



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE AGRONOMÍA (REDISEÑO)

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo.

TÍTULO:

Evaluación del dispositivo crop booster y fertilizantes foliares en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con riego por microaspersión

AUTOR:

Jean Steven Pisco Alcívar

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Ing. Agric. Leonardo Gonzalo Matute, M.Sc.

Mocache - Los Ríos - Ecuador

2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jean Steven Pisco Alcívar**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

JEAN STEVEN PISCO ALCÍVAR

Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **ING. AGRIC. LEONARDO GONZALO MATUTE, M.SC.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **JEAN STEVEN PISCO ALCÍVAR**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “Evaluación del dispositivo Crop Booster y Fertilizantes foliares en el cultivo de maíz (*Zea mays* L), conriego por microaspersión” previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

ING. AGRIC. LEONARDO GONZALO MATUTE, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

En mi calidad de Director del Proyecto de Investigación del Señor **JEAN STEVEN PISCO ALCÍVAR**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “Evaluación del dispositivo Crop Booster y fertilizantes foliares en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), con riego por microaspersión”, certifico el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia en el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND), con un porcentaje de coincidencia del 5%

URKUND	
Documento	JEAN PISCO-03-12-2022.pdf (D152102048)
Presentado	2022-12-05 07:48 (-05:00)
Presentado por	Erick Alberto Eguez Enriquez (eeguez@uteq.edu.ec)
Recibido	eeguez.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Tesis JEAN PISCO-03-12-2022 Mostrar el mensaje completo
	5% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 10 fuentes.

ING. AGRIC. LEONARDO GONZALO MATUTE, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE AGRONOMÍA (REDISEÑO)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación del dispositivo Crop Booster y fertilizantes foliares en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con riego por microaspersión”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Aprobado por:

Ing. Erick Eguez Enríquez MSc

Presidente del Tribunal

Ing. Cesar Bermeo Toledo MSc

Miembro del Tribunal

Ing. Freddy Sabando Ávila MSc

Miembro del Tribunal

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todo lo que he recibido en el pasado, por lo que me ha brindado día a día y por todo lo que está por llegar.

A mis padres sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer toda una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constante. Sólo quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo, y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su incondicional apoyo. Su forma de luchar fue mi ideal, su sacrificio mi aliento y su esfuerzo constante, la fuerza de mi voluntad. Con Amor, Admiración y Respeto. Mamá y Papá lo logramos.

A mi novia, amiga, compañera de vida Eliana Velásquez, por todo el apoyo, consejos y recomendaciones que siempre me diste, por guiarme y por apoyarme siempre, Gracias por compartir un pedacito de tu vida conmigo, gracias por estar en mi vida, este logro también es tuyo.

A los Docentes miembros del tribunal y director del proyecto de investigación, por las recomendaciones, acompañamiento y asesoramiento brindado.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mis padres que han forjado mi camino y me han dirigido por el sendero correcto.

A Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez, es el quiéngua el destino de mi vida.

A mis hermanas Karina y Saleth Pisco, recordando que nacimos del mismo árbol y aunque nuestras ramas crezcan en distintas direcciones, siempre nos unirán nuestras raíces.

También dedico este trabajo a mi novia, amiga y compañera de mi vida Eliana Velásquez su apoyo es lo más valioso que tengo, y su amor es lo que más felicidad me da.

A mi persona por haber llegado hasta acá, el camino fue largo, hubo tropiezos, pero siempre seguí para adelante por eso me llena de orgullo haber culminado mi meta y puedo decir vine, ví y vencí.

Jean Steven Pisco Alcívar

“Veni Vedi Vici”

RESUMEN

El uso de fertilizantes foliares y nuevas tecnologías ha demostrado un impacto positivo en la agricultura actual, sobre todo para la producción de los cultivos de ciclo corto como el maíz, siendo este una de las gramíneas más cultivadas en el país. El presente trabajo se lo llevó a cabo en predios del Campus “La María” del cantón Mocache provincia de Los Ríos, cuyo objetivo fue evaluar el efecto del Dispositivo Crop Booster en un sistema de riego por microaspersión y dos fertilizantes foliares implementados en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Se estableció el Diseño de Bloques Completo al azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones, en donde se estudiaron dos factores: Factor A (Implementación y no implementación del dispositivo Crop Booster) Factor B (fertilizantes foliares dos): F0; F1 y F2 cuyas interacciones se compararon entre A x B. donde se registraron datos del día 100. Los resultados obtenidos demostraron que la variable altura de planta con el tratamiento Crop Booster más Fitoamin alcanzaron un promedio de 2.56 m siendo la variable que alcanzo mayor altura, el testigo no pudo superar los 2.24 m de altura. Los tratamientos sin la tecnología Crop Booster con el fertilizante Fitoamin obtuvieron una media de 2.49 m, El incremento porcentual del tratamiento con fertilizante foliar Fitoamin fue 51% equivalente a 623,41 kg/Ha, a diferencia del testigo (Sin Crop Booster) que denotó el 49% equivalente a 600,75 kg/Ha, demostrando así la efectividad del dispositivo Crop Booster con la interacción del fertilizante.

Palabras claves: Crop Booster, Fertilizantes, Rendimiento

ABSTRACT

The use of foliar fertilizers and new technologies have shown a positive impact on current agriculture, especially for the production of short-cycle crops such as corn, which is one of the most cultivated grasses in the country. The present work was carried out in properties of the Campus "La María" of the Mocache canton, province of Los Ríos, whose objective was to evaluate the effect of the Crop Booster Device in a micro-sprinkler irrigation system and two foliar fertilizers implemented in the cultivation of corn (*Zea mays*). The Random Complete Block Design (DBCA) was established with divided plots arrangement with 4 repetitions, where two factors were studied: Factor A (Implementation and non-implementation of the Crop Booster device) Factor B (two foliar fertilizers): F0; F1 and F2 whose interactions were compared between A x B. where data from day 100 were recorded. The results obtained showed that the plant height variable with the Crop Booster plus Fitoamin treatment reached an average of 2.56 m, being the variable that reached the highest height. , the witness could not exceed 2.24 m in height. The treatments without the Crop Booster technology with the Fitoamin fertilizer obtained an average of 2.49 m. 49% equivalent to 600.75 kg/Ha, thus demonstrating the effectiveness of the Crop Booster device with the interaction of the fertilizer.

Keywords: Crop Booster, Fertilizers, Yield

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA:	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	II
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	III
REPORTE DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	IV
CERTIFICADO APROBACION DE TRIBUNAL DE SUSTENTACION	V
AGRADECIMIENTOS	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
TABLA DE CONTENIDO	X
CÓDIGO DUBLÍN	XVI
INTRODUCCIÓN	2

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema	5
1.2. Justificación	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.....	9
2.1.1. Rendimiento del cultivo de maíz	9
2.1.2. Fertilizantes Foliares	9

2.1.3.	Tecnología Crop Booster	9
2.2.	Marco Referencial	10
2.2.1.	Descripción taxonómica.....	10
2.2.2.	Descripción botánica	10
2.2.3.	Marco de plantación	11
2.2.4.	Exigencias del cultivo	11
2.2.5.	Niveles óptimos del PH en el suelo para el cultivo de maíz	12
2.2.6.	Efecto del riego en rendimiento de los cultivos.....	12
2.2.7.	Disponibilidad de agua en el suelo	12
2.2.8.	Necesidades de agua de los cultivos.....	13
2.2.8.1.	Requerimiento de riego en el cultivo de maíz	13
2.2.9.	Humedad del suelo	14
2.2.9.1.	Saturación	14
2.2.9.2.	Capacidad de campo (CC)	15
2.2.9.3.	Punto de marchitez permanente (PMP)	15
2.2.9.4.	Evaporación	15
2.2.9.5.	Transpiración	15
2.2.9.6.	Evapotranspiración (ETc)	16
2.2.10.	Manejo del cultivo	16
2.2.10.1.	Preparación de suelo y siembra	16
2.2.10.2.	Fertilización	16
2.2.10.3.	Riego.....	18
2.2.10.4.	Métodos del sistema de riego.....	18
2.2.10.5.	Riego por microaspersión	18
2.2.10.6.	Características del sistema de riego por microaspersión:	18
2.2.10.7.	Ventajas.....	19
2.2.10.8.	Cosecha	20

2.2.10.9. Funcionamiento del dispositivo Crop Booster.....	20
2.2.10.10 Ondas de frecuencias naturales	20
2.2.10.1. Adaptación del dispositivo Crop Booster en el sistema de riego.....	21
2.2.11. Antecedentes de la investigación.....	21

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.....	24
3.2. Tipo de investigación.....	25
3.3. Método de investigación.....	25
3.4. Fuente de recopilación de información.....	25
3.5. Diseño de la investigación	25
3.5.1. Factores en estudio	25
3.5.2. Tratamientos en estudio	25
3.5.3. Diseño experimental	26
3.5.4. Esquema del Análisis de Varianza	26
3.5.5. Delineamiento experimental.....	27
3.6. Instrumentos de investigación	28
3.6.1. Manejo del experimento	28
3.6.1.1. Preparación del terreno	28
3.6.1.2. Siembra.....	28
3.6.1.3. Fertilización	28
3.6.1.4. Control de maleza	29
3.6.1.5. Control fitosanitario.....	29
3.6.1.6. Riego.....	29
3.6.1.7. Cosecha.....	30
3.6.2. Registro de datos y formas de evaluación	30
3.6.2.1. Altura de planta.....	30

3.6.2.2. Número de días a la etapa de floración.....	30
3.6.2.3. Números de días a la etapa de maduración.....	30
3.6.2.4. Longitud del Fruto	30
3.6.2.5. Diámetro de mazorca (cm)	30
3.6.2.6. Número de hileras por mazorca	31
3.6.2.7. Rendimiento (kg/ha)	31
3.7. Tratamiento de los datos.....	31
3.8. Recursos humanos y materiales.....	31
3.8.1. Recursos Humanos	31
3.8.2. Material Genético	31
3.8.3. Material de Campo	31

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.....	33
4.1.1. Altura de planta.....	33
4.1.2. Número de días a la etapa de floración.....	34
4.1.3. Números de días a la etapa de maduración.....	34
4.1.4. Diámetro de mazorca	35
4.1.5. Longitud de Mazorca	36
4.1.6. Número de hileras/mazorca	37
4.1.7. Peso del grano/mazorca (gr)	38
4.1.8. Incremento porcentual del rendimiento con fertilizante Fitoamin	40
4.1.9. Incremento porcentual del rendimiento con fertilizante Green master.....	40
4.1.10. Incremento porcentual del rendimiento sin fertilizante foliar	41
4.1.11. Rendimiento (kg/ha)	41
4.1.12. Análisis económico.....	42
4.2. Discusión	44

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	47
5.2.	Recomendaciones	48

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1	Bibliografía.....	50
-----	-------------------	----

CAPÍTULO VII. ANEXOS

7.1.	Anexos	53
------	--------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climáticas de la zona de estudio	20
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza	22
Tabla 3. Delineamiento de la parcela	23
Tabla 4. Materiales de campo	26
Tabla 5. Número de días transcurridos hasta a la etapa de floración	29
Tabla 6. Número de días transcurridos a la etapa de Maduración	29
Tabla 8. Análisis económico	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía satelital del área de estudio	21
Figura 2. Diseño agronómico del sistema de riego	24
Figura 3. Altura de plantas en maíz	30
Figura 4. Diámetro de mazorcas de maíz.....	32
Figura 5. Longitud de mazorcas de maíz	33
Figura 6. Número de hileras por mazorcas de maíz.....	34
Figura 7. Peso del grano por mazorcas de maíz, de la tecnología Crop Booster	35
Figura 8. Peso del grano por mazorcas de maíz, de Fertilizantes	35
Figura 9. Incremento porcentual del rendimiento con fertilizante Fitoamin	36
Figura 10. Incremento porcentual del rendimiento con fertilizante Green Master	36
Figura 11. Incremento porcentual del rendimiento sin fertilizante foliar	37
Figura 12. Rendimiento (kg/ha).....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.	Limpieza del Terreno	55
Anexo B.	Determinación de Capacidad de campo del suelo	55
Anexo C.	Preparación del terreno previa a la siembra	56
Anexo D.	Instalación del Dispositivo Crop Booster	56
Anexo E.	Siembra directa en el área experimental.....	57
Anexo F.	Emergencia de las primeras plantas	57
Anexo G.	Limpieza manual de maleza.....	58
Anexo H.	Aplicación de fertilizante foliar Fitoamin al Tratamiento	58
Anexo I.	Limpieza manual con machete en el cultivo antes de aplicación	59
Anexo J.	Aplicación de segunda fertilización.....	59
Anexo K.	Aplicación de insecticida preventivo en calles y entorno de las parcelas.....	60
Anexo L.	Toma de datos altura	60
Anexo M.	Aparición de Primeras mazorcas.....	61
Anexo N.	Inicio de la Etapa de maduración en el cultivo	61
Anexo O.	Comparación de altura con la tecnología y sin la tecnología.....	62
Anexo P.	Características agronómicas del cultivo	62
Anexo Q.	Cultivo listo para cosechar.....	63
Anexo R.	Recolección de mazorcas	63
Anexo S.	Cosecha de mazorcas	64
Anexo T.	Toma de datos de mazorcas peso, diámetro y longitud.....	65
Anexo U.	Fertilizantes foliares utilizados	66
Anexo V.	Análisis de varianza Diámetro de mazorca	66
Anexo W.	Análisis de varianza longitud de mazorca.....	66
Anexo X.	Análisis de varianza número de hileras por mazorca.....	66
Anexo Y.	Análisis de varianza altura de planta.....	67
Anexo Z.	Análisis de varianza peso de granos por mazorca	67

