



Evaluación agronómica del cultivo de maíz dulce (*Zea mays*) con aplicación de reguladores de crecimiento en estados fenológicos

*Agronomic evaluation of sweet corn (*Zea mays*) crop with application of growth regulators in phenological stages*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18685604>

Danilo Xavier Santana Aragone¹

Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

ID <https://orcid.org/0000-0001-9895-9217>
dsantana@utb.edu.ec

Marlon Víctor Hugo Pazos Roldan²

Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

ID <https://orcid.org/0000-0001-6798-8736>
mpazos@utb.edu.ec

Víctor Julio Goyes Cabezas³

Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

ID <https://orcid.org/0009-0006-5721-1441>
vjgoyesc@utb.edu.ec

Genesis Julisa Olaya Méndez⁴

Técnico Agrícola Independiente, Ecuador

ID <https://orcid.org/0009-0007-1409-2072>
genesisolaya14@hotmail.com

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: dsantana@utb.edu.ec

Fecha de recepción: 15/04/2025

Fecha de aceptación: 24/06/2025

RESUMEN

El cultivo de maíz dulce es uno de los más importantes a escala global por una gran cantidad de razones, entre las más relevantes se encuentran la alimentación, ya que es considerado como uno de los alimentos más básicos. Es por este motivo en el presente estudio se evaluó el uso de diferentes tipos de reguladores de crecimiento en un cultivo de suma importancia como es el caso del cultivo de maíz dulce. Los diferentes tipos de reguladores de crecimiento que se utilizaron son Fruit-XL, X-Cyte y Cytochem en diferentes dosis. Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar con tres repeticiones, la evaluación de medias se realizó con Andeva y la comparación de medias

con la prueba de Tukey 95%. Los datos que se evaluaron son altura de planta, altura de inserción, índice de área foliar, días a floración, Longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca con tuza, peso de mazorca desgranada, número de mazorcas lata, rendimiento por hectárea grano y el análisis económico. Como resultado se obtuvo que el regulador de crecimiento con mayor desempeño en la producción del cultivo de maíz dulce fue el Fruit-XL en dosis de 0,35 l/ha ya que logró que las plantas obtengan una mayor altura, índice de área foliar, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca con tuza, índice de desgrane y rendimiento por hectárea grano.

Palabras clave: Fitohormona, maíz dulce, producción, mazorca

ABSTRACT

The cultivation of sweet corn is one of the most important on a global scale for many reasons, among the most relevant are nutrition, since it is considered one of the most basic foods. For this reason, in the present study, the use of different types of growth regulators was evaluated in a very important crop such as sweet corn. The different types of growth regulators that were used are Fruit-XL, X-Cyte and Cytochem in different doses. The experimental design was used complete randomized blocks with three repetitions, the evaluation of means was carried out with Andeva and the comparison of means with the 95% Tukey test. The data that were evaluated are plant height, insertion height, leaf area index, days to flowering, ear length, ear diameter, weight of ear with gopher, weight of shelled ear, number of ears can, grain yield per hectare and economic analysis. As a result, it was obtained that the growth regulator with the highest performance in the production of the sweet corn crop was Fruit-XL at a dose of 0.35 l/ha since it achieved that the plants obtained a greater height, leaf area index, length of cob, cob diameter, cob weight with gopher, shelling index and grain yield per hectare.

Keywords: Phytohormone, sweet corn, production, cob.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador el maíz es uno de los principales cultivos transitorios por extensión. En el 2023 se sembraron 355 000 ha del cereal con una producción estimada 1,38 millones de toneladas, de los cuales el 78 – 80 % corresponde a maíz duro y entre 20-22 % maíz suave. En la Costa y Amazonía se siembra el maíz de amarillo duro, especialmente híbridos, que tienen un rendimiento promedio de $4,64 \text{ t ha}^{-1}$. En la Sierra se siembra mayoritariamente variedades de maíz de libre polinización de grano suave o blanco, que tiene un rendimiento promedio de $0,82 \text{ t ha}^{-1}$ (Zambrano y Caviedes, 2023).

De manera adicional el cultivo de maíz es uno de los productos agrícolas más diversos en formas, colores y texturas, en toda Latinoamérica. En Ecuador, el mayor nivel de rendimiento está en la provincia de Los Ríos, con 5,4 toneladas por hectárea. Le siguen de cerca Manabí y Loja (Egas, 2021).

El maíz dulce, al igual que todas las razas de maíz, son plantas de tipo C4, que tienen la capacidad de utilizar el carbono muy eficientemente, lo cual facilita su crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, la planta tiene un gran desarrollo vegetativo, para lo cual posee un abundante y profundo arraigamiento (Cruz, 2017).

Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, incluyendo sus raíces, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación. Una hormona interviene en varios procesos y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias hormonas (Montero et al., 2022).

Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control. Los reguladores vegetales son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales (Alcantara et al., 2019).

Es necesario tener en cuenta aspectos críticos como oportunidad de aplicación, dosis, sensibilidad de la variedad, condición de la planta, etc., ya que cada planta requerirá de unas condiciones específicas de crecimiento que pueden afectarse por la concentración de ellos en el medio. Los reguladores vegetales son productos sintéticos que se han convertido en las primeras herramientas capaces de controlar el crecimiento y actividad bioquímica de las plantas por lo que su uso ha aumentado en los últimos años (Alcantara et al., 2019).

Haciendo énfasis sobre un poco de la historia de los reguladores de crecimiento, la primera citocinina natural que se aisló e identificó fue la zearina, nombre que se le puso debido a que se aisló de semillas de maíz (*Zea mays*). La principal función de las citocininas es provocar la división celular y el retraso de la senescencia. Como ya hemos mencionado, las citocininas, en combinación con las auxinas, provocan la formación de masas celulares indiferenciadas denominadas callo. También estimulan el desarrollo de las yemas laterales cuando se aplica exógenamente, rompiendo la dominancia apical (Letham, 1973).

La auxina: ácido indolacético (AIA), induce la deformación y aumento de pelos radiculares, logrando con esto una mayor captación de nutrientes y promoviendo en consecuencia el crecimiento y rendimiento de los cultivos (Vera, 2018).

La auxina se sintetiza característicamente en el ápice del tallo (en el meristemo terminal o cerca de él) y en tejidos jóvenes (por ejemplo, hojas jóvenes) y se mueve principalmente hacia abajo del tallo. Tiende pues a formar un gradiente desde el ápice del tallo hasta la raíz. Sus actividades incluyen tanto estimulación (principalmente alargamiento celular) como inhibición del crecimiento, y la misma célula o estructura puede exhibir respuestas opuestas dependiendo de la concentración de IAA. Además, los diferentes tejidos responden a concentraciones muy diferentes: las raíces son estimuladas a concentraciones inferiores a las que estimulan los tallos, en varios órdenes de magnitud (Fagro, 2018).

Las citoquininas se descubrieron en 1950 como factores que promueven la proliferación celular y mantienen el crecimiento de tejidos vegetales cultivados *in vitro*, la primera citoquinina descubierta fue la zearina proveniente del endoespermo inmaduro del maíz. La citoquinina es un derivado de la base adenina la cual en su posición N6 muestra varias sustituciones, la citoquinina tienen la capacidad de iniciar y sustentar la proliferación de tejidos madre cuando eran aplicada sobre organismos vegetales en pequeñas cantidades (Valle, 2021).

La fitohormona Ácido Abscísico (ABA) es una reguladora de procesos importantes como son el desarrollo de la semilla, dormancia y posterior germinación y también interviene en la respuesta adaptativa de tejidos vegetativos frente a estreses ambientales de sequía, salinidad y frío (García, 2020).

El etileno, también llamado eteno, es un compuesto químico que se encuentra normalmente en forma gaseosa. La molécula de etileno está formada por dos átomos de carbono unidos mediante un doble enlace, y cuatro átomos de hidrógeno. Este compuesto

fue la primera molécula de estructura simple considerada como una hormona. Su descubrimiento en plantas se remonta a fines del siglo XIX. En ese entonces, el alumbrado público utilizaba lámparas de carbón y era frecuente observar que los árboles más cercanos a las lámparas perdían muchas más hojas que los que estaban alejados (Manavella, 2019).

Los reguladores de crecimiento, en particular las auxinas y las citocininas, tienen funciones determinantes en el éxito de la micropropagación. Por lo general, la auxina ácido indol-3-acético (AIA) produce elongación celular, expansión de los tejidos, división celular (forma callo), formación de raíces adventicias, inhibición de brotes axilares y adventicios y, con frecuencia, embriogénesis en los cultivos en suspensión. La citocinina kinetina (KIN) se utiliza para estimular la división celular, el crecimiento y el desarrollo (Camino, 2019).

Según Cossio (2020): “indica que los reguladores de crecimiento son compuestos orgánicos naturales, que, en pequeñas cantidades, y por la naturaleza y el arreglo particular de su molécula, fomentan, inhiben o modifican el crecimiento de los vegetales ejerciendo una profunda influencia en los procesos fisiológicos. Si bien hay muchos paralelos entre las hormonas animales y vegetales, hay también diferencias significativas. Las hormonas animales a diferencia de las vegetales se sintetizan en órganos o tejidos específicos, deben ser transportadas para ejercer su acción en una célula diana específica y su acción depende del sistema nervioso central. Se divide en dos grupos: los reguladores de crecimiento u hormonas naturales, que son aquellos que se encuentran en los vegetales, y los reguladores sintéticos, que son compuestos artificiales obtenidos por síntesis química”.

