gar-15.pdf? Sequence = 1&isallowed=y](http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/unp/407/agr-ver-gar-15.pdf?Sequence=1&isallowed=y). Recuperado abril 2021.
- Cabezas, D. (2020). Guía de buenas prácticas agrícolas para maíz duro. Obtenido de [Agrocalidad: https://www.agrocalidad.gob.ec /wp-content/uploads/2020/05/guia7.pdf](https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/guia7.pdf). Recuperado abril 2021.
- Campoquímica. (2020). Croper.com. Obtenido de <https://www.croper.com/36-campoquimica-sas/25-fertilizantes/3691-fertilizante-simple/9016-sulfato-de-cobre-pentahidratado-25>. Recuperado mayo 2021.

- Carpenter, S. (2006). Sanchez J Cibiogem. Obtenido de Reflexiones sobre el maíz prehispánico en Sinaloa y Sonora: [https:// www. conacyt.gob. mx/ cibiogem/index.php/maiz](https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz). Recuperado mayo 2021.
- Cedarlake. (2020). Weather Spark. Obtenido de [https:// es. weatherspark. com /y/ 19364/Clima-promedio-en-Babahoyo-Ecuador-durante-todo-el-%C3%B1o](https://es.weatherspark.com/y/19364/Clima-promedio-en-Babahoyo-Ecuador-durante-todo-el-%C3%B1o). Recuperado mayo 2021.
- Collings, E. (2021). ECURED. Obtenido de [https:// www.ecured.cu /Sulfato _de_cobre_pentahidratado](https://www.ecured.cu/Sulfato_de_cobre_pentahidratado). Recuperado febrero 2021.
- Deras, H. (2018). De Serrano , Reina cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Obtenido de centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal"enrique álvarez córdova": [http: //centa.gob.sv /docs/guias /granos%20basicos /Guia%20 Centa_Ma%C3%ADz%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Ma%C3%ADz%202019.pdf). Recuperado marzo 2021.
- Ehowenespanol. (2014). Usos del sulfato de cobre en agricultura. En línea. . Obtenido en http://www.ehowenespa-nol.com/usos-del-sulfato-cobre-agricultura-info_71707. Recuperado agosto 2022.
- Farinango, V. (2015). Blog.plantelia. Obtenido de Sulfato de cobre pentahidrado. En línea: Disponible en <http://blog.plantelia.com/el-cobre-en-los-cultivos/>. Recuperado mayo 2021.
- Faiguenbaum, H. (2017). Redagrícola. Obtenido de El maíz se sobrefertiliza y subfertiliza ¡Al mismo tiempo! - Redagrícola Chile: <https://www.redagricola.com/cl/maiz-se-sobrefertiliza-subfertiliza-al-tiempo/>. Recuperado marzo 2021.
- Gavilanez, J. (2021). Centro de Soluciones Analíticas Integrales. PRODUFERT. Montalvo, Montalvo: Produferts. ficha técnica. Sulfato_de_cobre_pentahidratado. Recuperado abril 2021.
- Guacho, E. (2014). Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) De la localidad de San Jose De Chazo. Obtenido de (Tesis de grado previo la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13T0793%20.pdf?fbclid=IwAR1vPAH3cKNkuCsJy9487r8DzkQZiw4AEZsikGkSaJ4nu5Q2R5mEXKGzgwC>. Recuperado marzo 2021.

INIAP. (2014). Obtenido de [http:// tecnologia.iniap.gob.ec /images/ rubros/ contenido/maizd/6fertilizacion.pdf](http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maizd/6fertilizacion.pdf). Recuperado mayo 2021.

INIAP. (2017). Instituto Nacional de Investigacion Agropecuaria E.V.A. Obtenido de [http:// tecnologia.iniap.gob.ec /images/ rubros/ contenido/ maizd/8tizon.pdf](http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maizd/8tizon.pdf). Recuperado mayo 2021.