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Evaluación del dispositivo Crop Booster y fertilizantes foliares en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), con riego por microaspersión”
Autor:	Jean Steven Pisco Alcívar
Palabras claves:	Crop Booster, fertilizantes foliares, rendimiento
Editorial:	
Resumen:	Resumen. - El uso de fertilizantes foliares y nuevas tecnologías ha demostrado un impacto positivo en la agricultura actual, sobre todo para la producción de los cultivos de ciclo corto como el maíz, siendo este una de las gramíneas más cultivadas en el país, El objetivo fue evaluar el efecto del Dispositivo Crop Booster en un sistema de riego por microaspersión y dos fertilizantes foliares implementados en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L). Se estableció el Diseño de Bloques Completo al azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas. El incremento porcentual del tratamiento con fertilizante foliar Fitoamin fue 51% equivalente a 623,41 kg/Ha, a diferencia del testigo que denotó el 49% equivalente a 600,75 kg/Ha, demostrando así la efectividad del dispositivo Crop Booster con la interacción del fertilizante. Abstract. - The use of foliar fertilizers and new technologies has shown a positive impact on current agriculture, especially for the production of short-cycle crops such as corn, this being one of the most cultivated grasses in the country. The objective was to evaluate the Effect of the Crop Booster Device in a micro-sprinkler irrigation system and two foliar fertilizers implemented in the corn (<i>Zea mays</i> L) crop. The Randomized Complete Block Design (DBCA) was established with split plot arrangement. The percentage increase of the treatment with Fitoamin foliar fertilizer was 51% equivalent to 623,41 kg/Ha, unlike the control that denoted 49% equivalent to 600,75 kg/Ha, thus demonstrating the effectiveness of the Crop Booster device with the interaction of the fertilize
Descripción:	Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
Url:	

INTRODUCCIÓN

La utilización del riego en cultivos se trata de proveer un suministro de agua al suelo para compensar, lo que no fue aprovechado por las lluvias, se podría aumentar la producción agrícola adaptando en las áreas secas un sistema de riego. Este tipo de proyectos necesitarán inversión de capital e infraestructura: tuberías, bombas, aspersores, llaves de paso, etc., e implementación de nuevas tecnologías como el Crop Booster podrían ser determinantes a la hora de evaluar la incidencia que estas pueden brindar, todo esto proyectado para la obtención de mejores rendimientos.

El maíz (*Zea mays L.*), es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, pertenece a la familia de las poáceas (Gramíneas), tribu maydeas, y es la única especie cultivada de este género. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teosinte y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas salvajes parientes de *Zea mays*. Son clasificadas como del Nuevo Mundo porque su centro de origen está en América.

En el Ecuador existen varios cantones o provincias que se dedica a la siembra y a la producción del cultivo de maíz, donde la mayor parte de las provincias que cultivan estas gramíneas son: en Los Ríos con un 37%, Manabí con un 32%, Guayas con un 15% y el otro 16% correspondes a las demás provincias. El maíz a pesar de que es mayormente cultivado en la región litoral del país, la mayor parte de su producción está predestinada en un 80% en la producción de alimentos balanceados.

El uso de fertilizantes foliares permite la nutrición de las plantas de una manera más directa al ser aplicados sobre las hojas. De este modo, se emplea una solución pulverizada a la masa foliar del cultivo. No obstante, la utilización de este tipo de abonos debe ser complementaria a la fertilización en el suelo y a los producidos por la propia planta. En los últimos 20 años la producción y el rendimiento del maíz ha mejorado gracias al empleo de fertilizantes mejorados y certificados, a lo cual se ha sumado el manejo tecnológico del cultivo.

El riego por microaspersión es homólogo a la aspersión en por lo que la microaspersión se diferencia de las variadas formas de aspersión convencional debido a que el caudal y la

presión de cada aspersor es bajo. Los sistemas de riego por microaspersión consisten en aplicar agua en forma de precipitación fina mediante dispositivos (llamados micro aspersores) que la distribuyen en un radio no superior a los 3 metros (1)

La tecnología Crop Booster de acuerdo con el autor Orgánico Latam (2019), es una nueva tecnología que utiliza ondas de radio de baja frecuencia para mejorar el metabolismo vegetal, la salud de las plantas y el suelo. Si el riego y la tecnología Crop Booster se complementan con el uso de fertilización foliar como una técnica más para suministrar nutrientes a los cultivos, sin reemplazar la nutrición convencional por asimilación de nutrientes por las raíces, esta debe considerarse una técnica suplementaria o mejor aún complementaria de un programa de fertilización.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Planteamiento del problema

Diagnóstico

Uno de los problemas que afectan a los cultivos es la ineficiencia que posea un sistema de riego o el desconocimiento de otros tipos de fertilizantes poco convencionales, lo que puede generar dificultades, para el caso del sistema la interferencia u obstrucción de los aspersores dificultaría el riego adecuado de los cultivos. Otro problema es la mala selección de métodos de riego, en los diferentes tipos de cultivos y la no aplicación de nuevas tecnologías destinadas a utilizarse en los sistemas de riego, para así mejorar la eficiencia y aprovechamiento del agua

Formulación del problema

¿Cómo incide la aplicación del dispositivo Crop Booster y fertilizantes foliares en el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz con riego por microaspersión?

Sistematización del problema

¿La eficiencia de nuevas tecnologías como el dispositivo Crop Booster aumentará la producción en cultivo de maíz (*Zea mays* L.)?

¿Cómo contribuye a la morfología de la planta la implementación del sistema Crop Booster en el riego por micro aspersión?

¿Cómo afecta al desarrollo morfológico de la planta la no aplicación de riego?

1.2. Justificación

En muchos casos nos encontramos con que los nutrientes del suelo son ineficaces o la radiación solar afecta negativamente al rendimiento, por lo que se debe utilizar la fertilización foliar para disminuir la deficiencia y cubrir las necesidades nutricionales reales del cultivo. El uso de fertilizantes foliares puede restaurar y mantener el equilibrio de nutrientes de las plantas, especialmente durante los períodos de mayor demanda, brindando protección al cultivo hasta la cosecha.

La tecnología Crop Booster funciona a través de los sistemas de riego para brindar ondas de frecuencias a los cultivos para mejorar las plantas y su capacidad para mejorar el desarrollo, el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Crop Booster es una tecnología que utiliza ondas de radio de baja frecuencia para optimizar el metabolismo de las plantas y el suelo.

La tecnología incluye emisores diminutos, los cuales duran hasta 2 años desde el primer uso, es fácil de instalar y usar, reduce los costos de producción, acelera el crecimiento, aumenta los rendimientos, mejora el sabor y la calidad, ahorra agua y reduce el uso de pesticidas y fertilizantes.

Esta tecnología está diseñada para proveer eficientemente de agua a los cultivos brindando los siguientes beneficios: Disminución del consumo de agua en las parcelas, disminución de gastos por tarifa, mayor eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, obtención de mayor producción y mejor calidad de los productos e ingresos económicos

Este trabajo de investigación está dirigido a pequeños, medianos y grandes agricultores, así como a profesionales y académicos involucrados en la agronomía, el estudio se considera una contribución importante para futuras investigaciones sobre nuevas tecnologías a implementar en sistemas de riego, sentando un precedente para futuros profesionales.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del Dispositivo Crop Booster en un sistema de riego pormicroaspersión y fertilizantes foliares implementado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los efectos de la tecnología Crop Booster y fertilizantes foliares en las características agronómicas del cultivo de maíz.
- Establecer el rendimiento, en relación a los fertilizantes foliares y la utilización de dispositivo Crop Booster en el cultivo de maíz
- Realizar el análisis económico del rendimiento del grano en función al costo de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.Marco Conceptual

2.1.1. Rendimiento del cultivo de maíz

El cultivo de maíz ha sido constante los últimos años, durante el 2017, en Ecuador se produjeron cerca de 1,2 millones de toneladas de maíz en las más de 200 000 hectáreas sembradas en el país, de acuerdo con estadísticas de la Corporación Tierra Fértil, en el cantón Ventanas, Los Ríos. La producción ha mantenido en cifras constantes durante los últimos años, con repuntes en Loja, Los Ríos, Santa Elena. Para Vizcarra, en la buena producción influye también el uso de insumos de calidad, como fertilizantes con nitrógeno, fosforo, potasio y zinc para las plantas. (6)

2.1.2. Fertilizantes Foliares

El interés de la fertilización foliar está relacionado con los siguientes aspectos principales: pueden ser empleados en carácter complementario, del suministro de nutrientes aplicados al suelo, es la manera más rápida de corregir deficiencia particularmente de micronutrientes como magnesio, cobre, hierro, boro, manganeso, calcio, zinc. La absorción foliar se realiza en los siguientes pasos, penetran la cutícula y las paredes epidérmicas por difusión, son absorbidos por la plasmalema y entran al citoplasma, también pasan a través de la membrana plasmática y entran al citoplasma. (2)

2.1.3. Tecnología Crop Booster

Crop Booster optimiza tanto la cantidad como la calidad de los rendimientos, mejorando la salud del suelo y la disponibilidad de nutrientes, aumentando la densidad de las raíces y equilibrando la absorción y utilización de nutrientes por las plantas. Así mismo, aumenta la eficiencia de la fotosíntesis en condiciones más calidad, secas y nubladas. Este dispositivo se conecta en el sistema de riego y se activa cuando el agua fluye a través de él. Los microtransmisores de Crop Booster transmiten instrucciones precisas a las plantas utilizando pulsos de ondas de radio en diferentes frecuencias. Debido a que las frecuencias transmitidas coinciden con las frecuencias moleculares naturales de sus suelos y plantas éstas pueden ser recibidas por ellos, permitiendo mejorar sus funciones (3)

2.2.Marco Referencial

2.2.1. Descripción taxonómica

Según la descripción de la taxonómica del cultivo de maíz es la siguiente (5):

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Angiosperma
- **Subclase:** Commelinidae
- **Orden:** Poales
- **Familia:** Poaceae
- **Subfamilia:** Panicoideae
- **Tribu:** Andropogoneae
- **Género:** *Zea*
- **Especie:** *mays*.

2.2.2. Descripción botánica

El maíz es una planta monocotiledónea que se cultiva ampliamente en todo el mundo y es uno de los alimentos básicos de muchas poblaciones. Las especies del género *Tripsacum*, pertenecientes a la familia Poaceae de la tribu Maydeas, son parientes del maíz silvestre, también originario de los Estados Unidos, pero sin valor económico directo. (6)

La planta del maíz dispone de elevado porte (60-80 cm de altura), frondosa, con un sistema radicular fibroso y un sistema caulinar con pocos macollos. Las yemas laterales en las axilas de las hojas superiores de la planta forman flores femeninas (cálices) cubiertas de hojas, y que servirán como reserva. Las mazorcas son espigas cilíndricas con un eje central en el que las espiguillas se insertan por parejas, cada espiga lleva dos flores paralelas, una fértil y la otra estéril. (6)

Las hojas que nacen de los nudos son alternas, lanceoladas y puntiagudas, con pequeñas plantas calcáreas que crecen alternativamente sobre los nudos. Entrenudos y yemas cubiertas

de vaina. La parte superior de la planta consta de una espiga central y unas ramas laterales donde se forman los granos de polen (la inflorescencia masculina en el aladominante). El color de la panícula depende del tono de la vela y de los estambres, que pueden ser de color verde claro o amarillentos. (6)

Además del sistema radicular, que es el principal sistema de fijación y absorción dela planta, también existe una porción de raíces adventicias que constituyen alrededor del 52% de la planta, mientras que el sistema nodal constituye el 48% de la masa de la planta. sistema radicular total de la planta. Plantas. El trabajo de las raíces de anclaje es mantener laplanta en posición vertical y evitar que se vuelque. En cuanto a sus sistemas de yemas, las plántulas ya son visibles cuando han crecido tres hojas en su superficie, pero su punto de crecimiento sigue estando bajo tierra. (6)

2.2.3. Marco de plantación

Las hileras de maíz suelen tener una profundidad de 3 a 5 cm, y la distancia entre cada hilera se ajusta según el equipo de cosecha, las preferencias regionales y el tipo y uso final del maíz. El maíz en grano generalmente se cultiva con un espacio entre hileras de 50-120 cm Para la producción de maíz en grano en regiones secas, la densidad puede ser tan baja como 25000 plantas/ha, mientras que en regiones húmedas y tropicales la densidad puede ser superior a 75000 plantas/ha. (7)