El aprovechamiento de los diferentes reguladores de crecimiento vegetal genera un impacto positivo en el campo biotecnológico, debido a la gran utilidad que las plantas. Las plantas dentro de su desarrollo requieren de reguladores hormonales, capaces de controlar toda la actividad metabólica en función de garantizar la homeostasis intracelular y extracelular. Cada fitohormona de acuerdo con su estructura química realiza diferentes interacciones para poder cumplir con sus funciones (Rodríguez et al., 2022).

Las hormonas vegetales o biorreguladores ofrecen una magnífica oportunidad para mejorar los sistemas de producción. Estas substancias son únicas en su característica de ser absorbidas por el tejido vegetal y transportadas a un sitio de reacción antes de inducir un efecto deseado (Nadal et al, 2019).

Al momento de ser aplicados como un mecanismo de control de cada uno de los procesos bioquímicos que ocurren en las plantas, proveen una alta utilidad debido a la variedad de procesos en los que están involucrados (Lamilla et al., 2018).

Los reguladores de crecimiento son productos que pueden influenciar el crecimiento de las plantas, por ejemplo, el desarrollo de las raíces, los tallos, las hojas, los frutos y las semillas. Contienen materias activas de origen natural o sintetizadas químicamente que tienen una función reguladora durante el desarrollo de las plantas. El uso correcto de los reguladores de crecimiento resulta en un mejor producto final y con ello un mayor valor de mercado de las plantas. Hay cuatro tipos diferentes de reguladores de crecimiento con distintos efectos sobre el cultivo: estimulación de floración, regulación de crecimiento, enraizamiento y maduración de frutos (Royal, 2023).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz dulce (*Zea mays*) con aplicación de reguladores de crecimiento en dos estados fenológicos.

METODOLOGÍA

El presente trabajo experimental se realizó en la Granja Integral “Jorge Yáñez” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. Las coordenadas geográficas donde se realizó la investigación en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo; ubicada en el km 7 ½ vía Babahoyo -Montalvo, una altitud de 7 msnm fueron 01° 47' 49" latitud Sur y 79° 32' 00" de latitud Oeste. Su clima es húmedo tropical con temperaturas medias de 25,2°C, la precipitación anual es de 1984,4 mm, con una heliofanía de 586,5 horas luz. Se utilizaron materiales campo y el material genético híbrido “Dulce megatón. Se estudiaron dos factores: a) aplicación de reguladores de crecimiento en estados fenológicos en la zona de Babahoyo, y, b) evaluación agronómica del cultivo de maíz dulce (*Zea mays*). Los tratamientos se evaluaron mediante el uso de aplicaciones de reguladores de crecimiento con las dosis correspondientes, lo cual se va a detallar en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1.

Tratamientos aplicados en campo

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Época de aplicación EF*
1	Fruit-XL	0,25	V4 – V8
2	Fruit-XL	0,35	V4 – V8
3	X-Cyte	0,25	V4 – V8

4	X-Cyte	0,35	V4 – V8
5	Cytochem	0,25	V4 – V8
6	Cytochem	0,35	V4 – V8
7	Testigo-Control	0,0	Sin aplicación

Para el desarrollo y evaluación estadística del ensayo se utilizó el diseño experimental bajo el sistema de bloques completos al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones, utilización de Andeva y prueba de Tukey 95% en la zona del cantón Babahoyo.

En la investigación se tomó en cuenta como población de maíz sembrada en el sitio experimental, es decir la Facultad de Ciencias Agropecuarias del cantón Babahoyo. La extensión del terreno es de 35 metros de largo y 17 metros de ancho, el cual está formado por 3 bloques, cada uno conformado por 4 metros y separados con una distancia de 1,5 metro entre bloque. La distancia de siembra fue de 0,20 m entre plantas y 0,80 m entre hileras con un porcentaje de germinación del 96 %.

La técnica se basó en el uso de diferentes tipos de reguladores de crecimiento que ayudaron a incrementar la productividad del cultivo de maíz dulce sembrado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias del cantón Babahoyo, tomando en cuenta algunos factores como la dosis y concentración adecuada, el momento de aplicación, la forma de aplicación, para luego proceder a realizar los cálculos estadísticos y así se logró determinar los resultados y por consiguiente poder obtener las debidas conclusiones.