INTAGRI. (2020). El Cobre en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 135. Artículos Té. Disponible en [https:// www.intagri.com /articulos/ nutricion-vegetal/ el-cobre-en-la-nutricion- vegetal](https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-cobre-en-la-nutricion-vegetal). Recuperado agosto 2022.

Jara, A. (2019). Respuesta de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.), a diferentes niveles de fertilización en la zona de Babahoyo”. En U. T. Babahoyo, Tesis de Pregrado (pág. p. 61). Babahoyo Ecuador. Recuperado agosto 2022.

Juste, I. (2017). Uncomo. Obtenido de [https:// www.mundodeportivo.com /uncomo/hogar/articulo/como-usar-el-sulfato-de-cobre-44420.html](https://www.mundodeportivo.com/uncomo/hogar/articulo/como-usar-el-sulfato-de-cobre-44420.html). Recuperado marzo 2021.

Lamilla, A. (2015). Efectos de la fertilización con tres fuentes de potasio y activadores fisiológicos fosfatados sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la zona de Babahoyo. En U. T. Babahoyo. Babahoyo Ecuador.: Tesis de Pregrado. Recuperado julio 2022.

Leon, C. (1984). Enfermedades del maíz una guía para su identificación en el campo. Obtenido de CIMMYT: [https:// repository.cimmyt.org/ bitstream/handle/10883/3714/13181.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/3714/13181.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Recuperado abril 2021.

Lopez, J. (28 de Abril de 2021). Promix. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-cobre-en-el-cultivo-de-plantas>. Recuperado marzo 2021.

- Lunvel, P. (1993). FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S02.htm>. Recuperado abril 2021.
- Martínez, E. (2013). Enrique, Jiménez, Verónica. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=25. Recuperado mayo 2021.
- Medina, C. (2015). www.scribd.com. Obtenido de Obtenido de <https://www.scribd.com/document/269322319/Taxonomia-Del-Maiz>. Recuperado marzo 2021.
- Mercado, P. (2021). Blog de Patricia Mercado. Obtenido de <https://www.patriciamercado.org.mx/los-usos-del-sulfato-de-cobre-como-fertilizante-y-fungicida>. Recuperado mayo 2021.
- Monteros, A. (2018). Semillas, Tecnología de producción y conservación. Obtenido de Quito: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/561/iniapsc280.pdf>. Recuperado abril 2021.
- Moreira, C. (2019). Abanta 2018. UTEQ. Obtenido de “Evaluación agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays* L.), en la época lluviosa en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos”: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3689/1/T-UTEQ-0180.pdf>. Recuperado mayo 2021.
- Nelson, B (2021). Bolsa de Productos. Obtenido de <https://bolsadeproductos.com.ec/listing/semilla-emblema/Hibrido%20de%20alto%20rendimiento%20con,tipo%20de%20zona%20y%20ciclo>. Recuperado abril 2021.
- Ortas, L. (2008). El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. Obtenido de Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba (RDU): <https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agri%20bolet%C3%ADn%207.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Recuperado marzo 2021.