2.2.4. Exigencias del cultivo

La temperatura del maíz debe estar entre 25 y 30°C. Necesita mucha luz solar y en climas húmedos su rendimiento se reduce. Para que las semillas germinen, la temperatura debe estar entre 15 y 20°C. El maíz puede soportar temperaturas de hasta 8°C, ya partir de los 30°C pueden surgir serios problemas por la mala absorción de minerales y agua. Se requieren temperaturas entre 20 y 32°C para obtener resultados. (8)

2.2.5. Niveles óptimos del PH en el suelo para el cultivo de maíz

El pH* preferido para el maíz está entre 6 y 7,2. La eficacia del magnesio, calcio, potasio y molibdeno se reduce considerablemente cuando el pH es inferior a 5,5. Las plantas de maíz toleran mal el pH bajo (<5,0), donde la toxicidad del aluminio reduce el desarrollo de las raíces y la toxicidad del manganeso reduce el desarrollo de la planta. (16)

2.2.6. Efecto del riego en rendimiento de los cultivos

El riego está diseñado para mantener el contenido de humedad del suelo agrícola para que los cultivos puedan crecer y lograr el mayor rendimiento al menor costo. El riego intenta capturar agua de lluvia cuando no hay suficiente agua de lluvia para satisfacer las necesidades de agua de los cultivos. (13)

El suministro de agua irregular, más o menos, puede causar caída de flores y frutos y necrosis superior. Riegue ocasionalmente. La mayor sensibilidad al estrés hídrico se produce durante la fase de floración y fructificación, donde la fase de crecimiento de la planta es menos sensible al déficit hídrico. Como consecuencia de la escasez de agua, disminuye el número de frutos y/o su peso unitario y aumenta la proporción de frutos no comerciales e industriales, lo que se traduce en una disminución de la producción y calidad. (13)

2.2.7. Disponibilidad de agua en el suelo

El agua es un componente esencial de los organismos vivos, incluidas las plantas, y constituye del 75 al 90 % del tejido vegetal, según la especie. Al mismo tiempo, el suelo facilita importantes procesos como la fotosíntesis, la hidrólisis de sustancias, la regulación de la turbidez, el transporte de nutrientes y hormonas, y la regulación de la temperatura a través de la transpiración. (12)

El suelo es un reservorio de agua, aire y nutrientes que obtienen las plantas. La capacidad de almacenamiento y disponibilidad de las plantas depende de la cantidad disponible y de las características de cada suelo. (12)

Desde una perspectiva agrícola, el suelo es un sistema vivo complejo y dinámico formado por una fina capa superficial en la parte superior de la litosfera y que depende del crecimiento de las plantas y la producción de alimentos, fibras y alimentos para animales, madera etc. Las propiedades del suelo se pueden mantener, mejorar o mejorar mediante una variedad de procesos físicos, químicos y biológicos. (12)

2.2.8. Necesidades de agua de los cultivos

La necesidad de agua de riego es la cantidad de agua que debe aportarse a un cultivo para asegurar que recibe la totalidad de sus necesidades hídricas o una fracción determinada de éstas. Cuando el riego es la única aportación de agua de que se dispone, la necesidad de agua de riego será al menos igual a las necesidades hídricas del cultivo, siendo mayor cuando existen pérdidas (escorrentía, percolación, falta de uniformidad en la distribución, etc.), y menor cuando la planta puede satisfacer sus necesidades hídricas a partir de otros recursos (lluvia, reservas de agua en el suelo, etc.). (13)

2.2.8.1. Requerimiento de riego en el cultivo de maíz

Dependiendo de las condiciones climáticas, la producción de maíz requiere de 500- 800 mm de agua distribuida uniformemente a lo largo de su ciclo, dependiendo de su fase fenológica, independientemente de otros factores de producción. La floración y el llenado de granos son los períodos más críticos para el máximo rendimiento. (14)

El estrés por falta de agua durante la floración puede resultar en una reducción del 6% al 13% en el rendimiento final por planta. día. La disponibilidad de humedad del suelo es uno de los factores más importantes que afectan la calidad y el rendimiento de los cultivos de maíz. Estos rendimientos dependen en gran medida de cómo se planifique el riego en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. (14)

A altos niveles de humedad (casi saturados), el rendimiento se ve afectado por la reducción del oxígeno disponible para las raíces. El otro extremo ocurre cuando la humedad disponible es muy baja, por lo que las plantas gastan mucha energía para obtener la pequeña cantidad de humedad disponible que las partículas del suelo retienen fuertemente. (14)

En general, el riego de maíz se puede realizar con riego de alta intensidad y baja frecuencia, como el riego por gravedad (zanja), o riego de alta intensidad y alta frecuencia, como el riego por aspersión, con movimiento circular de lado a lado o riego lineal., o baja intensidad alta frecuencia en caso de riego por goteo. (14)

Con riegos de baja frecuencia, el suelo actúa como reservorio de humedad hasta el próximo riego, creando dos fases: una con exceso de agua durante e inmediatamente después del riego, y otra con déficit hídrico cuando el cultivo está estresado. La ventaja de la alta frecuencia de riego es que se crea un entorno hídrico favorable para el sistema radicular casi al mismo ritmo que se consume. (14)

2.2.9. Humedad del suelo

La humedad del suelo es el factor principal para el crecimiento normal de las plantas, afecta directamente el rendimiento, porque sin la humedad necesaria para las plantas, las plantas no crecerán adecuadamente. La capacidad del suelo para retener la humedad utilizada por las plantas se denomina humedad disponible y varía según el tipo de suelo y las operaciones realizadas en el sistema de producción. (15)

La humedad del suelo determina la cantidad de agua en el suelo, mientras que la humedad se refiere a qué tan bien se une el agua a las partículas del suelo, ya que afecta la salinidad del suelo y el contenido de aire. Es importante comprender el valor de la humedad y el potencial de un sistema agrícola para determinar la frecuencia de riego y la cantidad de agua para cada cultivo. (15)

2.2.9.1. Saturación

Se refiere al contenido de humedad del suelo cuando casi todo el espacio está lleno de agua. En suelos bien drenados, esta es una condición temporal ya que el exceso de agua es expulsado por los poros grandes por gravedad para ser reemplazado por aire. (17)

2.2.9.2. Capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo es la cantidad de humedad que un suelo puede contener cuando está saturado o suficientemente hidratado y luego permite que drene libremente y evite la pérdida por evaporación hasta que el potencial hídrico del suelo se estabilice (alrededor de 24 a 48 horas después de la lluvia o el riego).(18)

Disponible para uso en cosecha. y se define gráficamente como la diferencia entre el punto de capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente expresado como porcentaje de agua disponible o en milímetros. (18)

2.2.9.3. Punto de marchitez permanente (PMP)

El punto de marchitez permanente (PMP) es el valor más negativo del potencial hídrico del suelo en el que las hojas de las plantas no pueden recuperar la humedad. En la práctica, el valor de PMP depende de las condiciones climáticas y de la conductividad hidráulica del suelo. (17)

Si el suelo no absorbe agua nueva, la evaporación del suelo y la extracción por parte de las raíces puede hacer que el agua almacenada disminuya hasta el punto en que las raíces ya no puedan absorber agua del suelo. Para un suelo dado, el punto de marchitez no es un valor constante, sino que varía según el tipo de cultivo. (17)

2.2.9.4. Evaporación

La evaporación es un proceso físico en el que una sustancia líquida cambia lenta y gradualmente a una forma gaseosa. Este proceso ocurre en la superficie del líquido cuando la tensión superficial del líquido fuerza a las moléculas del líquido a separarse. El proceso de evaporación en nuestro entorno es constante y se produce de forma espontánea. (18)

2.2.9.5. Transpiración

La transpiración es el transporte y la evaporación del agua del suelo a la atmósfera a través del tejido vegetal. El cultivo pierde agua a través de las estomas, que son pequeñas aberturas

en las hojas de las plantas por donde pasan los gases y el vapor de agua. El agua y los nutrientes son absorbidos por las raíces, pero la mayor parte del agua absorbida se pierde a través de la transpiración y solo una pequeña parte permanece en los tejidos de la planta. (19)

2.2.9.6. Evapotranspiración (ETc)

La transpiración es el transporte y la evaporación del agua del suelo a la atmósfera a través del tejido vegetal. El cultivo pierde agua a través de los estomas, que son pequeñas aberturas en las hojas de las plantas por donde pasan los gases y el vapor de agua. El agua y los nutrientes son absorbidos por las raíces, pero la mayor parte del agua absorbida se pierde a través de la transpiración y solo una pequeña parte permanece en los tejidos de la planta. (20)

2.2.10. Manejo del cultivo

2.2.10.1. Preparación de suelo y siembra

La preparación del suelo es un paso antes de plantar. Se recomienda arar la tierra con un rastrillo para que la tierra quede suelta y tenga cierta capacidad de retención de agua sin estancarse. El objetivo es mantener el suelo poroso, especialmente la capa superior de semillas. También se utilizan arados trituradores con una profundidad de trabajo de 30 a 40 cm. Durante las operaciones agrícolas, la tierra debe estar limpia y libre de residuos vegetales. (9)

Antes de plantar, elija semillas que sean resistentes a enfermedades, virus y plagas. Siembre las semillas cuando la temperatura del suelo alcance los 12°C. Tiene una profundidad de 5 cm. La siembra se puede combinar con una zanja limpia o de arado. Distancia de línea 0,8 ~ 1 m, distancia de soplado de aire 20 ~ 25 cm. (9)

2.2.10.2. Fertilización

La fertilización foliar en el cultivo de maíz no genera grandes costos. Los beneficios de la fertilización foliar van más allá de incrementar mucho el rendimiento del maíz, sin embargo, si no aplicamos micronutrientes todos los demás nutrientes de la planta no son bien

absorbidos y resultaría negativo para el cultivo. (2)

El desarrollo del maíz requiere una cierta cantidad de elementos minerales. Las deficiencias de las plantas ocurren cuando faltan o sobran ciertos nutrientes minerales. Se recomienda utilizar fertilizante de suelo rico en fósforo y potasio. 100 kg de fertilizante contienen 0,3 kg de fósforo. El aporte de nitrógeno también es mayor, especialmente durante la época de crecimiento vegetativo. (10)

La fertilización se suele hacer de acuerdo a las características del área de la planta, y la fertilización estricta no es igual en todas las áreas. Sin embargo, en las primeras etapas de desarrollo de la planta, use un fertilizante muy débil hasta que la planta tenga de 6 a 8 hojas. Estiércol de estas hojas: (10)

- N: 82% (abonado nitrogenado).
- P₂O₅: 70% (abonado fosforado).
- K₂O: 92% (abonado en potasio)

Nitrógeno (N): La cantidad de nitrógeno añadido depende del rendimiento deseado y del tipo de estructura del suelo. Las tasas de aplicación varían de 20 a 30 kg de nitrógeno por acre. La deficiencia de N puede afectar la calidad del cultivo. Estos síntomas se reflejan más en los órganos fotosintéticos, las hojas son amarillentas en las puntas y se extienden a lo largo de todo el nervio. (10)

Fósforo (P): Su dosis también depende del tipo de suelo presente, ya sea rojo, suelo negro. Los fertilizantes fosfatados echan raíces. (10)

Potasio (K): En suelos arenosos, la tasa de aplicación debe ser superior a 80-100 ppm y en suelos arcillosos, más de 135-160 ppm. La falta de potasio hace que las plantas sean muy susceptibles al ataque de hongos, hábito débil. (10)

Otros elementos: Boro (B), magnesio (Mg), azufre (S), molibdeno (Mo) y zinc (Zn). Estos son nutrientes que las plantas pueden carecer o tener en exceso. La deficiencia de boro es muy notoria en la mazorca sin grano en ciertas partes de la misma. (10)

2.2.10.3. Riego

El maíz es un cultivo que necesita unos 5 mm de agua al día. El riego se puede hacer con aspersores y mantas. El método de riego utilizado más recientemente es el riego por aspersión. Los requisitos de agua varían a lo largo del cultivo, se necesita menos agua a medida que las plantas comienzan a germinar, pero se requiere una humedad constante. El periodo de crecimiento vegetativo requiere más agua, se recomienda regar unos 10-15 días antes de la floración. (10)

2.2.10.4. Métodos del sistema de riego

Los cultivos necesitan absorber agua del suelo para crecer y prosperar. La absorción es difícil cuando los niveles de humedad son bajos, por lo que se necesita riego para reemplazarla y ponerla a disposición de las plantas. Existen diferentes métodos de riego. Ninguno es mejor que el otro, pero cada uno se adapta mejor a cada situación específica, a pesar de las diferencias en la eficiencia del agua. (11)

2.2.10.5. Riego por microaspersión

Esto implica el uso de dispositivos (llamados micro aspersores) para rociar agua en forma de una lluvia ligera que distribuye el agua en un radio de hasta 3 metros. Dependiendo de su funcionamiento hidráulico, los dispositivos de microaspersión pueden ser de tubería larga, orificios, remolinos o auto compensantes. El riego por microaspersión es lo mismo que el riego, donde los micro aspersores se diferencian de los diversos tipos de riego tradicional en que el caudal y la presión en cada aspersor son muy bajos. (12)

En suelos gruesos (arenosos), el riego por goteo produce bulbos estrechos y profundos que no son lo suficientemente buenos para el desarrollo de las raíces. Además, el agua se vuelve demasiado profunda, lo que provoca la lixiviación de fertilizantes y la pérdida de agua que las raíces no pueden alcanzar. (12)

2.2.10.6. Características del sistema de riego por microaspersión:

- Cada microspray cubre un área pequeña pero uniformemente humedecida.
- Los componentes tradicionales del sistema de micro irrigación son pequeños y

baratos.