Dentro de la preparación de suelos se ejecutó con dos pases de rastra y así mismo dos pases de arado de disco, con el objetivo de mejorar la aireación y estructura del suelo y que aquel se encuentre apto para la realización de las labores. Cabe mencionar que los pases tanto de arado como de disco se los realizó en sentido contrario.

La siembra se la llevó a cabo con la utilización de un espeque, el mismo que se lo realizó de forma manual. El distanciamiento entre plantas fue de 0,20 m y el distanciamiento entre hileras fue de 0,80 m, se colocó una semilla por cada sitio. Cabe mencionar que antes de realizar la siembra se dio el tratamiento correspondiente a las semillas de maíz dulce para la prevención de plagas. El producto químico que se utilizó fue Thiodicarb, ya que es un insecticida muy beneficioso por su rápida acción protegiendo así la siembra. La dosis que se utilizó de este producto químico es de 3cc/kg de semilla.

Se realizó el riego por aspersión por medio del riego con cañón el cual fue muy versátil y cubrió toda el área de siembra de una manera eficaz.

En la etapa de preemergencia se controló la maleza con el uso de Pendimetalin y Atrazina. Pendimetalin con dosis de 2,5 l/ha y Atrazina con dosis de 1,0 kg/ha. Además,

se utilizó glifosato en dosis de 1,5 l/ha. Posteriormente, se realizó los controles de maleza de manera manual cada 20 días después de la siembra el cual fue gestionado entre las hileras del cultivo de maíz dulce.

La fertilización se la efectuó con la utilización de dos tipos de fertilizantes. Uno que contiene 3 elementos esenciales e indispensables para lograr un crecimiento óptimo en las plantas que son el nitrógeno, el fosforo y el potasio, es decir el fertilizante 8-20-20, en donde con ayuda de un espeque se procedió a colocar 100 kg/ha de este fertilizante. Además, se aplicó 250 kg de urea a los 15-25-35 días después de la siembra.

El ataque de *Spodoptera frugiperda* se presentó a los 10 días después de la siembra. El control se insectos plagas se lo realizó a los 12 días después de la siembra para ello se aplicó clorpirifos con cipermetrina en mezcla (0,5 + 0,3 l/ha). Posterior se aplicó lufenuron 0, 5 l/ha a los 30 días después de la siembra.

El control de las enfermedades se realizó con la aplicación de Epoxiconazol + Pyraclostrobin en dosis de 0,4 l/ha a los 30 días después de que se realizó la siembra, luego se aplicó el producto químico Carbendazin en dosis de 0,4 l/ha 15 días después.

La cosecha se la realizó de manera manual en los 3 bloques, cuando las mazorcas presentaron el rango óptimo de cosecha a los 75 días.

La altura de la planta se la tomó al azar con la utilización de un flexómetro en el cual para la obtención de los datos se midió desde la superficie del suelo hasta lo que corresponde a su base foliar respecto a su última hoja emergida. Para ello, por cada tratamiento se escogió 10 plantas al azar, su medida fue expresada en centímetros.

La altura de la inserción se realizó al azar en el cual las medidas se las tomó a partir del nivel del suelo hasta llegar a la primera inserción en cuanto a su mazorca. Se utilizó 10 plantas para medir esta variable. El valor fue expresado en centímetros.

El índice de área foliar se realizó por parcela midiendo tanto el largo como el ancho de la lámina foliar con relación a su haz, en el tercio medio de la planta. Se utilizó 10 plantas por parcela, en el cual para la obtención del resultado se lo multiplica por el factor 0,75.

La variable días de floración se la llevó a cabo desde la siembra hasta que se logró observar al menos un 50 % de inflorescencia en cada uno de los tratamientos a estudiar. Se utilizaron 10 plantas al azar por tratamiento.

La longitud de la mazorca se determinó al azar en cada uno de los tratamientos con el uso de un flexómetro desde el pedúnculo de su inserción hasta llegar a su ápice. Para la medición de esta variable se seleccionó por cada tratamiento 10 mazorcas al azar.

El diámetro de la mazorca se la midió con una cinta métrica tomando como referencia la parte más ancha de la mazorca. Para la medición de esta variable se seleccionó por cada tratamiento 10 mazorcas al azar.

El peso de la mazorca con tuza se la midió con una balanza en gramos para una mayor precisión. Para la medición de esta variable se seleccionó por cada tratamiento 10 mazorcas al azar.

El peso de la mazorca desgranada se la midió con una balanza en gramos para una mayor precisión. Para la medición de esta variable se seleccionó por cada tratamiento 10 mazorcas al azar.

El índice de desgrane se midió de cada parcela útil, después se procedió a desgranar y finalmente pesar el grano.