- Ortigoza, J. (2019). López Carlos; Gonzalez Jorge, Guia Tecnica Del Cultivo De Maiz. Obtenido de JICA: [https:// www.jica.go.jp /paraguay /espanol/ office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf). Recuperado mayo 2021.
- Palíz, V. (2018). Vicente Mendoza Jorge Comision para la proteccion integrada de cultivos. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP): [https:// repositorio.iniap.gob.ec/ bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20\(Paliz\)%20Comunicai c%3b3n%20t%3a9cnica%20sin%20n%3bamero.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20(Paliz)%20Comunicai c%3b3n%20t%3a9cnica%20sin%20n%3bamero.pdf). Recuperado enero 2021.
- PIONNER. (2014). Tizón foliar del maíz. Obtenido de PIONER: [https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Mexico_Intl/Agronomia/ Articulos_Pdf/Cn_6b_Tizon_Foliar_2014.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Mexico_Intl/Agronomia/Articulos_Pdf/Cn_6b_Tizon_Foliar_2014.pdf). Recuperado marzo 2021.
- Pliego, J. (2015). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna División de Carreras Agronómicas, identificación y distribución de especies de moscas de los estigmas (diptera: *ulidiidae*) del maíz (*zea mays* L.) en localidades del municipio de Torreón, Coahuila. (tesis de grado previo la obtención del título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón. Obtenido de [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6907/ Identificacionydistribuciondeespeciesdemoscas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6907/Identificacionydistribuciondeespeciesdemoscas.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Recuperado abril 2021.
- Romero, J. (2020). Dirección General De Políticas Agrarias. Obtenido de INIA: [https:// www.inia.gob.pe/ wp-content/ uploads/2020/04/ Reporte_ Obs_Commodities_MaizAmarillo.pdf](https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/Reporte_Obs_Commodities_MaizAmarillo.pdf). Recuperado mayo 2021.
- Serrano, P. (2016). laccei international multi-conference for engineering, education, and technology:. Obtenido de ESPOL: [https://docplayer.es/45576701- Analisis-geoespacial-del-cambio-de-las-zonas-de-vida-de-holdridge-en-la-provincia-del-guayas.html](https://docplayer.es/45576701-Analisis-geoespacial-del-cambio-de-las-zonas-de-vida-de-holdridge-en-la-provincia-del-guayas.html). Recuperado marzo 2021.
- Silon, M. (2013). Las principales enfermedades fungicas del cultivo de maíz. Obtenido de horizonte a: [http:/ /horizonteadigital.com](http://horizonteadigital.com)

/investigacion/ha54/Principales%20enfermedades%20fungicas%20maiz.
Pdf. Recuperado febrero 2021.

Sorto, S. (2018). repiica.iica. Obtenido de [http:// repiica.iica.int/ docs/b3469e/b3469e.pdf](http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf) (R). Recuperado mayo 2021.

Syngenta. (2020). Ecuaquímica. Obtenido de Semilla De Maíz Híbrido Somma – Ecuaquimica. (R): <http://www.ecuaquimica.com.ec/producto/semilla-de-maiz-hibrido-somma/>. Recuperado marzo 2021.

Torres, F. (2021). Obtenido de rendimiento de 18 híbridos de maíz (*Zea Mayz*) en las condiciones edafoclimáticas de la Comuna San Marcos, Santa Elena.: [https:// repositorio. upse. edu. ec /bitstream /46000/5958/1/UPSE-TIA-2021-0027.pdf](https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5958/1/UPSE-TIA-2021-0027.pdf). Recuperado mayo 2021.

Vargas, K. (2020). Portal Fruticola. Obtenido de: El campecino. com: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/04/24/uso-del-cobre-en-la-agricultura-convencional-y-ecologica>. Recuperado Mayo 2021.

Weather. (2021). Weather Spark. Obtenido de [https:// es.weatherspark.com /y/19364/Clima-promedio-en-Babahoyo-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o](https://es.weatherspark.com/y/19364/Clima-promedio-en-Babahoyo-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o). Recuperado enero 2021

