



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“EFECTO DE UN EXTRACTO DE ALGAS MARINAS Y
HORMONAS DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea
mays. L*) HÍBRIDO DEKALB 7088 EN EL CANTÓN FRANCISCO
DE ORELLANA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: LETICIA ALEXANDRA TSUKANKA CAICER

DIRECTOR: Ing. RODRIGO ERNESTO SALAZAR LOPEZ MSc.

El Coca – Ecuador

2023

© 2023, Leticia Alexandra Tsukanka Caicer

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, LETICIA ALEXANDRA TSUKANKA CAICER, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

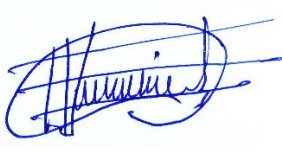

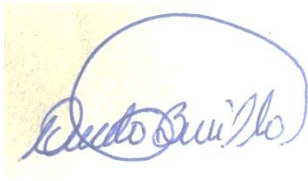
El Coca, 04 de abril de 2023



Leticia Alexandra Tsukanka Caicer
220023526-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental, “**EFEECTO DE UN EXTRACTO DE ALGAS MARINAS Y HORMONAS DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays. L*) HÍBRIDO DEKALB 7088 EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA**”, realizado por la señorita: **LETICIA ALEXANDRA TSUKANKA CAICER**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|--|---|--------------|
| Ing. Hilter Farley Figueroa Saavedra MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL |  _____ | 2023-04-04 |
| Ing. Rodrigo Ernesto Salazar López MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  _____ | 2023-04-04 |
| Ing. Amanda Elizabeth Bonilla Bonilla MSc ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  _____ | 2023-04-04 |

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, por colmarme de bendiciones, por permitirme llegar a esta meta tan anhelada y por regalarme esta familia tan maravillosa. Con mucho amor y cariño a mis padres que estuvieron apoyándome siempre y en cada momento, sintiéndose orgullosos de mis logros LOS AMO. A ti querida amiga y madre confidente que nunca dudaste de mis alcances y pese a tu salud me dijiste sigue adelante, no te desanimes, que yo quiero verte siendo una profesional. También un grato agradecimiento y con mucho amor a ustedes hermanos que siempre me han brindado su apoyo pese a nuestras diferencias y en especial a ti hermano Isidro por ser mi soporte, en mis caídas y en los momentos que me he encontrado sin salida, tú siempre apoyándome en todos los sentidos cuando creía que estaba sola en las etapas más duras de mi vida. Y a ti amada hija que siempre fuiste mi inspiración para ser cada día mejor como madre, amiga, profesional y sobre todo una gran ser humana, TE AMO mi pequeña princesa Carolina. A ti que en su momento formaste parte de mi vida y comenzaste siendo un apoyo en mi formación profesional y aunque no estemos juntos, siempre te tendré un gran respeto estimado Abraham. A mis tutores Ingeniero Rodrigo Salazar y Amanda Bonilla por su paciencia y compartirme todas sus experiencias y conocimientos profesionales. Y por último a todos quienes aportaron en mi logro con un granito de arena un DIOS les pague amigos/as.

Leticia

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios padre por permitirme cumplir una de mis metas más anheladas que hoy en día es una meta cumplida más en mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Sede Orellana lugar en donde me forme con los conocimientos profesionales.

A todos mis docentes (Nelly Paredes, Gabriel Chipantiza, Hilter Figueroa, entre otros) que me transmitieron sus conocimientos éticos y profesionales en especial a mi director y asesora de tesis Ing. Rodrigo Salazar e Ing. Amanda Bonilla quienes desde el inicio fueron parte de mi tema de trabajo experimental.

A mi querida y hermosa familia en especial a mi madre, hermanos menores (Jonathan, John y Alexander) y mi preciosa hija carolina; quienes me ayudaron a sacar el trabajo en campo con éxito.

Al señor Moisés García dueño de la propiedad quien muy amablemente me presto el terreno con la finalidad de que realice mi trabajo experimental.