El rendimiento por hectárea grano se midió en peso seco, en donde por medio de una balanza se midió cada una de las mazorcas de las parcelas en el trabajo experimental. Después se registró los datos obtenidos en kilogramos por hectárea. La fórmula que se utilizó es la siguiente:

$$Pa(100 - ha)/(100 - hd)$$

Dónde:

Ps = Peso seco Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada ha = Humedad actual

El análisis económico se lo llevó a cabo evaluando cada uno de los tratamientos en relación con sus costos de producción y así lograr obtener el análisis de beneficio/costo.

RESULTADOS

Altura de planta

En la tabla 2 se dan a conocer los promedios de la altura que alcanzaron las plantas de maíz dulce, estos fueron altamente significantes, en donde su coeficiente de variación fue 1,06 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha presentó un promedio mayor con (208,60 cm) siendo estadísticamente igual a Fruit-XL con dosis de 0,25 l/ha, pero superiores al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo (113,48 cm).

Tabla 2.

Altura de planta con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce.

Tratamientos	Dosis l/ha	Altura de planta (cm)
Testigo	0	113,48 e
Fruit-XL	0,25	203,85 a
Fruit-XL	0,35	208,60 a
X-Cyte	0,25	165,38 d
X-Cyte	0,35	175,97 c
Cytochem	0,25	181,59 b
Cytochem	0,35	184,42 b
Promedio general		176,18
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		1,06

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Altura de inserción

En la tabla 3 se presentan los promedios de altura de inserción alcanzados por las plantas de maíz, siendo altamente significantes y con un coeficiente de variación de 1,86 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha tuvo un promedio mayor con (58,59 cm) siendo estadísticamente igual a Fruit-XL con dosis de 0,25 l/ha y superiores al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo (32,04 cm).

Tabla 3.

Altura de inserción con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce.

Tratamientos	Dosis l/ha	Altura de inserción (cm)
Testigo	0	32,04 d
Fruit-XL	0,25	56,48 a
Fruit-XL	0,35	58,59 a
X-Cyte	0,25	48,36 c
X-Cyte	0,35	51,61 b
Cytochem	0,25	52,06 b
Cytochem	0,35	53,42 b
Promedio general		50,36
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		1,86

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Área foliar

En la tabla 4 se dan a conocer el área foliar por planta que alcanzaron las plantas de maíz dulce, en donde su el coeficiente de variación es de 13,20 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha tuvo un promedio mayor con (0,10 m²) siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo (0.03 m²).

Tabla 4.

Área foliar por planta con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce

Tratamientos	Dosis l/ha	Área Foliar por planta (m ²)
Testigo	0	0,03 d
Fruit-XL	0,25	0,08 ab
Fruit-XL	0,35	0,10 a
X-Cyte	0,25	0,05 cd
X-Cyte	0,35	0,06 bc
Cytochem	0,25	0,06 bc
Cytochem	0,35	0,07 bc
Promedio general		0,06
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		13,20

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Días de floración

En la tabla 5 se dan a conocer los días de floración que alcanzaron las plantas de maíz dulce, en donde su el coeficiente de variación es de 2,26 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha tuvo días de floración más temprana (41,00 días) siendo estadísticamente igual a Fruit-XL con dosis de 0,25 l/ha e inferior al resto de tratamientos. Los días de floración más tardía se reportó en el testigo (51,00 días).

Tabla 5.*Días de floración con la aplicación de reguladores de crecimiento.*

Tratamientos	Dosis l/ha	Días
Testigo	0	51,00 a
Fruit-XL	0,25	42,33 de
Fruit-XL	0,35	41,00 e
X-Cyte	0,25	47,67 b
X-Cyte	0,35	46,67 bc
Cytochem	0,25	45,33 bc
Cytochem	0,35	44,33 cd
Promedio general		45,47
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		2,26

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Longitud de la mazorca

En la tabla 6 se dan a conocer la longitud de la mazorca que alcanzaron las plantas de maíz dulce, en donde su el coeficiente de variación es de 3,25 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha tuvo un promedio mayor con (16,40 cm) siendo estadísticamente igual a Fruit-XL con dosis de 0,25 l/ha y superior al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo (7,57 cm).