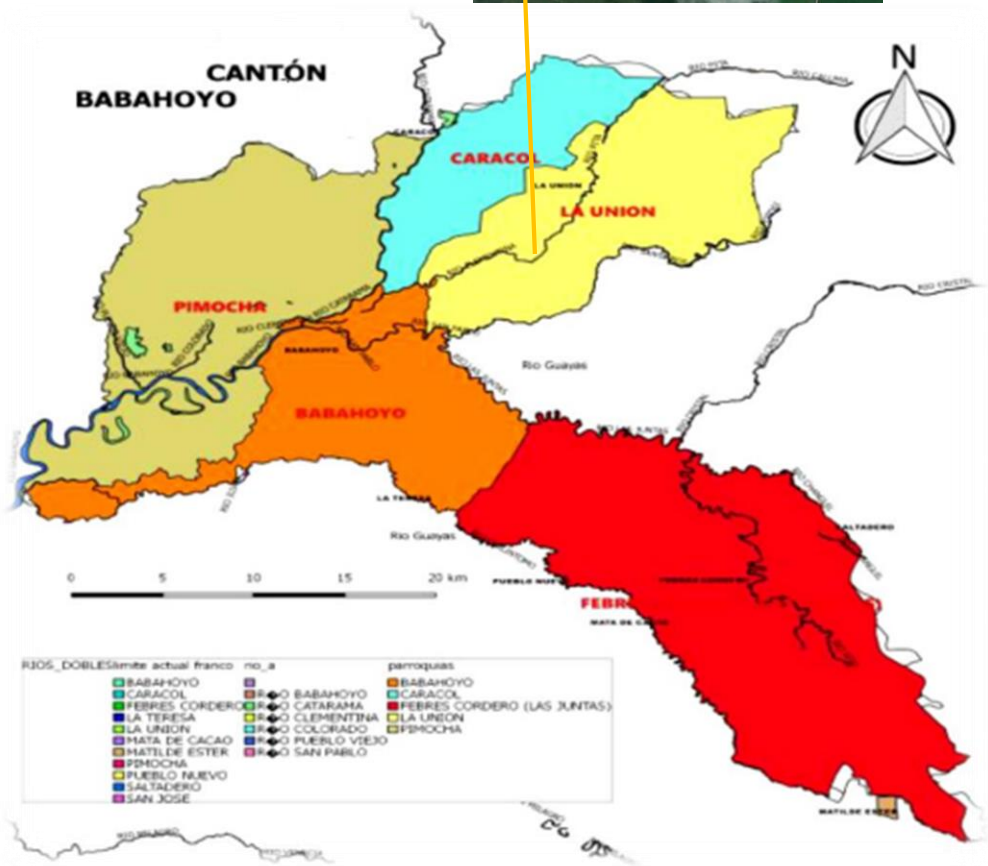
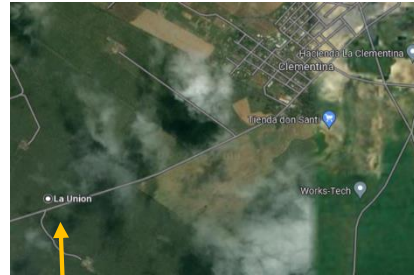
Wiselyn, G. (2011). Manejo poscosecha del maíz. Obtenido de: <http://poscosechadelmaiz.blogspot.com/>. Recuperado marzo 2021

Zinsa. (2016). ZINC Industrias Nacionales S.A. Obtenido de [https:// www.zinsa.com/ es/derivados-de-cobre /sulfato-de-cobre](https://www.zinsa.com/es/derivados-de-cobre/sulfato-de-cobre). Recuperado mayo 2021.

ANEXOS

Anexo N° 1. Mapa físico de la ubicación geográfica de la localidad

Sitio del Ensayo



Altitud: 56 msnm

Anexo N°. 2. Base de Datos

1. Repeticiones	2. Tratamiento	3. AP a la floración	4. AP madurez fisiológica	5. Número de plantas por parcela	6. Porcentaje de plantas con mazorca	7. Número de plantas cosechadas
8. Longitud de la mazorca	9. Diámetro de la mazorca	10. Porcentaje de humedad del grano	11. Rendimiento por parcela	12. Rendimiento en Kilogramos por Hectárea	13. Distanciamiento entre nudos	14. Días a la cosecha
15. Longitud de las hojas	16. Peso de 100 granos	17. Porcentaje de Fitotoxicidad a los 5 días	18. Porcentaje de Fitotoxicidad a los 20 días	19. Incidencia de carbonos (%)	20. Incidencia de roya (%)	21. Sanidad de la mazorca