Leticia

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xiv |
| RESUMEN | xv |
| SUMMARY / ABSTRACT..... | xvi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPÍTULO I

| | |
|---|---|
| 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.2. Justificación..... | 4 |
| 1.3. Objetivos..... | 6 |
| 1.3.1. <i>Objetivo general</i> | 6 |
| 1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> | 6 |
| 1.4. Formulación de hipótesis..... | 6 |
| 1.4.1. <i>Hipótesis alternativa</i> | 6 |
| 1.4.2. <i>Hipótesis nula</i> | 6 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 2.1. Importancia del Maíz en el Ecuador | 7 |
| 2.2. Cultivo de maíz | 8 |
| 2.2.1. <i>Origen</i> | 8 |
| 2.2.2. <i>Descripción taxonómica</i> | 8 |
| 2.2.3. <i>Descripción botánica</i> | 9 |
| 2.2.3.1. <i>Morfología de la planta de maíz</i> | 9 |
| 2.2.3.2. <i>Sistema radical</i> | 9 |
| 2.2.3.3. <i>Tallo</i> | 10 |
| 2.2.3.4. <i>Inflorescencia</i> | 10 |
| 2.2.3.5. <i>Hojas</i> | 10 |
| 2.2.3.6. <i>Fruto</i> | 10 |
| 2.2.3.7. <i>Los Granos</i> | 11 |