Tabla 6.*Longitud de mazorca con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce.*

Tratamientos	Dosis l/ha	Longitud de mazorca (cm)
Testigo	0	7,57 e
Fruit-XL	0,25	15,63 ab
Fruit-XL	0,35	16,40 a
X-Cyte	0,25	13,30 d
X-Cyte	0,35	14,20 cd
Cytochem	0,25	14,40 bcd
Cytochem	0,35	15,00 bc
Promedio general		13,78
Significancia estadística		*
Coeficiente de		3,25

variación (%)

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Diámetro de la mazorca

En la tabla 7 se dan a conocer el diámetro de la mazorca que alcanzaron las plantas de maíz dulce, en donde su el coeficiente de variación es de 9,04 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha tuvo un promedio mayor con (12,03 cm) siendo estadísticamente iguales a Fruit-XL con dosis de 0,25 l/ha y superior al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo (5,70 cm).

Tabla 7.

Diámetro de la mazorca con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce.

Tratamientos	Dosis l/ha	Diámetro de mazorca (cm)
Testigo	0	5,70 d
Fruit-XL	0,25	10,97 a
Fruit-XL	0,35	12,03 a
X-Cyte	0,25	7,03 cd
X-Cyte	0,35	7,90 cd
Cytochem	0,25	8,40 bc
Cytochem	0,35	10,23 ab
Promedio general		8,89
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		9,04

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Peso de mazorca con tusa

En la tabla 8 se dan a conocer el peso de la mazorca con tusa que alcanzaron las plantas de maíz dulce, en donde su el coeficiente de variación es de 0,53 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha tuvo un promedio mayor con (209,47 g) siendo estadísticamente igual a Fruit-XL con dosis de 0,25 l/ha y superior al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo (148,75 g).

Tabla 8.

Peso de la mazorca con tusa con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce.

Tratamientos	Dosis l/ha	Peso de mazorca con tusa	
			(g)
Testigo	0		148,75 d
Fruit-XL	0,25		208,46 a
Fruit-XL	0,35		209,47 a
X-Cyte	0,25		196,44 c
X-Cyte	0,35		197,84 c
Cytochem	0,25		201,35 b
Cytochem	0,35		202,54 b
Promedio general			194,97
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			0,53

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Peso de mazorca desgranada

En la tabla 9 se dan a conocer el peso de la mazorca desgranada que alcanzaron las plantas de maíz dulce, en donde su el coeficiente de variación es de 0,96 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha tuvo un promedio mayor con (104,74 g) siendo estadísticamente igual a Fruit-XL con dosis de 0,25 l/ha y superior al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo (74,29 g).

Tabla 9.

Peso de la mazorca desgranada con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce.

Tratamientos	Dosis l/ha	Peso de mazorca	
			desgranada (g)
Testigo	0		74,29 e
Fruit-XL	0,25		102,08 ab
Fruit-XL	0,35		104,74 a
X-Cyte	0,25		97,89 d

X-Cyte	0,35	98,94 cd
Cytochem	0,25	101,36 bc
Cytochem	0,35	102,65 ab
Promedio general		97,42
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		0,96

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Rendimiento por hectárea

En la tabla 10 se dan a conocer el rendimiento por hectárea que alcanzaron las plantas de maíz dulce, en donde su el coeficiente de variación es de 0,03 %. La aplicación del regulador de crecimiento Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha tuvo un promedio mayor con (4473,55) siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo (1449,08).

Tabla 10.

Rendimiento por hectárea con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce.

Tratamientos	Dosis l/ha	Rendimiento por hectárea	
			kg)
Testigo	0	1449,08	g
Fruit-XL	0,25	4365,77	b
Fruit-XL	0,35	4473,55	a
X-Cyte	0,25	3143,76	f
X-Cyte	0,35	3254,98	e
Cytochem	0,25	3367,14	d
Cytochem	0,35	3374,93	c
Promedio general		3347,03	
Significancia estadística		*	
Coeficiente de variación (%)		0,03	

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según prueba de Tukey. **: Altamente significante.

Análisis económico

El tratamiento Fruit-XL 0,35 l/ha generó mayor utilidad con \$7046,11; el testigo obtuvo un menor ingreso con \$1621,07.

Tabla 11.

Análisis económico con la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de maíz dulce.

Tratamientos		Valor de producción	Costos	Precio	Cosecha	Total	Beneficio
	l/ha	kg/ha	Fijos	Producto	+transporte	/ha	Neto /ha
		(USD) /ha		(USD)			(USD)
Testigo	1449,08	2608,34	987,26	0	987,26	1621,08	2,64
Fruit-XL 0,25	4365,77	7858,39	987,26	26,6	1013,86	6844,53	7,75
Fruit-XL 0,35	4473,55	8052,39	987,26	19	1006,26	7046,13	8,00
X-Cyte 0,25	3143,76	5658,77	987,26	12	999,26	4659,51	5,66
X-Cyte 0,35	3254,98	5858,96	987,26	8	995,26	4863,70	5,89
Cytochem 0,25	3367,14	6060,85	987,26	14	1001,26	5059,59	6,05
Cytochem 0,35	3374,93	6074,87	987,26	12	999,26	5075,61	6,08