- La instalación del sistema de riego suele ser fija, lo que mejora la eficiencia del riego.
- Los sistemas de microaspersión requieren caudales bajos para funcionar.
- El microsistema de riego es adecuado para el riego de hortalizas, plantas aromáticas, flores y plantas decorativas.
- Costos operativos reducidos en comparación con los sistemas de riego convencionales.
- Se adapta a cualquier terreno y suelo. (12)

2.2.10.7. Ventajas

- El riego es más uniforme que el riego por goteo
- Pruebas más fáciles para solucionar problemas
- Es menos probable que los micro aspersores se obstruyan que los goteros debido a que tienen un diámetro de canal más grande y un flujo de agua más rápido.
- Ahorra energía
- Control visual
- Control de microclima
- Ahorrar agua
- Los patrones de humedad se adaptan al crecimiento de las plantas
- Se controlan las áreas húmedas
- Sistema fijo. (12)

Los micro aspersores están diseñados para proporcionar riego a través de gotas de agua muy finas. Tienen un deflector giratorio, llamado rotor o bailarina, que ayuda a brindar un mayor diámetro de cobertura, menos lluvia radiactiva que los difusores, gotas de mayor tamaño y mejor distribución del agua (especialmente uniformidad). Cada tipo de micro aspersor tiene varios tipos de rotores (bailarinas). (12)

La principal diferencia con la nebulización es que, en lugar de aplicar agua como una neblina, los micro aspersores rocían agua sobre las plantas en pequeños chorros, que a su vez tienen elementos giratorios que distribuyen el agua sobre las superficies. (12)

2.2.10.8. Cosecha

Los granos de maíz se cosechan cuando los granos se han secado a un nivel adecuado. Una vez que se alcanza este punto, el cultivo se puede dejar en el campo para ser cosechado más tarde. En algunos casos, especialmente en climas más templados, los frijoles deben secarse hasta un contenido de humedad del 15 % o menos antes del almacenamiento para mantener la calidad y reducir las posibles micotoxinas, como las aflatoxinas. (21)

2.2.10.9. Funcionamiento del dispositivo Crop Booster

Después de una extensa investigación, los creadores de Crop Booster lograron preservar más de 3000 frecuencias naturales específicas en los microtransmisores que las plantas necesitan para un rendimiento óptimo. Estas frecuencias son transmitidas por el agua

ya que se sabe que es un conductor natural. Los pequeños transmisores se instalan en las tuberías de riego y al pasar por el agua, creando fricción, las plantas transmiten y absorben las frecuencias sin afectar las propiedades químicas del agua. El resultado es una nutrición óptima, procesos metabólicos eficientes y una mejor protección contra objetos externos, ya sean enfermedades o plagas. (3)

2.2.10.10. Ondas de frecuencias naturales

La frecuencia es el número de veces que se repite un evento o proceso en un período de tiempo dado. Por otro lado, en física, una onda es un movimiento periódico que se propaga en el vacío o medio físico. Así, el término frecuencia de onda significa el número de veces que se repite una onda en una unidad de tiempo determinada. Este concepto está relacionado con la longitud de onda, que es la distancia recorrida por una oscilación en un período de tiempo determinado. (3)

La relación entre la frecuencia de onda y la longitud de onda es inversa: cuanto más larga es la longitud de onda, menor es la frecuencia de onda (y viceversa). Cuando más largasea la ola, menos repeticiones. Cuando una onda viaja de un medio a otro, la frecuencia de la onda permanece constante mientras que la longitud de onda y la velocidad cambian. (3)

2.2.10.1. Adaptación del dispositivo Crop Booster en el sistema de riego

- Se hace un corte en la tubería del sistema de riego.
- Donde se instala el sistema con la tecnología Crop Booster.
- Este enviará las frecuencias a las plantas cada vez que fluya el agua a través de él. (3)

2.2.11. Antecedentes de la investigación

El trabajo de investigación titulado “Respuesta del Maíz Híbrido (*Zea mays* L.) dk- 7088 a la fertilización con macronutrientes y micronutrientes en riego por goteo en el Estado Balzar-Guayas” presenta los resultados de estudios experimentales en el área de estudio, los cuales revelan que el maíz híbrido DK 7088 No se han determinado las respuestas a varios tipos complejos y niveles de fertilización, excepto la altura de la planta, el diámetro de la espiga, la longitud de la espiga y el peso de 100 granos, el rendimiento y el volumen de rendimiento, por lo que se puede concluir que el uso oportuno y efectivo de las gotas. Los sistemas de riego son fundamentales para garantizar un estado fisiológico óptimo de los cultivos. (22)

De acuerdo con los resultados del estudio sobre el comportamiento de las características agronómicas de los híbridos de maíz utilizados, se evaluaron algunas variables como días a floración de machos y hembras, número de hileras por época, peso promedio de mazorca, número de granos por mazorca y rendimiento. no difiere significativamente de otros tratamientos, considerando que como testigo también se utilizó riego por goteo (aunque en ambos casos no se incluyó fertilizante en el sistema), factor que aparentemente no fue utilizado por los agricultores como determinante en la obtención de altos rendimientos. (22)

En el Instituto Superior Politécnico de Chimborazo (2021). Los resultados de campo con Crop Booster mostraron una altura promedio de 4,20 m frente a los 2,06 m del testigo, mostrando un mayor desarrollo morfológico; como cultivo normal de esta variedadde maíz forrajero en áreas entre 45 y 50 t/ha, se utilizó la tecnología Crop Booster, que ha llegado a

86 t/ha. Con esta producción, el campo puede aumentar la cantidad de animales que se pueden criar en una misma área. (3)

En Colombia, la capacidad de maíz se ha triplicado. De acuerdo con el protocolo establecido, el maíz se sembró en 2 campos de 1 ha cada uno con las mismas condiciones desuelo y manejo. Después de 60 días y 6 riegos con esta tecnología, los campos con Crop Booster tenían una altura promedio de 2,75 metros, tallos de 2,75 cm de grosor y dos mazorcas por hectárea. En contraste, la parcela de control tenía una altura promedio medida de 0,98 m, un diámetro de tallo de 1,07 cm y cero espigas por planta. MSc. Daniel Hernández, Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, comentó que la diferencia entre el campo tratado y el control fue muy clara, no solo hubo mejor color, tamaño y condición, sino que al medirlo en campo superó el valor del control por hasta 3 veces. (3)

Los estudios en Ibagué, Colombia, mostraron aumentos en el rendimiento con CropBooster instalado en 1 hectárea de maíz a pesar de solo 22 días de germinación y 4 riego por goteo con esta tecnología. Los lotes que contienen Crop Booster producirán un 35 % más de hojas hasta 15 cm más largas. El tallo es grueso, el color es verde oscuro, mejor desarrollo y crecimiento, el sistema radicular y las hojas se ven más abundantes. (3)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante la época seca en el campus “LaMaría” de la Universidad Técnica del Estado de Quevedo, ubicado en el km 7,5 vía a Quevedo el Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, coordenadas geográficas 01°3'18''latitud sur, 79°25'24" de longitud oeste, 75 metros sobre el nivel del mar.

Figura 1

Fotografía satelital del área de estudio Campus La María de la UTEQ



Fuente: Google Earth

Tabla 1

Características climáticas de la zona de estudio

Parámetros	Características
Temperatura media anual	24.9°C
Precipitación media anual	2295.1 mm
Heliofanía promedio anual	870.2 horas
Humedad relativa media anual	84%
Tipo de suelo	Franco arcilloso
Zona ecológica	BH-T
Topografía	Plana

Fuente: Estación Meteorológica “Pichilingue” -INAMHI Serie Multianual 1990- 2021

3.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental y comparativa, contribuyendo a la línea de investigación y el uso de nuevas tecnologías aplicadas en el área agrícola, en donde se evaluó los efectos del dispositivo Crop Booster en el sistema de riego, que se estableció en el cultivo de maíz.

3.3. Método de investigación

Se utilizó el método deductivo para obtener la información general del uso de la tecnología Crop Booster en el sistema de riego por microaspersión en el cultivo de maíz, además se usó el método de observación para realizar el conteo de mazorcas por plantas, bajo la tecnología y sin la tecnología.

3.4. Fuente de recopilación de información

Para el presente estudio se utilizó como fuente primaria, la observación directa, mientras que las fuentes secundarias fueron las siguientes: libros, revistas científicas, tesis, boletines de investigación, etc.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Factores en estudio

Se estudiaron dos factores:

Factor A (Implementación y no implementación del dispositivo Crop Booster)

Factor B (Fertilizantes foliares dos): F0; F1 y F2

3.5.2. Tratamientos en estudio

Con la combinación de los dos factores se establecieron los tratamientos que se detalla a continuación:

T1: (F0 + Crop Booster)
T2: (F1 + Crop Booster)
T3: (F2 + Crop Booster)
T4: (F0 - sin Crop Booster)
T5: (F1 - sin Crop Booster)
T6: (F2 - sin Crop Booster)

3.5.3. *Diseño experimental*

Se empleó el Diseño de Bloques Completo al azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas, correspondiendo a las parcelas principales el sistema Crop Booster y a las subparcelas los fertilizantes foliares en el cultivo de maíz. El ensayo se realizó con 4 repeticiones. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza para determinar la significancia estadística y a las pruebas DMS y Tukey al 95% de probabilidad para la comparación de medias de los factores e interacción, el procesamiento se realizará con el software Infostat

3.5.4. *Esquema del Análisis de Varianza*

El funcionamiento básico de un ANOVA consiste en calcular la media de cada uno de los grupos para a continuación comparar la varianza de estas medias (varianza explicada por la variable grupo, Inter varianza) frente a la varianza promedio dentro de los grupos (la no explicada por la variable grupo, intravarianza). Bajo la hipótesis nula de que las observaciones de los distintos grupos proceden toda la misma población (tienen la misma media y varianza), la varianza ponderada entre grupos será la misma que la varianza promedio dentro de los grupos. Conforme las medias de los grupos estén más alejadas las unas de las otras, la varianza entre medias se incrementará y dejará de ser igual a la varianza promedio dentro de los grupos.

Tabla 2*Esquema de análisis de varianza*

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones	3
Sistema Crop Booster	1
Error (a)	3
Parcelas principales	7
Fertilizantes	2
Interacción (Sistema x fertilizantes)	2
Error experimental	12
Total	23

3.5.5. Delineamiento experimental

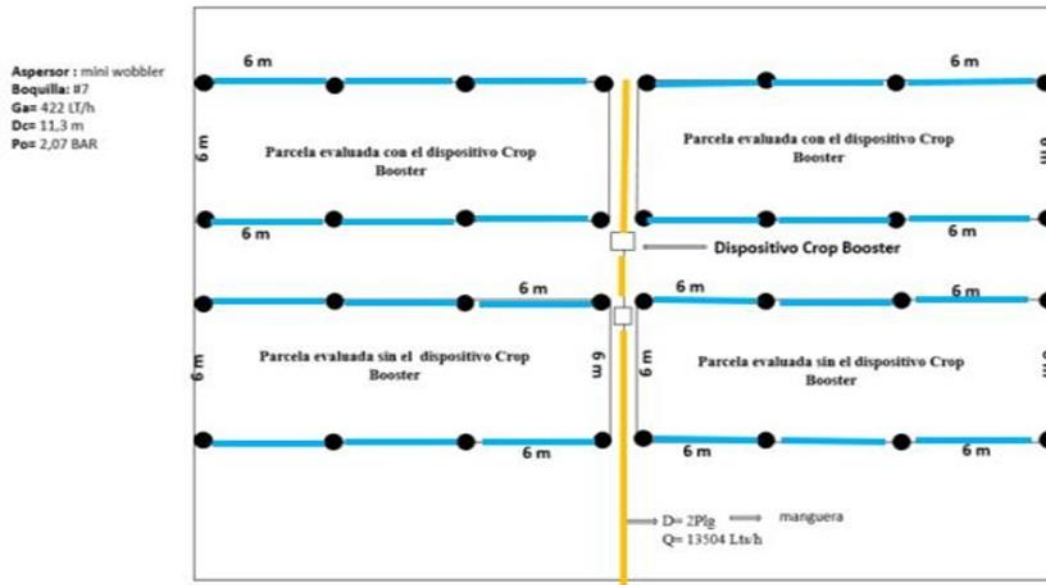
En la siguiente tabla indica el delineamiento de la parcela experimental con los valores más relevantes:

Tabla 3*Delineamiento de la parcela*

Características	Cantidad
Área total	507.50 m ²
Área útil total	192.0 m ²
Área de la subparcela	16.0 m ²
Área útil de la subparcela	8.0 m ²
Distancia de Siembra	0.80 X 0.20 cm
Hileras por subparcelas	4
Hileras útiles por subparcelas	2

Figura 2

Diseño agronómico del sistema de riego



3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Manejo del experimento

3.6.1.1. Preparación del terreno

Se realizó la limpieza de rastrojos y malas hierbas con azadón, con un rastrillo se niveló el terreno dejándolo listo para la siembra. Se aplicó también cal agrícola para desinfectar el suelo.