| | | |
|------------------|---|-----------|
| 2.3. | Fenología del maíz | 11 |
| 2.4. | Factores ambientales que afectan a la productividad del maíz | 13 |
| 2.4.1. | <i>Temperatura.....</i> | <i>13</i> |
| 2.4.2. | <i>Suelo.....</i> | <i>13</i> |
| 2.4.3. | <i>Salinidad</i> | <i>14</i> |
| 2.4.4. | <i>Pluviometría</i> | <i>14</i> |
| 2.4.5. | <i>Sequia.....</i> | <i>14</i> |
| 2.5. | Siembra..... | 14 |
| 2.6. | Fertilización..... | 15 |
| 2.6.1. | <i>Fertilización foliar</i> | <i>15</i> |
| 2.7. | Control de malezas..... | 15 |
| 2.8. | Plagas..... | 16 |
| 2.8.1. | <i>Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda, J. E. Smith).....</i> | <i>16</i> |
| 2.8.2. | <i>El barrenador del tallo (Diatraea spp, Walker).....</i> | <i>16</i> |
| 2.8.2.1. | <i>Control Cultural</i> | <i>16</i> |
| 2.8.2.2. | <i>Control biológico.....</i> | <i>17</i> |
| 2.8.2.3. | <i>Control químico.....</i> | <i>17</i> |
| 2.9. | Enfermedades..... | 17 |
| 2.9.1. | <i>Enfermedades foliares</i> | <i>17</i> |
| 2.9.1.1. | <i>Puccinia sorghi y P. polysora.....</i> | <i>17</i> |
| 2.9.1.2. | <i>Helminthosporium maydis</i> | <i>17</i> |
| 2.9.1.3. | <i>Helminthosporium turcicum</i> | <i>18</i> |
| 2.9.1.4. | <i>Mancha negra de la hoja</i> | <i>18</i> |
| 2.9.2. | <i>Daño en las mazorcas.</i> | <i>18</i> |
| 2.9.2.1. | <i>Diplodia zeae.....</i> | <i>18</i> |
| 2.9.2.2. | <i>Fusarium moniliforme</i> | <i>18</i> |
| 2.9.2.3. | <i>Ustilago maydis</i> | <i>18</i> |
| 2.9.3. | <i>Daños en el tallo.....</i> | <i>19</i> |
| 2.9.3.1. | <i>Pudrición acuosa del tallo</i> | <i>19</i> |
| 2.10. | Cosecha..... | 19 |
| 2.11. | Almacenamiento..... | 20 |
| 2.12. | Híbrido..... | 20 |
| 2.12.1. | <i>Maíz híbrido.....</i> | <i>21</i> |
| 2.12.1.1. | <i>Ventajas del uso de híbridos</i> | <i>21</i> |
| 2.12.1.2. | <i>Desventajas del uso de híbridos.....</i> | <i>21</i> |
| 2.13. | Características agronómicas del DK 7088..... | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 2.14. Hormonas vegetales | 22 |
| <i>2.14.1. Importancia en la agronomía</i> | <i>22</i> |
| <i>2.14.2. Bioestimulantes</i> | <i>23</i> |
| <i>2.14.3. Fitorreguladores</i> | <i>24</i> |
| <i>2.14.4. Efecto de las fitohormonas sobre las plantas</i> | <i>24</i> |
| <i>2.14.5. Las hormonas vegetales y el balance hormonal.....</i> | <i>24</i> |
| <i>2.14.6. Auxinas</i> | <i>25</i> |
| <i>2.14.6.1. Síntesis y degradación</i> | <i>25</i> |
| <i>2.14.6.2. Efectos fisiológicos</i> | <i>25</i> |
| <i>2.14.7. Ácido Giberelico.....</i> | <i>25</i> |
| <i>2.14.7.1. Síntesis y degradación</i> | <i>26</i> |
| <i>2.14.7.2. Efectos fisiológicos</i> | <i>26</i> |
| <i>2.14.8. Citoquininas.....</i> | <i>26</i> |
| <i>2.14.8.1. Síntesis y degradación</i> | <i>27</i> |
| <i>2.14.8.2. Efectos fisiológicos</i> | <i>27</i> |
| <i>2.14.9. Extracto de algas.....</i> | <i>28</i> |
| <i>2.14.9.1. Efectos fisiológicos</i> | <i>29</i> |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----------|
| 3. MARCO METODOLÓGICO | 30 |
| 3.1. Ubicación del área de investigación | 30 |
| <i>3.1.1. Ubicación Política.....</i> | <i>30</i> |
| <i>3.1.2. Ubicación Geográfica</i> | <i>30</i> |
| 3.2. Materiales | 31 |
| <i>3.2.1. Material experimental.....</i> | <i>31</i> |
| <i>3.2.2. Equipos y herramientas</i> | <i>31</i> |
| <i>3.2.3. Materiales de oficina.....</i> | <i>31</i> |
| <i>3.2.4. Insumos agrícolas</i> | <i>31</i> |
| 3.3. Metodología | 31 |
| <i>3.3.1. Tipo de investigación</i> | <i>31</i> |
| 3.4. Manejo del experimento | 31 |
| <i>3.4.1. Análisis de suelo.....</i> | <i>31</i> |
| <i>3.4.2. Limpieza del terreno.....</i> | <i>32</i> |
| <i>3.4.3. Preparación del terreno</i> | <i>32</i> |
| <i>3.4.4. Trazado y demarcación del terreno</i> | <i>32</i> |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.4.5. | <i>Siembra</i> | 32 |
| 3.4.6. | <i>Control de malezas</i> | 32 |
| 3.4.7. | <i>Fertilización</i> | 33 |
| 3.4.8. | <i>Control fitosanitario</i> | 33 |
| 3.4.9. | <i>Aplicación de los tratamientos</i> | 33 |
| 3.4.10. | <i>Cosecha</i> | 34 |
| 3.5. | Factores de estudio | 34 |
| 3.5.1. | <i>Variable dependiente</i> | 34 |
| 3.5.2. | <i>Variable independiente</i> | 34 |
| 3.6. | Unidad experimental | 34 |
| 3.6.1. | <i>Croquis experimental</i> | 35 |
| 3.6.2. | <i>Tratamientos</i> | 36 |
| 3.7. | Diseño experimental | 36 |
| 3.7.1. | <i>Análisis estadístico</i> | 36 |
| 3.7.2. | <i>Análisis funcional</i> | 36 |
| 3.8. | Variables para medir | 37 |
| 3.8.1. | <i>Altura de la planta(cm)</i> | 37 |
| 3.8.2. | <i>Diámetro del tallo(mm)</i> | 37 |
| 3.8.3. | <i>Peso de mazorcas con tusa (g)</i> | 37 |
| 3.8.4. | <i>Peso de granos por mazorcas (g)</i> | 37 |
| 3.8.5. | <i>Número de granos por mazorca</i> | 37 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|------|--|----|
| 4. | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 38 |
| 4.1. | Altura de planta (cm) | 38 |
| 4.2. | Diámetro de tallo (mm) | 38 |
| 4.3. | Peso de mazorca con tusa (g) | 39 |
| 4.4. | Peso de granos por mazorca (g) | 40 |
| 4.5. | Número de granos por mazorca (g) | 40 |
| 4.6. | Rendimiento por hectárea | 41 |
| 4.7. | Costo de producción | 41 |
| 4.8. | Discusión | 42 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| CONCLUSIONES..... | 43 |
| RECOMENDACIONES..... | 44 |
| BIBLIOGRAFÍA | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1-2: Taxonomía del maíz..... | 9 |
| Tabla 2-2: Estados fenológicos del maíz. | 11 |
| Tabla 3-3: Dosis de los tratamientos | 33 |
| Tabla 4-3: Aplicación de los tratamientos cada 15 días..... | 34 |
| Tabla 5-3: Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo | 36 |
| Tabla 6-4: Valores medidos en centímetros con respecto a la altura de la planta de maíz | 38 |
| Tabla 7-4: Valores medios del diámetro de tallos medidos en milímetros (mm)..... | 39 |
| Tabla 8-4: Valores medidos en gramos del peso de la mazorca con tusa. | 39 |
| Tabla 9-4: Valores medios del peso de granos por mazorca medidos en gramos. | 40 |
| Tabla 10-4: Valores medios del número de granos por mazorca | 40 |
| Tabla 10-4: Cálculo para obtener el rendimiento/ha..... | 41 |
| Tabla 11-4: Cálculo de las ganancias por tratamiento. | 41 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1-3: Ubicación del cultivo experimental | 30 |
| Ilustración 2-3: Croquis del diseño de bloques completamente al azar en el cultivo de maíz. | 35 |