DISCUSIÓN

Se presentó una gran diferencia entre los resultados de las variables obtenidas en las parcelas donde se aplicó los reguladores de crecimiento y el testigo, ya que estos lograron un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo, contribuyendo así a una mayor elongación celular, la floración y fructificación. Esto hace referencia a Lamilla et al., (2018) los problemas de nutrición de los cultivos a través del tiempo, ha hecho que se presenten de calidad de suelo. Esto se debe a la calidad de nutrientes utilizados. Las fuentes modernas de nutrientes en su mayoría son sales acidificantes que desmejoran la calidad del recurso edáfico.

La aplicación de los reguladores de crecimiento utilizados en la presente investigación demostró ser altamente efectivos y su eficacia se vio reflejada en su desarrollo en lo cual este hallazgo confirma la relevancia de estos compuestos en la agricultura y la importancia de utilizar las dosis adecuadas. Esto coincide con Rodríguez et al. (2022), quienes mencionan que la incorporación de biofertilizantes en concentraciones adecuadas al suelo, mejora, acondiciona y estimula el desarrollo de microrganismos benéficos cercanos a la raíz de la planta, debido que mediante estos organismos benéficos se genera una mejor utilización de elementos en el suelo.

Con el producto Fruit-XL la altura de la planta y la altura de inserción alcanzaron un mayor promedio, estos resultados indican que el uso de este producto es muy eficaz en el crecimiento de las plantas de maíz dulce. Esto hace referencia a Lamilla et al (2018) menciona que los Ácidos ECCA Carboxy® de esta formulación inducen la biosíntesis de fosfoinosítidos, incrementando la capacidad de amplificación de respuesta del tejido de las fructificaciones. Además, incluye el soporte nutricional necesario para la adecuada respuesta de estimulación para el amarre y el llenado de los frutos.

El producto Fruit-XL reflejó que la producción de grano aumentó significativamente la longitud, peso y el índice de desgrane de la mazorca con un óptimo desarrollo. Esto concuerda con Posnet Agro (2020) este regulador de crecimiento está presente en las etapas de Floración, Cuajado y antes de Caídas Fisiológicas. Además, incrementa la cantidad de brotes productivos, el cuajado, el tamaño y la proporción de frutos de calidad selecta y de alto valor económico.

El mayor rendimiento por hectárea se presentó aplicando Fruit-XL 0,35 l/ha el cual logró un mejor incremento de la producción. Esto coincide con Innovakglobal (2020) quien menciona que es una línea de formulaciones dirigida a incrementar la productividad de los cultivos, mejorar la calidad de los frutos cosechados o disminuir los daños causados por el estrés ambiental. Son productos para su fácil aplicación a la raíz o por aspersión foliar en dosis bajas que influyen en el metabolismo de las plantas para mejorar el desempeño de sus funciones.

El regulador de crecimiento X-Cyte demostró buena relación, sin embargo, estos son parcialmente reflejados en los resultados, es por esa razón que se lo considera como el segundo regulador de crecimiento más efectivo. Lo que coindice con Velasco (2010) el cual indica que el rendimiento del fruto (t/ha) de sandía se obtuvo una dosis óptima de XCYTE-G de 461,621 ml/ha, con lo que se logró un óptimo de rendimiento de 111,923 t/ha respectivamente.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se lograron establecer las siguientes conclusiones:

- Las plantas de maíz dulce alcanzaron una mayor altura total aplicando Fruit-XL en dosis de 0,35 l/ha y 0,25 l/ha.
- La altura de inserción a la primera mazorca fue mayor aplicando Fruit-XL en dosis de 0,35 l/ha y 0,25 l/ha.