3.6.1.2. Siembra

Se realizó de forma directa ubicando 2 semillas por sitio, a una distancia entre plantas de 20 cm y entre hileras de 80 cm

3.6.1.3. Fertilización

Se aplicó una fertilización básica con NPK 8-20-20 en dosis de 200 kg/ha en base a recomendación de la ficha técnica del producto, aplicado a los 20 días en el inicio de la etapa vegetativa en toda la plantación.

Se incorporó en el suelo lo más cercano de la raíz para que este sea absorbido, también se aplicó dos fertilizantes foliares (Green master 10cc/20lt agua; Fitoamin 30cc/20lt agua, y uno sin fertilizante) como complemento a la fertilización edáfica, las dosis aplicadas fueron en base a recomendación en la ficha técnica del producto.

3.6.1.4. Control de maleza

Se realizó el control de malezas o deshierba cada 8 días, retirándose de forma manual con ayuda de azadón, machete y rastrillo.

3.6.1.5. Control fitosanitario

Se aplicó AttaKill para el control de hormigas previo a los días de la siembra. También se usó un insecticida como un preventivo para el control del gusano cogollero.

3.6.1.6. Riego

Se utilizó el sistema de riego por microaspersión, el cual ya estaba instalado en el área experimental, la frecuencia del riego que se aplicó fue pasando 1 día, encendiendo el sistema por una hora y media, supliendo las necesidades hídricas del cultivo de 4.16 mm/día, esto se calculó de manera manual mediante la fórmula de intervalo de riego.

El intervalo de riego depende de la lámina de agua aprovechable LA_{zr} (mm), del porcentaje del área bajo riego, Par, y del consumo diario del cultivo ET_c (mm/día).

$$\text{Ir (días)} = \frac{\text{LA}_{\text{zr}} (\text{mm}) * \text{Par} (\%)}{\text{ET}_{\text{c}} (\text{mm/día}) * 100}$$

Dónde:

Ir: intervalo de riego, (días).

LA_{zr}: lámina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva, (mm/zr).

Par: porcentaje del área bajo riego, (%).

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal.

3.6.1.7.Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica en cada uno de los tratamientos en estudio.

3.6.2. Registro de datos y formas de evaluación

3.6.2.1.Altura de planta

Se registró en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela útil, se midieron desde el nivel del suelo hasta la espiga, empleando un flexómetro para luego promediar los valores

3.6.2.2.Número de días a la etapa de floración

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas presentaron flores, dentro del área útil de cada parcela experimental, las cuales se mostraron en el día 52 en las parcelas con aplicación de la tecnología Crop Booster a diferencia de las parcelas sin la tecnología Crop Booster que se presentaron en el día 61.

3.6.2.3.Números de días a la etapa de maduración

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra, hasta cuando las plantas presentaron sus primeras mazorcas dentro del área útil de cada parcela experimental, en la parcela con aplicación de la tecnología Crop Booster se presentó en el día 92, a diferencia de la parcela sin aplicación de la tecnología Crop Booster donde se notó en el día 105.

3.6.2.4.Longitud del Fruto

Se tomó en cada parcela y se midió el largo de 10 mazorcas tomadas al azar, midiendo desde la base hasta el cierre de mazorca, su promedio se expresó en cm.

3.6.2.5.Diámetro de mazorca (cm)

En las mismas mazorcas de la variable longitud se tomó el diámetro en el tercio medio, midiendo con la ayuda de un calibrador y su promedio se expresó en cm.

3.6.2.6. Número de hileras por mazorca

En las mismas mazorcas de la variable longitud se realizó el conteo de las hileras de cada mazorca y se estableció un promedio por cada uno de los tratamientos estudiados.

3.6.2.7. Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento se determinó por el peso total del grano proveniente del área útil de cada parcela experimental y luego se transformó a kg/ha.

3.7. Tratamiento de los Datos

Se registraron en una agenda de notas todos los datos obtenidos de la investigación, posterior a ello se trasladó a una hoja de cálculo de Excel para ordenar y promediar los valores, se efectuó el análisis de la varianza (ANOVA) y para comparar las medias obtenidas por cada tratamiento, se empleó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), a través del software estadístico InfoStat.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos Humanos

- Director del Proyecto de Investigación.
- Estudiante responsable del proyecto de investigación.

3.8.2. Material Genético

Maíz híbrido Trueno NB 7443

3.8.3. Material de Campo

- Semillas
- Rollos de piolas
- Flexómetro
- Rastrillo
- Pala
- Bomba de mochila
- Machete
- Dispositivo Crop Booster

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

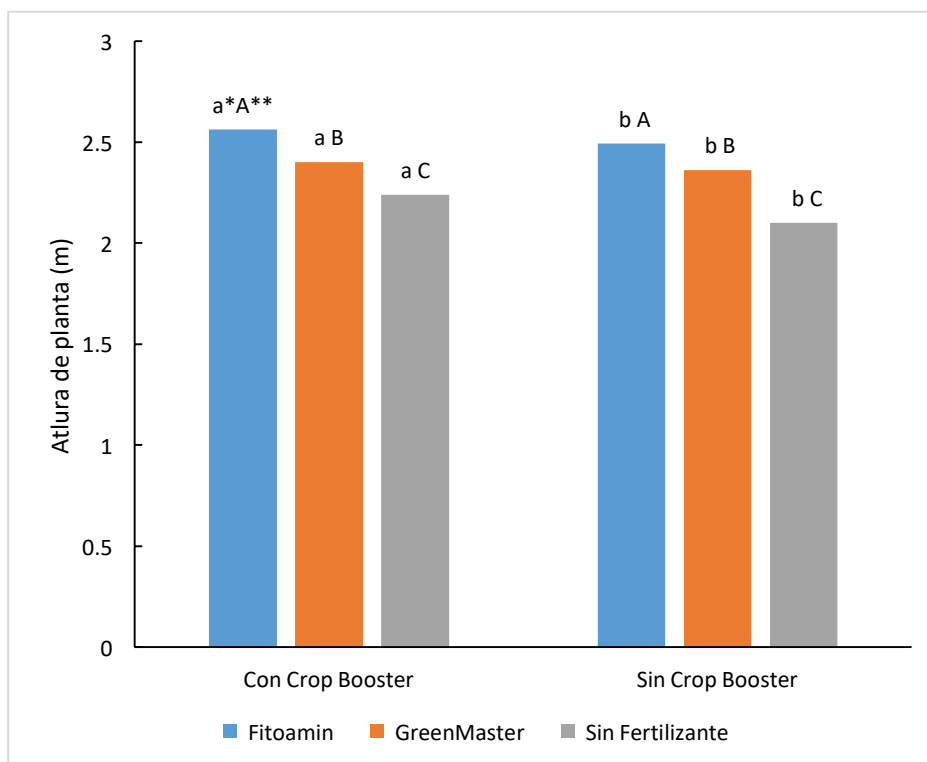
4.1. Resultados

4.1.1. Altura de planta

En la figura 3, nos indica los datos de altura de las plantas de maíz evaluadas en el día 100 después de la siembra, según el análisis de varianza los tratamientos mostraron alta significancia con el uso de la tecnología Crop Booster, el fertilizante Fitoamin tuvo un valor de media 2.56 m siendo el que mejor desempeño obtuvo en la variable evaluada, mientras que el Green Master tuvo un valor de media de 2.40 m, Sin fertilizante foliar obtuvo un valor de media de 2.24 m. Los tratamientos fuera de la tecnología (Sin Crop Booster) no tuvieron diferencias significativas notables, pero resaltaron todos, el tratamiento con el fertilizante fitoamin obtuvo un valor de media de 2.49 m, para el fertilizante Green Máster obtuvo un valor de media de 2.36 m. Sin fertilizante foliar obtuvo un valor de media de 2.12 m.

Figura 3

Altura de plantas en maíz, de la interacción entre tecnología Crop Booster y fuente de fertilizante



*Letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre tecnología Crop Booster ($\alpha = 0.05$).

**Letras mayúsculas diferentes indican diferencia significativa entre fertilizantes ($\alpha = 0.05$).

4.1.2. Número de días a la etapa de floración

Para conocer el efecto que se dio entre los tratamientos y el dispositivo crop booster se tomó en cuenta el tiempo transcurrido de la fecha de siembra hasta los días de floración, se consideró que las plantas tengan un 50 % total de presencia de flores para la toma de datos.

De acuerdo con la tabla 5 los tratamientos con el dispositivo Crop Booster florecieron a los 52 días después de la siembra. El tratamiento testigo (sin crop booster) le tomó más días para alcanzar el 50% de la etapa de floración lo cual se dio a los 61 días después de la siembra.

Tabla 5

Número de días transcurridos hasta la etapa de floración

Tratamientos fertilizantes + (CB)	Floración n %	Día de siembra	Fecha de floración	Días transcurridos
Fitoamin	50	30-06-2022	20-08-2022	52
Green master	50	30-06-2022	20-08-2022	52
Sin fertilizante	50	30-06-2022	20-08-2022	52

Fertilizante - sin dispositivo (CB)	Floración n	Día de siembra	fecha de floración	Días transcurridos
Fitoamin	50	30-06-2022	29-08-2022	61
Green máster	50	30-06-2022	29-08-2022	61
Sin fertilizante	50	30-06-2022	29-08-2022	61

4.1.3. Números de días a la etapa de maduración

Se tomó en cuenta el número de días transcurridos, desde el día después de la siembra hasta el día que todas las plantas de la parcela útil tengan el 50% de presencia de mazorcas en etapa de maduración.

En la tabla 6, muestra que los tratamientos con el dispositivo Crop Booster alcanzaron el 50 % a los 92 días después de la siembra, mientras que los tratamientos sin el dispositivo crop booster le tomo 105 días de diferencia para tener el 50% de maduración de mazorcas.

Tabla 6

Número de días transcurridos a la etapa de Maduración

Tratamientos fertilizantes + (CB)	Maduración %	Día de siembra	Fecha de maduración	Días transcurridos
Fitoamin	50	30-06-2022	20-08-2022	92
Green master	50	30-06-2022	20-08-2022	92
Sin fertilizante	50	30-06-2022	20-08-2022	92
Fertilizante - sin dispositivo (CB)	Maduración %	Día de siembra	Fecha de maduración	Días transcurridos
Fitoamin	50	30-06-2022	29-08-2022	105
Green máster	50	30-06-2022	29-08-2022	105
Sin fertilizante	50	30-06-2022	29-08-2022	105

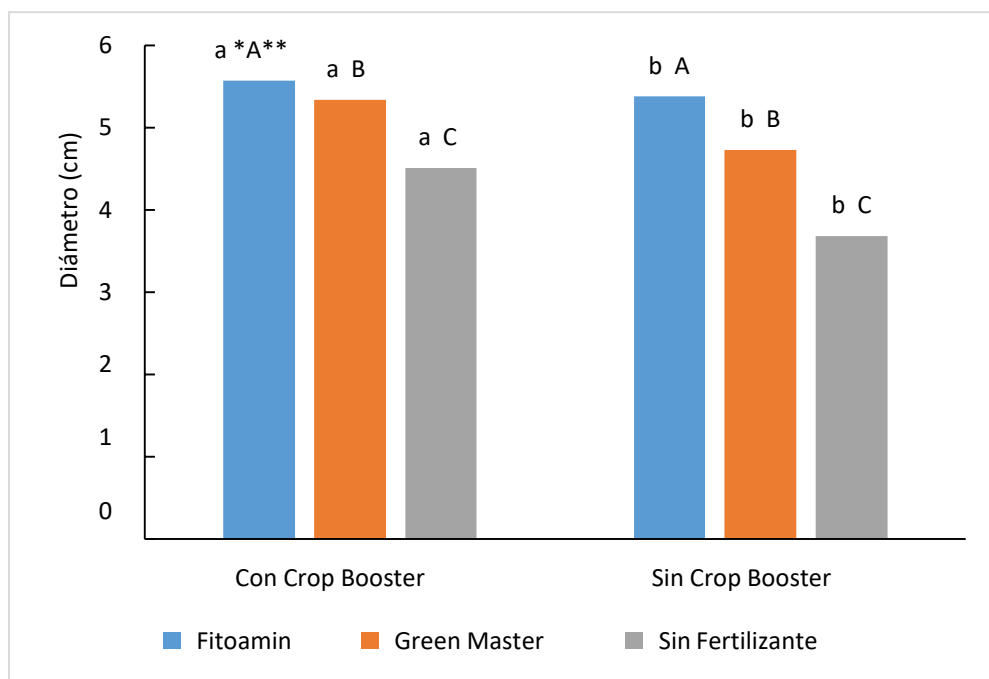
4.1.4. Diámetro de mazorca

La figura 4, demuestra los tratamientos estudiados de la variable evaluada, con el dispositivo crop booster que mejor respuesta obtuvo, fue con la aplicación del fertilizante foliar Fitoamin dando 5.5 cm de diámetro, considerándose como diferencia significativa entre fertilizantes.