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS DE SUELO
- ANEXO B:** LIMPIEZA DEL TERRENO
- ANEXO C:** PREPARACIÓN DEL TERRENO
- ANEXO D:** SIEMBRA DEL MAÍZ (Zea mays) HÍBRIDO DEKALB 7088
- ANEXO E:** APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS E INSECTICIDAS
- ANEXO F:** APLICACIÓN DE CAL EN EL SUELO
- ANEXO G:** CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES
- ANEXO H:** DEMARCACIÓN DE CADA TRATAMIENTO
- ANEXO I:** COSECHA DE MAÍZ
- ANEXO J:** TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE ALTURA
- ANEXO K:** TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE DIAMÉTRO DEL TALLO
- ANEXO L:** TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE DEL NÚMERO DE GRANOS
- ANEXO M:** TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE DEL PESO DE LOS GRANOS
- ANEXO N:** TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE- PESO DE LA MAZORCA
- ANEXO Ñ:** RESULTADOS DE LOS TRAMIENTOS
- ANEXO O:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA
- ANEXO P:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIAMÉTRO DEL TALLO
- ANEXO Q:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE MAZORCA CON TUSA
- ANEXO R:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE GRANOS DE MAÍZ
- ANEXO S:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA
- ANEXO T:** PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA ALTURA– MÉTODO DE LEVENNE
- ANEXO U:** PRUEBA DE NORMALIDAD DEL DIAMÉTRO DEL TALLO– MÉTODO DE LEVENNE
- ANEXO V:** PRUEBA DE NORMALIDAD DEL PESO DE MAZORCA CON TUSA MÉTODO DE LEVENNE
- ANEXO W:** PRUEBA DE NORMALIDAD DEL PESO LOS GRANOS POR MAZORCA MÉTODO DE LEVENNE
- ANEXO X:** PRUEBA DE NORMALIDAD DEL NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA– MÉTODO DE LEVENNE
- ANEXO Y:** COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un extracto de algas marinas y hormonas de crecimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays. L*) híbrido Dekalb 7088, mediante la aplicación foliar para determinar el mejor tratamiento en el cantón Francisco de Orellana. La metodología utilizada tuvo un enfoque inductivo, con variables cuantitativas logrando un alcance descriptivo, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 5 tratamiento entre ellos 1 testigo, aplicando 4 repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales. Para el análisis estadístico se utilizó el software infostat para el desarrollo del análisis de varianza (ANOVA) y de acuerdo a la interpretación de ello se empleó la prueba de Tukey al 0,05% de significancia y el coeficiente de variación se expresó en porcentaje. Se analizó las variables altura de planta, diámetro del tallo, peso de mazorcas con tusa, peso de granos sin tusa, número de granos por mazorca. Mediante el análisis estadístico aplicado se logró obtener como resultado que el tratamiento 4 que corresponde al extracto de algas marinas el que nos da más productividad en el cultivo de maíz ya que las plantas aumentan un mayor crecimiento, alcanzando una altura media de 205,35 cm, con mayor diámetro (2,11 mm), peso de mazorca con tusa (275,70 g), peso de granos por mazorca (208,18 g) y número de granos por mazorcas (729,08). Se concluyó que el mejor tratamiento es el extracto de algas marinas ya que este posee las hormonas vegetales balanceadas y se recomienda para futuras investigaciones el desarrollo de trabajos en campo mediante diferentes dosis de extractos de algas marinas para no incidir en el estrés de las plantas.