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	264,90	267,50	210,00	67,67	203,00	16,35	4,41	27,00	54,99	6390,15	17,45	90,00	78,00	30,00	0,00	0,00	3,00	4,00	4,00
1	1	266,60	270,00	239,00	78,00	234,00	16,80	4,37	27,40	59,35	8058,45	18,30	90,00	76,20	30,30	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
1	2	268,90	271,50	229,00	74,33	223,00	16,84	4,36	27,40	74,40	9835,81	18,55	90,00	79,50	32,20	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
1	3	265,80	268,00	245,00	80,00	240,00	16,35	4,30	27,40	65,93	8384,86	18,30	90,00	78,20	32,80	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
2	0	265,40	267,10	235,00	77,00	231,00	16,78	4,39	27,40	50,48	6827,37	18,00	90,00	78,40	29,80	0,00	0,00	4,00	4,00	3,00
2	1	261,70	264,90	221,00	71,00	213,00	16,42	4,31	27,40	60,80	8166,41	18,20	90,00	77,40	32,20	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
2	2	263,90	266,70	244,00	79,33	238,00	16,47	4,37	27,40	70,24	9045,01	18,00	90,00	77,50	32,70	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
2	3	264,90	266,90	240,00	78,00	234,00	15,74	4,30	27,40	67,43	7723,54	18,10	90,00	78,20	32,60	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
3	0	267,10	269,20	208,00	66,67	200,00	16,44	4,33	27,40	52,55	6470,23	18,90	90,00	78,00	31,20	0,00	0,00	3,00	3,00	4,00
3	1	267,50	270,70	223,00	70,00	210,00	16,07	4,29	27,40	58,55	8134,45	18,50	90,00	77,50	32,10	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
3	2	271,40	273,20	235,00	76,67	230,00	16,45	4,40	27,40	70,27	9566,89	18,60	90,00	77,20	34,20	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
3	3	264,40	266,80	225,00	70,33	211,00	17,06	4,40	27,40	62,34	7347,80	18,10	90,00	78,10	33,70	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00

Anexo N°. 3. Evidencias fotográficas de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo (Babahoyo 2021)



Preparación del suelo



Siembra de Maíz con Sembradora



Maíz duro a sembrar Emblema 777



Riego



Abono foliar Zn y P



Aplicación de SCP y Potasio + Ca y B



Aplicación del SCP al T3 1000 cc/ha



Producto más dosis a aplicar



Evaluación de Fitotoxicidad T2



Toma de la Variable Altura de planta



Planta con Roya en tratamiento 0



Día de la cosecha



Longitud de Mazorca



Diámetro de la mazorca



Porcentaje de humedad



Peso de 100 granos



Día de la defensa de campo virtual



Cosecha plantas seleccionadas

Anexo N° 4. Glosario de términos técnicos

Aplicación: Se utiliza para nombrar a la asiduidad o la afición con que se realiza algo. Esta utilización del concepto es frecuente en el ámbito del estudio, donde el alumno aplicado es aquel que cumple con sus obligaciones y acata las órdenes del docente.

Biuret: El Reactivo de Biuret indica la presencia de proteínas, péptidos cortos y otros compuestos con dos o más enlaces peptídicos en sustancias de composición desconocida. Está hecho de hidróxido potásico (KOH) y sulfato cúprico (CuSO₄), junto con tartrato de sodio y potasio (KNaC₄O₆·4H₂O).

Carbón del maíz: El carbón común del maíz causado por *Ustilago maydis*, se identifica fácilmente por las agallas tipo tumor que se forman en los tejidos en activo crecimiento. Estas contienen una masa oscura, pulverulenta de teliosporas (esporas del carbón).

Cultivo: Un producto agrícola o cultivo son plantas que se pueden cultivar y cosechar extensivamente con fines de lucro o de subsistencia. Los productos agrícolas pueden referirse a las partes cosechadas o a la cosecha en un estado más refinado. La mayoría de los cultivos se cultivan en agricultura o acuicultura.

Efecto: Aquello que sigue por virtud de una causa, un efecto constituye un fenómeno que se genera por una causa específica y que aparece acompañado de manifestaciones puntuales que pueden ser establecidas de forma cualitativa y cuantitativa.