Por otro lado, el fertilizante Green Master demostró un valor de media de 5.3 cm de diámetro siendo estos los mejores. Los tratamientos sin el dispositivo crop booster que mejor desempeño demostraron fue con el fertilizante foliar Fitoamin dando 5.2 cm de diámetro, y el tratamiento con el fertilizante foliar Green Máster obtuvo 4.6 cm de diámetro

Figura 4

Diámetro de mazorcas de maíz, de la interacción entre tecnología Crop Booster y fuente de fertilizante



*Letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre tecnología Crop Booster ($\alpha = 0.05$).

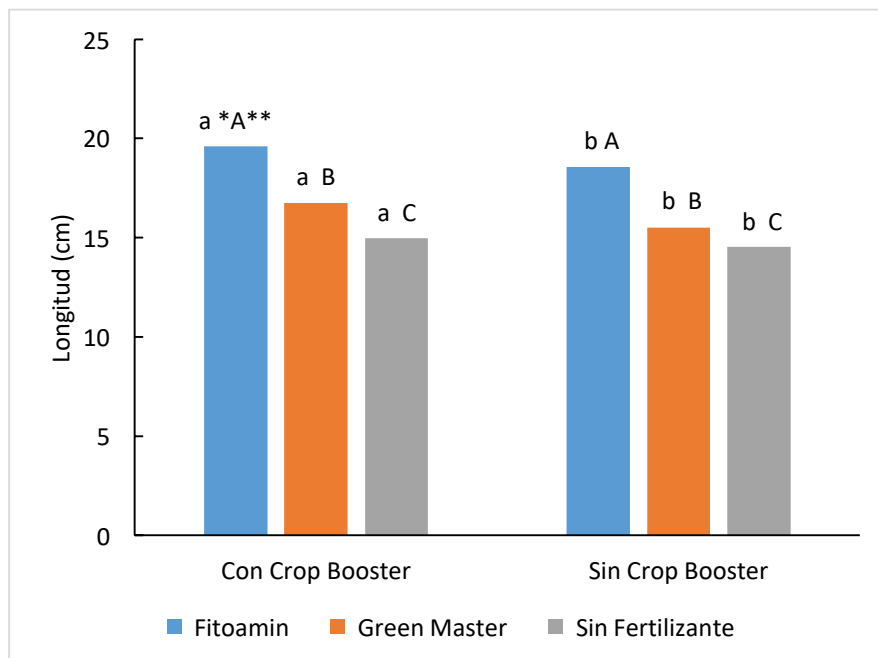
**Letras mayúsculas diferentes indican diferencia significativa entre fertilizantes ($\alpha = 0.05$).

4.1.5. Longitud de Mazorca

La figura 5, indica la longitud de mazorcas evaluadas, según el análisis de varianza los tratamientos que demostraron diferencias significativas para el fertilizante Fitoamin dentro de la tecnología crop booster la cual tuvo una media de 19.61 cm, por otro lado, el tratamiento con Green Master obtuvo una media de 16.75 cm dentro de la tecnología, los tratamientos sin crop booster que mejor desempeño obtuvieron se dio con el fertilizante Fitoamin con valor de media de 18.58 cm. A diferencia del tratamiento con Green Master que obtuvo un valor de media de 15.52 cm. El tratamiento testigo (sin fertilizante) se comprueba que no hubo diferencias significativas con el uso de la tecnología Crop Booster con un valor de media de 14.97 cm, y sin Crop Booster un valor de media de 14.52 cm de longitud.

Figura 5

Longitud de mazorcas de maíz, de la interacción entre tecnología Crop Booster y fuente de fertilizante.



*Letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre tecnología Crop Booster ($\alpha = 0.05$).

**Letras mayúsculas diferentes indican diferencia significativa entre fertilizantes ($\alpha = 0.05$).

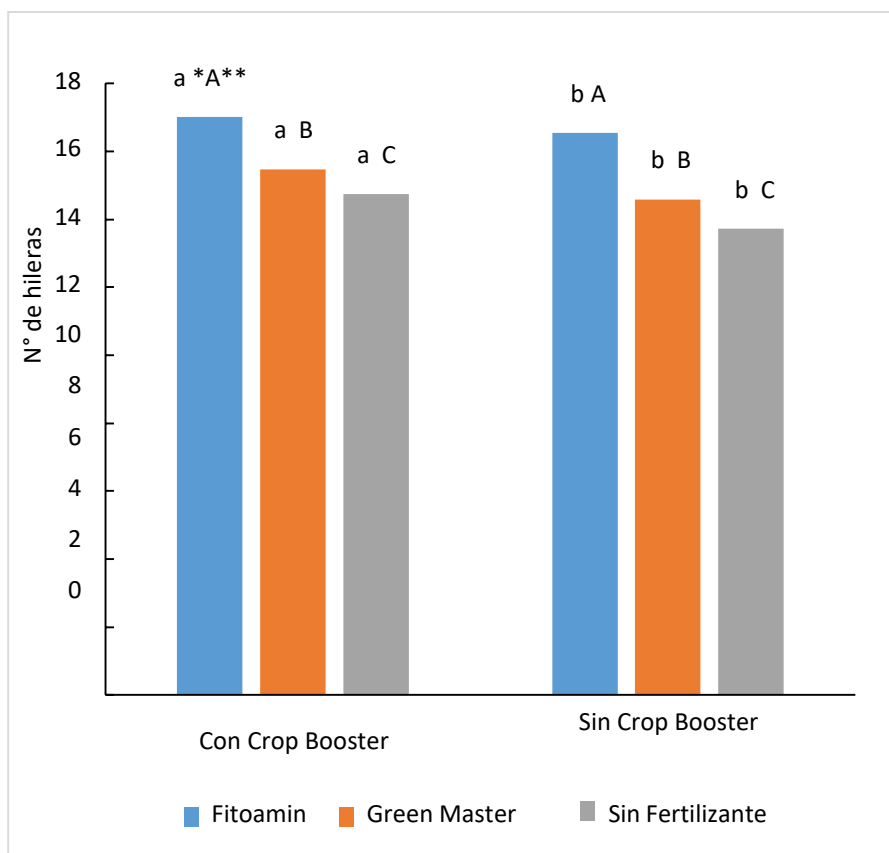
4.1.6. Número de hileras/mazorca

La figura 6, demuestra el número de hileras/mazorca obtenida en la investigación, según el análisis de varianza los tratamientos que mostraron diferencias significativas con la tecnología crop booster son, el fertilizante Fitoamin el cual obtuvo una media de 17 hileras/mazorca, y el fertilizante Green Master con una media de 15 hileras/mazorca siendo los que mejor desempeño obtuvo en la variable evaluada.

Los tratamientos sin la tecnología crop booster que mejor desempeño obtuvo fueron el fertilizante Fitoamin con valor de media de 16 hileras/mazorca, el tratamiento con fertilizante Green Master con un valor de media de 14 hileras/mazorca. El tratamiento testigo (sin fertilizante) en el cual se comprueba que no hubo diferencias significativas dando como resultado un valor de media con el uso de Crop Booster de 14 hileras/mazorca, sin el uso de Crop Booster un valor de media de 13 hileras/mazorca.

Figura 6

Número de hileras por mazorcas de maíz, de la interacción entre tecnología Crop Boostery fuente de fertilizante



*Letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre tecnología Crop Booster ($\alpha = 0.05$).

**Letras mayúsculas diferentes indican diferencia significativa entre fertilizantes ($\alpha = 0.05$).

4.1.7. Peso del grano/mazorca (gr)

Se registró el peso de todos los granos obtenidos de cada mazorca evaluada, la unidad de medida usada fue el gramo. De acuerdo al análisis de varianza realizado se observó diferencia significativa de los tratamientos como se demuestra en la figura 7 con el dispositivo Crop Booster fue el tratamiento que mayor peso de grano/mazorca obtuvo, con un valor de media de 282.13 gr variedad, mientras que el tratamiento testigo sin el dispositivo Crop Booster, no obtuvo mayor resultado con un valor de media 278.62 gr de peso de grano/mazorca

Figura 7

Peso del grano por mazorcas de maíz, de la tecnología Crop Booster

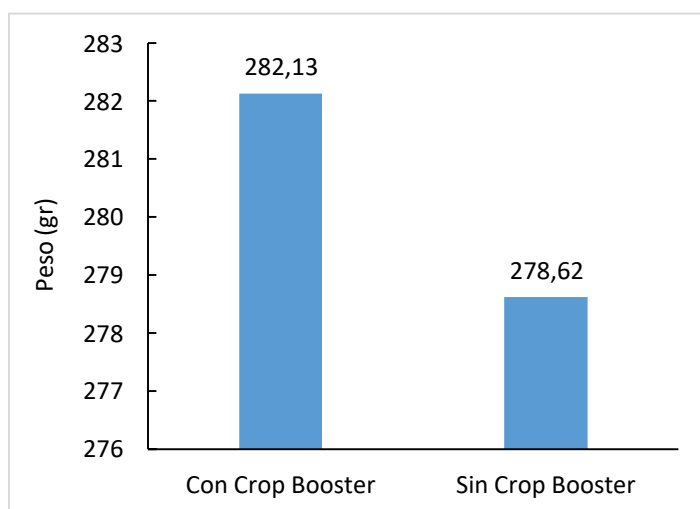
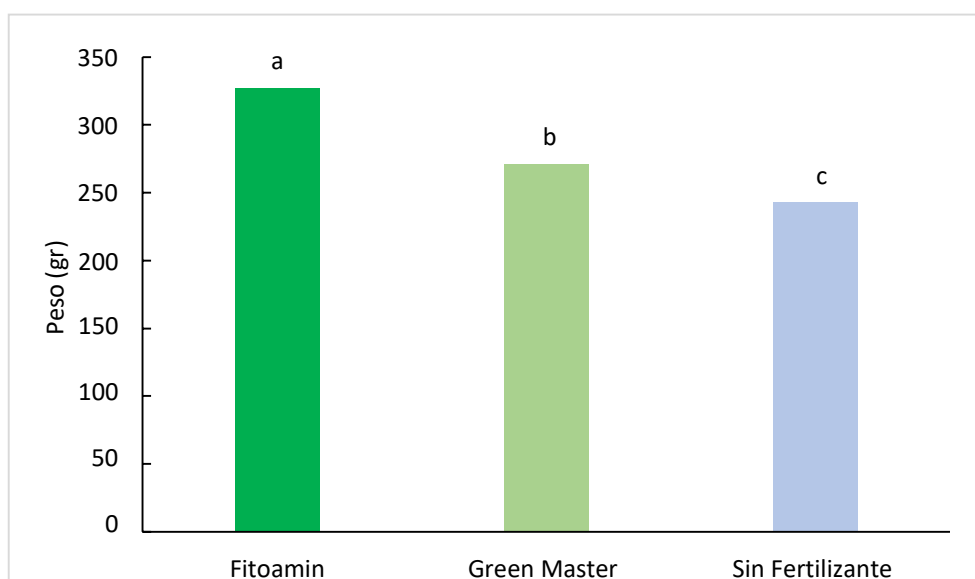


Figura 8

Peso del grano por mazorcas de maíz, de Fertilizantes



*Letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre Fertilizantes ($\alpha = 0.05$).

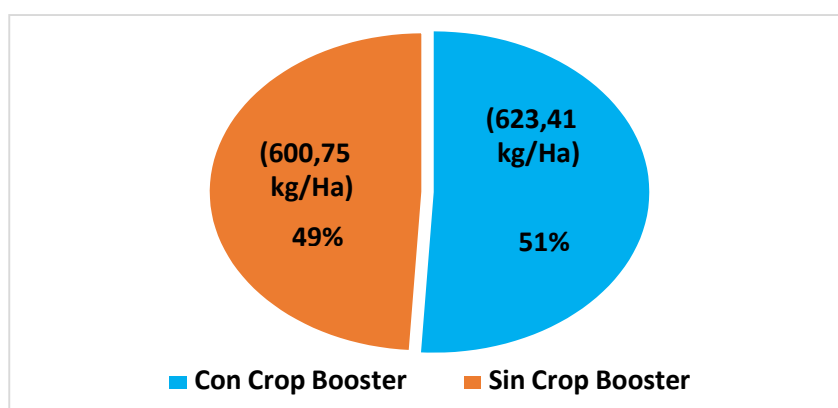
La figura 8, demuestra los datos obtenidos, de acuerdo al análisis de varianza de los tratamientos en estudio, el cual nos indica que el tratamiento con fertilizante Fitoamin obtuvo un valor de media de 327.28 gr peso de grano/mazorca, el tratamiento con fertilizante Green Master obtuvo un valor de media de 271.00 gr peso de grano/mazorca, denotando diferencia significativas entre ambos tratamientos, el tratamiento testigo (Sin Fertilizante) obtuvo un valor de media de 242.84 gr peso de grano/mazorca.