Palabras claves: <CULTIVO DE MAÍZ>, <FITOHORMONAS>, <ALGAS MARINAS>, <FERTILIZACIÓN FOLIAR>, <RENDIMIENTO DEL GRANO>, <CRECIMIENTO VEGETAL>, <ETAPA VEGETATIVA >.

SUMMARY / ABSTRACT

The objective of this study was to assess the effect of a seaweed extract and growth hormones on corn (*Zea mays. L*) hybrid Dekalb 7088, by foliar application to determine the best treatment in Francisco de Orellana canton. The methodology used had an inductive approach, with quantitative variables achieving a descriptive scope, a Block Design Completely Randomized (DBCA) was used, with 5 treatments including 1 control, applying 4 replications, giving total 20 experimental units. For the statistical analysis, the Infostat software was used for the development from analysis of variance (ANOVA) and according to the interpretation of this, the Tukey test was used at 0.05% significance and variation coefficient was expressed as a percentage. The following variables were analyzed: plant height, stem diameter, weight of ears with husk, weight of grains without husk, number of grains per ear. By means of the statistical analysis applied, it was obtained as a result of treatment 4, which corresponds to the seaweed extract, is the first one that gives us more productivity in the corn crop, since the plants increase a greater growth, reaching an average height 205.35 cm, with a greater diameter (2.11 mm), ear weight with stalk (275.70 g), weight of grains per ear (208.18 g) and number of grains per ear (729.08). It was concluded the best treatment is the seaweed extract because it has balanced plant hormones and it is recommended for future research the development of field work using different doses of seaweed extracts to avoid affecting plant stress.

Key words: <CROP CROP>, <PHYTOHORMONES>, <SEAWEED>, <FOLIAR FERTILIZATION>, <GRAIN YIELD>, <PLANT GROWTH>, <VEGETATIVE STAGE>.

Translated by



Lcda. Nancy de las Mercedes Barreno Silva. Mgs.

CI: 060275902-9

DOCENTE INGLES-ESPOCH

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el cultivo de maíz (*Zea mays*) tiene una gran importancia cultural en los pueblos nativos, así como un valor social y económico basado en una cadena productiva, han logrado que el gobierno actual considere como uno de los principales puntos para la atención agrícola, invirtiendo en su producción y comercialización con la finalidad de cubrir la demanda local del maíz. Por otra parte, el maíz se encuentra dentro de los principales productos agrícolas en el país, aunque no representa más allá del 7% de la producción agrícola tiene gran importancia ya que constituye la base de una de las principales cadenas productivas contribuyendo a salvaguardar la seguridad alimentaria del Ecuador. Así como también abasteciendo de alimentos a los sectores de producción pecuaria para el consumo del maíz a través de los balanceados. (Ratikanta et al., 2021, p.19).

En el año 2021 en el Ecuador se cultivó un área aproximadamente 334.767 ha. Con una producción de 4.4 Tm/ha, en el mismo año en la región Amazónica se cultivaron 13.649 ha. logrando una producción de 1.66 Tm/ha, mostrando un rendimiento inferior al alcanzado a nivel nacional (SIPA, 2021). En los últimos años en la Provincia de Orellana, Cantón Francisco de Orellana los agricultores han optado por cambiar su tipo de cultivo de producción siendo esta una zona dedicada al cultivo de palma africana, destinar una proporción de terreno para sembrar cultivos de ciclo corto como por ejemplo el maíz, arroz, sandía, etc. (Suárez et al., 2018, pp.1-8). Conociendo la necesidad de aumentar la producción de maíz, es trabajo de muchas instituciones y profesionales agrónomos solucionar esta problemática, iniciando con el cambio en el manejo agronómico del cultivo por parte de los agricultores del cantón Francisco de Orellana, capacitándolos a utilizar tecnologías modernas de acuerdo con la zona de cultivo, tomando en cuenta la fertilización de macro y micronutrientes. Así como también el manejo fisiotécnico en el cultivo con la aplicación de hormonas vegetales que minimizan el estrés en las plantas ya sea por diversas situaciones como pueden ser genéticas, ambientales, etc. Que actualmente no se encuentran controlados y a consecuencia reducen el nivel óptimo de la producción del maíz. (Urrutia, 2019, p.14).