- El área foliar efectiva presentó un mayor índice con la aplicación de Fruit-XL en dosis de 0,35 l/ha.
- En los días a floración la mayor cantidad de días fue visible en el testigo sin aplicación de reguladores.
- La longitud de mazorca fue mayor con la aplicación de Fruit-XL con dosis de 0,35 l/ha.
- El diámetro de mazorca logró incrementos aplicando Fruit-XL en 0,35 l/ha y 0,25 l/ha.
- En el peso de mazorca con tuza la aplicación de Fruit-XL 0,35 l/ha y 0,25 l/ha lograron mayores resultados,
- El mayor rendimiento por hectárea se presentó aplicando Fruit-XL 0,35 l/ha. De igual manera mayores ingresos se encontraron con la aplicación de Fruit-XL 0,35 l/ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara J; Acero J. (2019). Efecto de los reguladores de crecimiento en la multiplicación in vitro de plátano (*musa × paradisiaca l.*): revisión de literatura. Escuela agrícola panamericana, zamorano departamento de ciencia y producción agropecuaria ingeniería agronómica. Honduras, agosto 2021. p.25.
- Alcántara, J; Acero J; Alcántara J; Sánchez R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Artículo de revisión. Vol.17. No.32. Print versión ISSN 1794-2470
- Camino, M. (2019). Evaluación de dos fitohormonas en el cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) para incrementar su producción (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato. Cevallos – Ecuador. p.80.
- Coloma, J. (2022). Efectos del uso de las principales fitohormonas aplicadas al cultivo de melón (*Cucumis melo*) en el Ecuador (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. p. 24.
- Cossio, L. (2020). Reguladores de crecimiento. Departamento de Biología. Facena-UNNE p.29
- Cruz, O (2017). El cultivo de maíz: Manual para la producción del cultivo de maíz en Honduras. Honduras. p. 36.

- Egas, E. (2021). Mediante dos estrategias, Ecuador aumenta rendimientos de maíz. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agricultura.gob.ec/mediante-dos-estrategias-ecuador-aumenta-rendimientos-de-maiz/#:~:text=Los%20R%C3%ados%20concentra%20la%20mayor,Plan%20Nacional%20de%20Agricultura%20Asociativa>. Consultado 23-08-2023.
- Fagro. (2018). Auxinas y sus efectos en el desarrollo de las plantas. <https://blogdefagro.com/2018/12/12/auxinas-y-sus-efectos-en-el-desarrollo-de-las-plantas/>.
- García, F. (2020). Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas”. Proyecto de investigación (Tesis de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. p. 72.
- Innovakglobal. (2020). Bioestimulantes Brasil. <https://www.innovakglobal.com/fruitx1-peru/>.
- Lamilla, A; Colina, E; Castro, C; Santana, D; García, G; Mora, O; Uvidia, M; León, J; Goyes Cabezas, M. (2018). Fertilización con potasio y fosfitos, sobre el rendimiento de maíz duro (*Zea mays*) en la zona subcentral Litoral. Revista European Scientific Journal, 14(15), 46-57. <Https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p46>
- Letham, D. (1973). Reguladores del crecimiento vegetal (Naturales Y Sintéticos. https://www.academia.edu/34994310/REGULADORESDELCRECIMIENTOVEGETAL_Naturales_Y_Sint%C3%a9ticos.
- Manavella P. (2019). HAHB4 modula la interrelación entre las vías de señalización de etileno y sequía. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/37/5Capitulo%202%20%28p87-103%29.pdf?Sequence=7&isallowed=y>.
- Montero, P; Santana, D; León, J; Mayorga, D. (2022). Efectos de población y fertilización en dos híbridos de maíz (*Zea mays L.*) sembrados en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos. Memoria Científica del Primer Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias – CICAP 2021 Babahoyo, Ecuador. P. 19.
- Nadal, S; Córdoba, E; González, C. (2019). Bioestimulantes en maíz. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. p.10.



- Posnet Agro (2020). FRUIT-XL. (Citoquininas + giberelina + auxina).
<https://www.posnet.pe/product/fruit-xl>.
- Rodríguez, T; Colina, E; Castro, C; Rojas, N. (2022). Evaluación de las bacterias *Azospirillum brasiliense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays* L.), en la zona de Babahoyo. Memoria Científica del Primer Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias –CICAP 2021. Babahoyo, Ecuador. P18.
- Royal Brinkman (2023). Qué tipos de reguladores de crecimiento hay.
<https://royalbrinkman.es/centro-de-conocimiento/proteccion-de-cultivo-y-desinfeccion/que-tipos-de-reguladores-de-crecimiento-hay>.
- Saavedra del Real, G. (2020). Maíz dulce. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA / Ministerio de agricultura. INIA Carillanca. Boletín INIA N° 411. 261-315. p. 55.
- Velasco, E. (2010). Efecto de aplicación con la fitohormona x-cyte y cuatro distanciamientos de siembra sobre rendimiento y calidad del cultivo de sandía (*citrul/us /anatus thunb*) en los palos departamento de Tacna (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basad -Tacna. Tacna, Perú. 111p.
- Vera, J. (2018). Efecto de la fertilización orgánica y algas marinas en el rendimiento del maíz dulce (*Zea mays* L.), en la zona de Babahoyo (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 55p.
- Zambrano, J; Caviedes, M. (2022). Estado actual de la producción de maíz en el Ecuador. Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana del Maíz 2022. Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Colegio de Ciencias e Ingenierías, Cumbayá Quito, Ecuador. p.23.