4.1.8. Incremento porcentual del rendimiento con fertilizante Fitoamin

El incremento porcentual del tratamiento con fertilizante foliar Fitoamin fue del 51% equivalente a 623,41 kg/Ha obtenido en el rendimiento, a diferencia del testigo (Sin Crop Booster) que denotó el 49% equivalente a 600,75 kg/Ha de incremento, demostrando así la efectividad del dispositivo en interacción con el fertilizante destacando en ambas partes.

Figura 9

Incremento porcentual del rendimiento con fertilizante Fitoamin

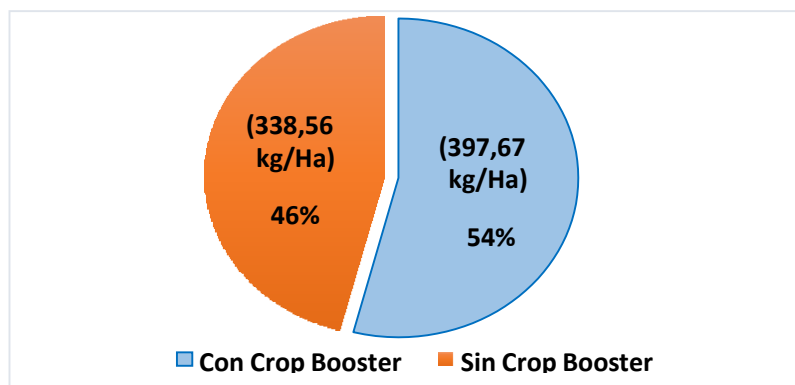


4.1.9. Incremento porcentual del rendimiento con fertilizante Green master

La interacción del tratamiento con el dispositivo Crop Booster más el fertilizante foliar Green Master fue del 54% equivalente a 397,67 kg/Ha como se muestra en la figura10, el testigo (Sin Crop Booster) alcanzó el 46% equivalente a 338,56 kg/Ha. El uso del dispositivo demostró mayor incidencia.

Figura 10

Incremento porcentual del rendimiento con fertilizante Green Master

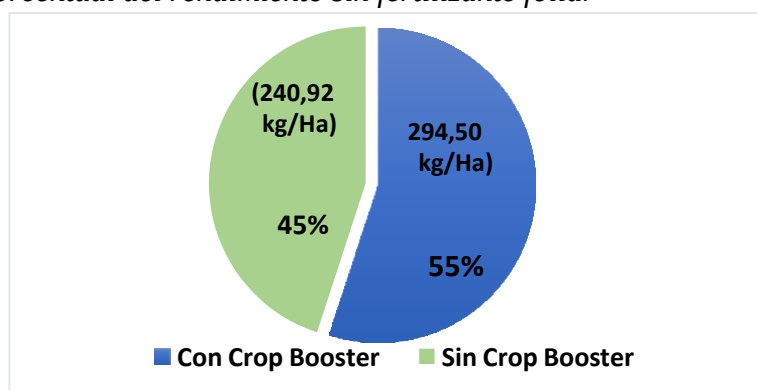


4.1.10. Incremento porcentual del rendimiento sin fertilizante foliar

El tratamiento sin aplicación de fertilizante foliar demostró el 55% equivalente a 294,50 kg/Ha, superando en mayor porcentaje al tratamiento testigo (Sin Crop Booster) que obtuvo el 45% equivalente a 240,92 kg/Ha. Demostrando que el uso de la tecnología destacó de manera óptima

Figura 11

Incremento porcentual del rendimiento sin fertilizante foliar

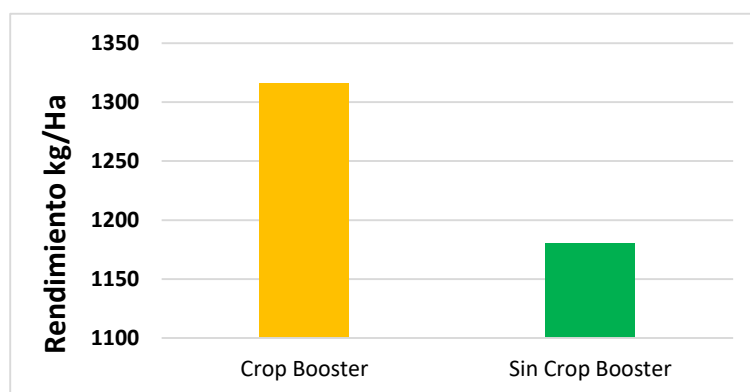


4.1.11. Rendimiento (kg/ha)

Se obtuvo el rendimiento de las interacciones generada con el dispositivo Crop Booster, entre los tratamientos de acuerdo a la figura 11. con un promedio de 1315,58 kg/Ha para los tratamientos con el dispositivo, mientras que el tratamiento testigo (Sin Crop Booster) nos dio un promedio de 1180,23 kg/Ha, siendo el tratamiento que menor rendimiento obtuvo.

Figura 12

Rendimiento (kg/ha)



4.1.12. Análisis económico

En la tabla 7, se representa el análisis económico del rendimiento alcanzado por cada tratamiento, en función del costo de cada uno. El tratamiento 1 (Crop Booster + Fitoamin) obtuvo el mayor rendimiento 623,41 kg/Ha, generando el mayor ingreso bruto con \$ 436,39 a un costo total de \$1328,98 y rentabilidad de 67,16%.

El tratamiento 2, (Crop Booster + Green Master) obtuvo un rendimiento de 397,67 kg/Ha, generando como ingreso bruto \$ 278,37 a un costo total de \$ 1103,18 y rentabilidadde 74,77 %. Siendo los que mayor diferencia significativa obtuvieron con el uso de la tecnología Crop Booster.

El tratamiento 4, (Sin Crop Booster + Fitoamin) obtuvo un rendimiento de 600,75 kg/Ha generado como ingreso bruto de \$ 420,53 a un costo total de \$ 1304,65 y rentabilidad de 67,77 %. El Tratamiento 5 (Sin Crop Booster + Green Master) obtuvo el rendimiento de 338,56 kg/Ha, generando un ingreso bruto de \$ 236,99 a un costo total de \$1042,40 y rentabilidad de 77,26 %. Demostrando diferencias significativas sin uso del Crop Booster

Tabla 7

*Análisis económico del rendimiento del cultivo de maíz (**Zea mays L.**), con y sin la tecnología Crop Booster*

Tratamientos	Rendimiento (kg/Ha)	Ingreso Bruto	Costo total \$	Beneficio Neto	Relación B/C	Rentabilidad %
T1 (Crop Booster + Fitoamin)	623,41	436,39	1328,98	892,59	3,05	67,16
T2 (Crop Booster + green master)	397,67	278,37	1103,18	824,81	3,96	74,77
T3 (crop booster + sin fertilizante)	294,50	206,15	999,80	793,65	4,85	79,38
T4 (Sin Crop Booster + Fitoamin)	600,75	420,53	1304,65	884,13	3,10	67,77
T5 (Sin Crop Booster + green master)	338,56	236,99	1042,40	805,41	4,40	77,26
T6 (Sin Crop Booster + sin fertilizante)	240,92	168,64	944,55	775,91	5,60	82,15

% de Humedad en cosecha: 20%

Precio de venta kg: \$ 0,70

Costo Dispositivo Crop Booster: \$ 1000/Ha

4.2. Discusión

De acuerdo con los resultados del presente trabajo de investigación en el Cantón Mocache, se puede establecer que al utilizar el fertilizante foliar Fitoamin 30cc/20lt de agua, más el dispositivo Crop Booster en el sistema de riego, correspondiente al tratamiento T1 (Crop Booster + Fitoamin), La altura de las plantas de maíz evaluadas manifestaron diferencias significativas, con resultado de 2.56 m. de altura promedio, obteniendo un rendimiento de 623,41 kg/Ha.

En base al estudio realizado por el autor Marcillo (2013), respuestas del híbrido de maíz DK 7088 a los diferentes tipos y niveles de fertilización compleja, El híbrido en mención al utilizar la dosis de 250 kg/Ha del fertilizante YaraMila, correspondiente al tratamiento 4, el maíz híbrido Dekalb 7088 alcanzó una estatura promedio de 2,45m y una altura promedio de inserción de mazorca de 1,36 m, logrando un rendimiento máximo de 224 qq/ha.

El autor Orgánico latam (2021), alega los resultados en el campo con Crop Booster tiene una altura promedio de 4.20 m., comparado con el testigo que es de 2.06 mts., lo que muestra un mayor desarrollo morfológico; siendo la producción regular de esta variedad de maíz en la zona entre 45 a 50 Ton/Ha., con la tecnología Crop Booster se han logrado 86 Ton/Ha. Con esta producción este campo puede aumentar la cantidad de animales que puede alimentar con la misma área sembrada, cabe recalcar que este cultivo no es cosechado en mazorca, más bien se utiliza la planta en estado vegetativo como forraje

En cuanto a los rendimientos de cosecha de las plantaciones de maíz, Marcillo (2013), afirma que para elevar estos, debe usarse semillas mejoradas y certificadas, pero no recicladas, además de lo decisivo de una buena fertilización, el cumplimiento de estos factores es ratificado por los técnicos, pero 52 de ellos adicionan los buenos controles de malezas y fitosanitario, aunque, ninguno menciona la incidencia del recurso agua.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la variable peso de grano/mazorca (gr) con la implementación del dispositivo Crop Booster obtuvo un promedio de 282,13 gr, superando al testigo (sin dispositivo crop booster), a diferencia del estudio realizado por Marcillo (2013), el cual manifestó un promedio general de 223 gr, con el uso de fertilizante YaraMila en dosis de 250kg/Ha. Sin embargo, el tratamiento con fertilizante foliar Fitoamin a 30cc/20Lt alcanzó un promedio general de 327,28 gr.

Los datos obtenidos en la variable longitud de mazorca con el uso de la tecnología crop booster más el fertilizante foliar Fitoamin, alcanzó un promedio general de 19,61 cm. El testigo (sin dispositivo crop booster) obtuvo un promedio de 18,58cm. Superando a los valores obtenidos por Marcillo (2013), divulgando un promedio de 14,67cm de longitud.

Los resultados expuestos en la variable investigada de diámetro de mazorca alcanzaron un promedio general de 5,57cm para el tratamiento 1 con el dispositivo Crop Booster + Fitoamin. Afirmando lo expuesto por Marcillo (2013), que obtuvo un promedio general de diámetro de mazorca de 5 cm. Todos los tratamientos tuvieron un buen diámetro de mazorca diferenciándose del testigo que presentó un valor de 4,50 cm de diámetro de mazorca.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones

- La implementación del dispositivo Crop Booster más la fertilización foliar con el producto Fitoamin, en dosis de 30cc/20lt de agua, la planta demostró una altura promedio de 2.56 m, obteniendo un rendimiento de 623,41 kg/Ha.
- Los tratamientos con el dispositivo Crop Booster en la variable floración se dio a los 52 días después de la siembra. El tratamiento testigo (sin crop booster) le tomó más días para alcanzar el 50% de la etapa de floración. En cuanto al rendimiento se obtuvo un promedio de 1315,58 kg/Ha para los tratamientos con el dispositivo, mientras que el tratamiento testigo (Sin Crop Booster) nos dio un promedio de 1180,23 kg/Ha siendo el tratamiento que menor rendimiento obtuvo.
- En el análisis económico se obtuvo que el uso del dispositivo Crop Booster más el fertilizante foliar Fitoamin consiguió la mayor rentabilidad con 67.16%, para el tratamiento con Green master alcanzó un 74.77%. Siendo los mejores dentro de la tecnología. Por otro lado, el tratamiento sin dispositivo CropBooster + Fitoamin alcanzó un 67.77%, el tratamiento con Green Master denoto el valor 77.26 % de rentabilidad siendo los de mejor desempeño fuera de la tecnología.
- La siembra de maíz con la población de 62500 plantas por hectárea más el dispositivo Crop Booster y el uso de fertilizantes foliares, dejando una alta productividad y rentabilidad que permitirá al productor, con la venta del primer ciclo de producción alcanzara una rentabilidad satisfactoria que lo faculta para un incremento de su superficie, a partir de una hectárea como tamaño mínimo de producción comercial, con lo que optimizarán sus ingresos y calidad de vida.