Las hormonas vegetales son reguladores de crecimiento de las plantas que se aplican en el follaje para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad de la producción de las cosechas, entre ellas se menciona a las citoquininas, auxinas y giberelinas que ayudan al óptimo metabolismo de las plantas. Las auxinas intervienen en la formación de raíces laterales y adventicias; así como también en la formación de los frutos, el contenido de giberelinas induce en el crecimiento celular

de tejidos y órganos, las citoquininas estimulan el crecimiento de yemas laterales y el desarrollo de los frutos por división celular. (Molina, 2018, p.2).

Mediante diversos estudios las aplicaciones de extractos de algas en las plantas han demostrado muchos beneficios, que se pueden apreciar en la germinación, aumento en el rendimiento, mayor vida de anaquel de productos perecederos, resistencia al estrés biótico y abiótico, ente otros. Además, se ha logrado observar beneficios de las algas en el crecimiento, la sanidad y el rendimiento de los cultivos contribuyendo en el suministro de nutrientes esenciales por la degradación de la materia orgánica y a la mejora de las características del suelo. Las algas son especies con elevado contenido de fibra macro y microelementos, aminoácidos, vitaminas y fitohormonas. (Intagri, 2019).

Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo general conocer el efecto del extracto de algas marinas y las hormonas de crecimiento en el cultivo de maíz para mejorar la calidad e incrementar la producción de las cosechas, en el cantón Francisco de Orellana.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La producción de maíz es gran importancia estratégica a escala mundial. El seguimiento y la evaluación del comportamiento de sus distintas variables socioeconómicas y productivas poseen gran relevancia en la diferentes líneas de acción y de investigación que organismos de gobiernos y académicos proponen y desarrollan. (Guerrero et al., 2020, p.22). La importancia de este grano se ha ido aumentando debido al crecimiento de su producción y al crecimiento de sus diversos usos y propiedades. Este incremento es producto de los avances científicos y tecnológicos que ha ido aumentando su uso, de la alimentación humana a la alimentación animal, hasta los usos industriales. (García et al., 2019, pp.1-18).

El maíz es importante para la economía del Ecuador debido a sus amplios usos como: alimento para el ganado, fabricación de diversos productos alimentarios y no alimentarios, por ejemplo: harina de maíz, edulcorantes, aceite de maíz, almidón y etanol, que se utiliza como sustituto más limpio de la gasolina. Por lo tanto, en la presente investigación se desarrollará la evaluación del efecto de un extracto de algas marinas y hormonas de crecimiento (auxinas, citoquininas y ácido giberelico) en el cultivo de maíz (*Zea mays*), en el cantón Francisco de Orellana, para que los agricultores incrementen sus cosechas y puedan tener una economía sostenible y alimentación saludable.

La agricultura debe satisfacer la demanda de los productos alimenticios, caso contrario afectaría la tasa de crecimiento de la economía. Es necesario mantener niveles de consumo cada vez mayores para la subsistencia de la población, el sector rural tiene que producir alimentos sin importar sus propias necesidades para proporcionar los insumos que requiere la población urbana. Para que el sector industrial y de servicios crezcan, las necesidades alimentarias de la fuerza laboral empleada y el mayor rendimiento de materia primas, estos deben ser satisfechos por el excedente comerciable de los agricultores. Mientras estos sectores se desarrollen aún más, se debe aumentar la productividad y la producción agrícola para sustentar la fuerza laboral y una creciente demanda de insumos. (Bula, 2020).

En el cantón francisco de orellana no existe una investigación experimental de este tipo por lo que sería un gran aporte al área agrícola ya que nos permitiría conocer el manejo del extracto de

algas y hormonas de crecimiento para incrementar la producción de maíz y aumentar la economía del agricultor.

Su desarrollo tiene viabilidad ya que tenemos el terreno adecuado para ejecutar el ensayo experimental, además el costo del extracto de algas y hormonas de crecimiento son accesibles, no se requiere una gran cantidad de los productos; el tiempo de evaluación de las variables serán hasta que la mazorca de maíz se encuentre en etapa vegetativa R4(grano pastoso). Por tal razón se plantea el siguiente interrogante:

¿Cuál es la respuesta del maíz ante la aplicación del extracto de algas marinas y hormonas de crecimiento?