Fertilización: es aportar los nutrientes que la planta necesita para que sea plenamente productiva en cantidad y en calidad, es decir, es mejorar las carencias de micronutrientes para aumentar la rentabilidad de los cultivos. Para lograrlo, los fertilizantes deben aplicarse atendiendo a las necesidades reales de la planta, en la dosis adecuada, en el momento oportuno, y de la forma más efectiva.

Fertilizante Foliar: La fertilización foliar es una práctica agronómica para aplicar nutrientes de manera complementaria, sobre todo los micronutrientes, a través de la hoja. Esta práctica ha sido utilizada debido a que corrige las deficiencias

nutricionales que pueda presentar el desarrollo de la planta, corrige los requerimientos nutricionales cuando no se cubren con la fertilización del suelo, mejorar la calidad del producto, acelera o retarda alguna etapa fisiológica de la planta, corrige problemas fitopatológicos (aplicación de cobre y azufre) y complementa la aplicación de suelo.

Fitoalexinas: Las fitoalexinas son metabolitos secundarios de naturaleza química diversa, principalmente flavonoides, de bajo peso molecular, que se sintetizan en los vegetales después de una infección microbiana.

Fitotoxicidad: Es un término que se emplea para describir el grado de efecto tóxico producido por un compuesto sobre el crecimiento de las plantas. Estos daños pueden ser causados por una gran variedad de compuestos, incluyendo trazas metálicas, pesticidas, salinidad, fitotoxinas o la alelopatía natural entre las plantas

Germoplasma: El germoplasma es el conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras. El concepto de germoplasma se utiliza comúnmente para designar a la diversidad genética de las especies vegetales, silvestres y cultivadas, de interés para la agricultura y, en ese caso, se asimila al concepto de recurso genético

Madurez Fisiológica. La madurez fisiológica se refiere a la etapa del desarrollo de la fruta u hortaliza en que se ha producido el máximo crecimiento y maduración. Generalmente está asociada con la completa madurez de la fruta. La etapa de madurez fisiológica es seguida por el envejecimiento

Maíz duro: Es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional. Constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, especialmente a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario.

Pecuaria: es una actividad que consiste en el manejo y explotación de animales domesticables con fines de producción, para su aprovechamiento. En cambio, el manejo de animales pertenecientes a especies silvestres en cautiverio o en semicautiverio se conoce con el nombre de zootecnia

Postcosecha. Es la etapa de producción de cultivo inmediatamente después de la cosecha que incluye enfriamiento, limpieza, clasificación y empaque. En el instante en que se retira un cultivo del suelo o se separa de su planta madre comienza a deteriorarse.

Pudrición Moderada: Causado por el hongo *Stenocarpella maydis* (con anterioridad llamado *Diplodia maydis*). El maíz es el único hospedador de este patógeno, sobrevive en los rastrojos de maíz; Las esporas se propagan por el viento o la lluvia, favorecido por el clima cálido y húmedo, dos o tres semanas después de la polinización

Roya: es una especie de hongo que produce una enfermedad que afecta a diversos granos de cereal. Una epidemia de roya en el trigo causada por la raza Ug99 se encuentra actualmente en dispersión a través de África, Asia y más recientemente el Medio Oriente y es motivo de gran preocupación a causa del gran número de personas que dependen del trigo para su subsistencia. La cepa fue designada por el país en el cual se la identificó (Uganda) y el año de su descubrimiento.

Sanidad: Se denomina como sanidad al conjunto de servicios, personal e instalaciones del Estado que se encuentran destinados y abocados a la preservación de la salud pública de los habitantes del mencionado estado.

Sistemas enzimáticos: Los sistemas enzimáticos en general, están formados por la enzima propiamente dicha (apoenzima), el sustrato o los sustratos un grupo proteico (o coenzimas) y sustancias activadoras

Sulfato de Cobre Pentahidratado (SCP) El Sulfato de Cobre Pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), es un compuesto químico derivado del cobre que forma cristales azules, solubles en agua con un uso importante sobre todo en la agricultura, como fitosanitario.