5.2.Recomendaciones

- Proponer u incentivar la realización de más investigaciones tomando en cuenta el rendimiento en cuanto a producción, con el uso de la tecnología Crop Booster u otras tecnologías destinadas para su uso en el sistema de riego, más el uso de otros fertilizantes ya sea incorporado al suelo o aplicados de manera foliar en el cultivo maíz u otros cultivos.
- Aplicar el fertilizante foliar Fitoamin más el dispositivo Crop Booster aumentando las dosis utilizadas, para la evaluación y obtención de otros rendimientos y resultados en otros cultivos.
- Incentivar el uso de nuevas tecnologías destinadas para la mejora del agro, la producción y manejo integrado de todo tipo de cultivos, permitiendo adquirir nuevas experiencias y resultados.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Todo riego. Riego por microaspersión. [Online]; 2019. Acceso 10 de abril de 2022. Disponible en: <http://www.todorigo.com.ar/w/index.php/en/blog/item/152-riego-por-%20microaspersion#:~:text=Consiste%20en%20aplicar%20agua%20en,orificio%2C%20%20de%20>
2. Swissmex. Fertilización foliar. [Online]; 2019. Acceso 05 de mayo de 2022. Disponible en: <https://www.swissmex.com/PortalWeb/noticias/fertilizaci%C3%B3n-foliar/>.
3. Organiko Latam. Tecnología crop booster. [Online]; 2021. Acceso 10 de mayo de 2022. Disponible en: <https://organikolatam.com/tecnologia/>.
4. InaturalistEC. Taxonomía Zea mays. [Online].; 2017. Acceso 17 de mayo de 2022. Disponible en: <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/48448-Zea-mays>.
5. Ortega IS. ASPECTOS BOTÁNICOS Y TAXONÓMICOS DEL MAÍZ. Revista botánica. Madrid: Facultad de Biología, Universidad Complutense, Biología Vegetal I (Fisiología Vegetal).ISSN: 1989-3620.
6. Yara. Principios agronómicos maíz. [Online]; 2018. Acceso 23 de mayo de 2022. Disponible en: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/maiz/principios-agronicos/#:~:text=La%20mayor%20producci%C3%B3n%20del%20ma%C3%ADz,m%C3%A1s%20alto%20de%20los%20cereales>.
7. Rea E. Infoagro. [Online]; 2016. Acceso 4 de junio de 2022. Disponible en: <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>.
8. Demin P. Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. Revista sistemas de riego. Catamarca: Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria. ISBN 978-987-521-512-2.
9. Novagric. Riego por microaspersión. [Online]; 2019. Acceso 14 de junio de 2022. Disponible en: <https://www.novagric.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-microaspersion>.
10. León ITAdCy. Ingeniería del Riego. Artículo técnicos. España: Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León, Ingeniería.
11. Angella G. Conceptos básicos de las relaciones suelo- agua- planta. Divulgación científica. Argentina: Estación Experimental Santiago del Estero, Curso de actualización técnica de riego. ISSN: 1850-4086.
12. InfoAgro México. Necesidades de agua de riego. [Online], México; 2017. Acceso 29 de junio de 2022. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/necesidades-de-agua-de-riego/>.
13. Reyes C. Los requerimientos hídricos del maíz. Revista de agricultura. INIFAP Valle del Fuerte, Investigación.

14. Proain. La humedad del suelo y como monitorearla. [Online]; 2021. Acceso 03 de julio de 2022. Disponible en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/la-humedad-del-suelo-y-como-monitorearla>.
15. Yara México. Suelos y encalado. [Online]; 2019. Acceso 13 de julio de 2022. Disponible en: <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/maiz/suelos-y-encalado/#:~:text=El%20uso%20de%20cal%20para,la%20toxicidad%20para%20las%20plantas>.
16. Ochoa VEM. revistas.unal.edu.co/. [Online]; 2012. Acceso 14 de julio de 2022. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/31251/43362>.
17. EcuRed. Capacidad de campo y Punto de marchitez. [Online]; 2019. Acceso 14 de julio de 2022. Disponible en: https://www.ecured.cu/Capacidad_de_campo_y_Punto_de_marchitez.
18. Infoagronomo. ¿Qué es la Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente? [Online]; 2021. Acceso 24 de julio de 2022. Disponible en: <https://infoagronomo.net/capacidad-de-campo-y-punto-de-marchitez-permanente/>.
19. Fernandes AZ. ¿Qué es la evaporación? [Online]; 2018. Acceso 08 de agosto de 2022. Disponible en: <https://www.significados.com/evaporacion/>.
20. Intagri. La Evapotranspiración de los Cultivos. [Online]; 2020. Acceso 08 de agosto de 2022. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-evapotranspiracion-de-los-cultivos#:~:text=Uno%20de%20los%20par%C3%A1metros%20m%C3%A1s,Ambos%20procesos%20ocurren%20simult%C3%A1neamente>.
21. Portillo C. Evapotranspiración. [Online]; 2017. Acceso 20 de agosto de 2022. Disponible en: <https://www.meteorologiaenred.com/evapotranspiracion.html>.
22. Hidalgo M. RESPUESTA DEL HÍBRIDO DE MAÍZ (Zea mays L.). Tesis de pregrado. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Agronomía.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo A. Limpieza del Terreno



Anexo B. Determinación de Capacidad de campo del suelo



Anexo C. Preparación del terreno previa a la siembra



Anexo D. Instalación del Dispositivo Crop Booster



Anexo E. Siembra directa en el área experimental



Anexo F. Emergencia de las primeras plantas



Anexo G. *Limpieza manual de maleza*



Anexo H. *Aplicación de fertilizante foliar Fitoamin al Tratamiento*



Anexo I. *Limpieza manual con machete en el cultivo antes de aplicación*



Anexo J. *Aplicación de segunda fertilización*



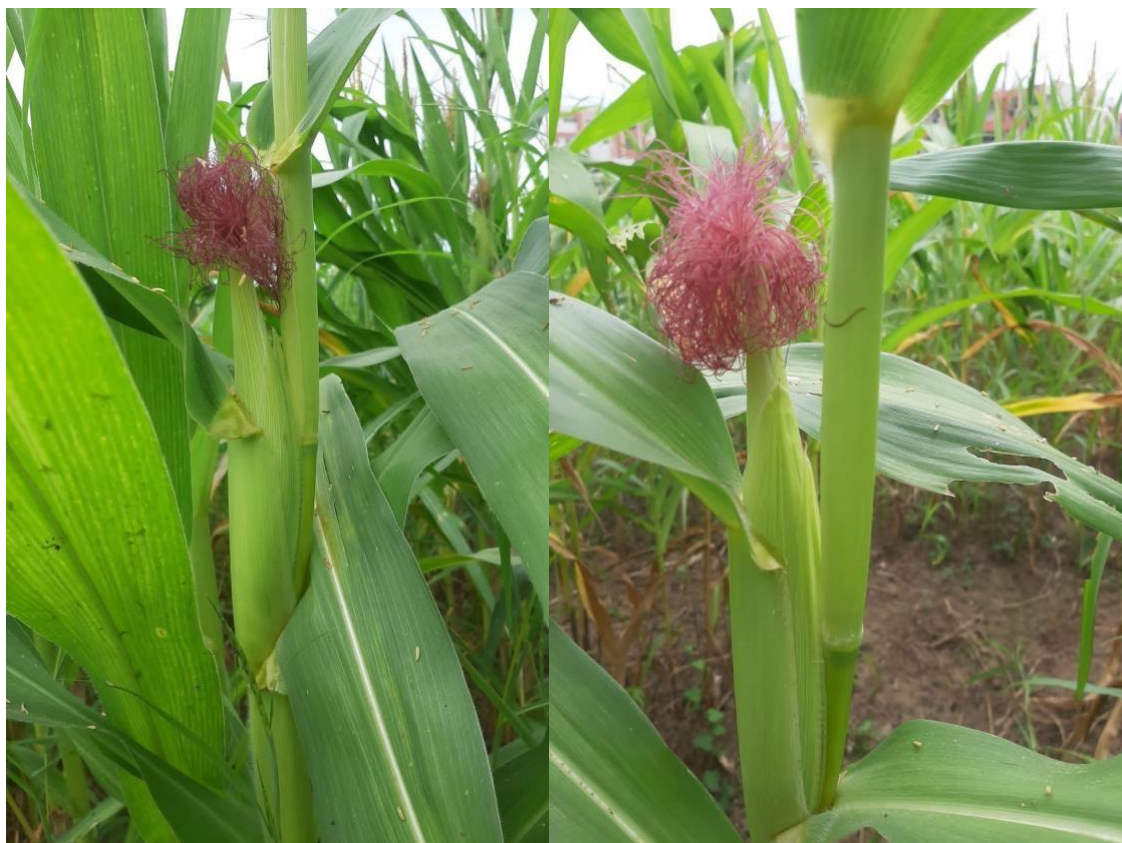
Anexo K. *Aplicación de insecticida preventivo en calles y entorno de las parcelas*



Anexo L. *Toma de datos altura*



Anexo M. *Aparición de Primeras mazorcas*



Anexo N. *Inicio de la Etapa de maduración en el cultivo*



Anexo O. Comparación de altura con la tecnología y sin la tecnología



Anexo P. Características agronómicas del cultivo



Anexo Q. *Cultivo listo para cosechar*



Anexo R. *Recolección de mazorcas*



Anexo S. Cosecha de mazorcas



Anexo T. Toma de datos de mazorcas peso, diámetro y longitud



Anexo U. Fertilizantes foliares utilizados



Anexo V. Análisis de varianza Diámetro de mazorca.

Diámetro de la mazorca (cm)						
Análisis de varianza						
F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr(>Fc)	
Crop Booster	1	1,7713	1,7713	529,61	0,00018	***
Bloco	3	0,0207	0,0069	2,06	0,28357	
Error a	3	0,01	0,0033			
Fertilizantes	2	7,9322	3,9661	877,02	< 2e-16	***
Crop Booster	2	0,4081	0,2041	45,12	3,00E-06	***
Error b	12	0,0543	0,0045			
Total	23	10,1965				
CV 1 = 1.187905 %						
CV 2 = 1.381324 %						

Anexo W. Análisis de varianza longitud de mazorca

Longitud de la mazorca (cm)						
Análisis de varianza						
F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr(>Fc)	
Crop Booster	1	4,905	4,905	95,94	0,002262	**
Bloco	3	0,515	0,172	3,36	0,173325	
Erro a	3	0,153	0,051			
Fertilizantes	2	78,89	39,445	740,11	< 2.2e-16	***
Crop Booster	2	0,664	0,332	6,23	1,40E-02	*
Erro b	12	0,64	0,053			
Total	23	85,766				
CV 1 = 1.357042 %						
CV 2 = 1.385534 %						

Anexo X. Análisis de varianza número de hileras por mazorca

Análisis de varianza						
F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr(>Fc)	
Crop Booster	1	3,76	3,7604	60,03	0,004471	**
Bloco	3	0,491	0,1638	2,61	0,225427	
Erro a	3	0,188	0,0626			
Fertilizantes	2	27,213	13,6067	475,57	< 2.2e-16	***
Crop Booster	2	0,323	0,1617	5,65	1,87E-02	*
Erro b	12	0,343	0,0286			
Total	23	32,32				
CV 1 = 1.630031 %						
CV 2 = 1.101644 %						

Anexo Y. Análisis de varianza altura de planta.

Análisis de varianza						
F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr(>Fc)	
Crop Booste	1	0,04167	0,041667	197,37	0,000781	***
Bloco	3	0,00463	0,001544	7,32	0,068182	.
Erro a	3	0,00063	0,000211			
Fertilizantes	2	0,5173	0,25865	669,88	< 2.2e-16	***
Crop Booste	2	0,01053	0,005267	13,64	8,13E-04	***
Erro b	12	0,00463	0,000386			
Total	23	0,5794				
CV 1 = 0.6156637 %						
CV 2 = 0.8326148 %						

Anexo Z. Análisis de varianza peso de granos por mazorca.

Análisis de varianza						
F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr(>Fc)	
Crop Booste	1	73,9	73,9	3,88	0,14366	
Bloco	3	9	3	0,16	0,91865	
Erro a	3	57,2	19,1			
Fertilizantes	2	29575,5	14787,8	951,41	< 2e-16	***
Crop Booste	2	94,3	47,1	3,03	8,59E-02	.
Erro b	12	186,5	15,5			
Total	23	29996,4				
CV 1 = 1.557394 %						
CV 2 = 1.406122 %						

Anexo Z1. Fórmulas para calcular el intervalo de riego.

Cálculo del intervalo de riego

• $Ir = In / Etc$

- Ir = intervalo de riego, en días.
- In= lámina neta, en mm.
- Etc= evapotranspiración del cultivo, en mm/día

• $Lb = \frac{Lra}{E}$

Donde:

Lb = lámina de riego bruta (mm)

Lra = lámina de riego ajustada (mm)

E = eficiencia del sistema de riego (decimales)