1.2. Justificación

En el Ecuador uno de los productos más importantes para la alimentación de los ecuatorianos es el maíz (*Zea mays L*), su producción provee la materia prima para la agroindustria. Según la FAO, en el año 2016 el área cultivada fue de 485696 hectáreas obteniendo una producción 1'667704 toneladas y un rendimiento de 3.17 t. ha-1. En el país la producción nacional esta originada especialmente a los tipos duro y suave de color amarillo; el rendimiento promedio del maíz duro en los últimos años en dos ciclos de siembra fue de 5.56t. ha-1 esto según las estimaciones del Ministerio de Agricultura; el aumento de la producción son considerados importantes dos factores: la utilización de semilla de híbridos de alto potencial de rendimiento y un manejo de costos mínimos de sustentación para los agricultores, esto permite elevar significativamente los ingresos de pequeños y medianos productores de maíz. La población adecuada garantiza la obtención de óptimos rendimientos y el máximo beneficio de cada insumo que inicia con la semilla; estas son consideradas como unos de los más primordiales en el sistema de producción de este cereal. (Caviedes, 2019).

Además de los fertilizantes tradicionales también se dispone de un gran número de correctores y suplementos con abundancia en macro y micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo que ayudan a la planta en su desarrollo o momentos críticos bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos, fúlvicos, correctores salinos, extractos de algas, hormonas de crecimiento, etc.), que mejoran las condiciones ambientales del medio de tal manera que facilitan la asimilación de nutrientes en los vegetales. (Pacheco et al.,2018, p.7).

Actualmente la práctica agronómica más empleado es la fertilización foliar utilizando bioestimulantes y extractos de algas marinas para tratar de elevar los rendimientos y calidad de los productos agrícolas; para ello se utiliza los diferentes productos que se encuentran en el mercado. (Pacheco et al.,2018, p.8).

Las algas marinas son productos bioactivadores que tienen un mecanismo de acción que ayuda a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas tanto de la planta como del suelo, de esta manera permite el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados, una mejor y mayor disponibilidad de nutrientes. (Mercado, 2022, p.45).

Las hormonas vegetales son sustancias orgánicas que se sintetizan en un lugar determinado de la planta, se translocan a otro y es donde ejercen sus efectos reguladores. Se encuentran en muy baja concentración y hasta el momento no se conoce el mecanismo preciso de funcionamiento. (Díaz, 2017).

La interacción de los factores externos como la luz, nutrientes, agua, temperatura y entre otros existentes en el medio ambiente; permiten el desarrollo normal de la planta. Entre ellas las fitohormonas o hormonas naturales existentes en la planta se han definido como compuestos naturales que promueven los 4 grupos principales de compuestos que actúan de forma natural, cada uno de ellos presentan fuertes propiedades de regulación en el crecimiento de las plantas. Se puede mencionar los grupos principales tales como: auxinas, giberelinas citoquininas. (Alcántara, et al., 2019, p.112).

Al pasar de los años, los bioestimulantes agrícolas son utilizados para mejorar los beneficios de los agricultores, es decir: incrementar la producción de las cosechas, reducir el uso de bioinsumos químicos y reducción de costos de producción, como también los productores aseguran que los fertilizantes aplicados son realmente utilizados por las plantas y permite que los agricultores obtengan precios más altos por la mayor calidad de sus productos. Además, El agricultor tiene más tiempo para elegir el momento para vender sus productos y a precios ventajosos; esto es posible gracias al mejoramiento de la calidad de los productos ya que se tiene un impacto positivo sobre el almacenamiento y la conservación de las cosechas. (Mercado, 2022, pp.47-48).

Por lo cual se realizó la presente investigación para contribuir al mejoramiento del rendimiento y calidad de maíz ya que con la ayuda del extracto de algas y hormonas de crecimiento se optimizarán los resultados en cuanto a la altura, diámetro, rendimiento de grano y calidad de las mazorcas de maíz.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de un extracto de algas marinas y hormonas de crecimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) híbrido Dekalb 7088, mediante la aplicación foliar para determinar el mejor tratamiento en el cantón Francisco de Orellana.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del extracto de algas marinas y hormonas de crecimiento en la altura y diámetro del maíz.
- Identificar el tratamiento que permita obtener mayor rendimiento en el peso y número de grano fresco del maíz.

1.4. Formulación de hipótesis

1.4.1. Hipótesis alternativa

Existirá al menos una diferencia significativa en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) híbrido DEKALB 7088 ante la aplicación de extractos de algas marinas y hormonas de crecimiento.

1.4.2. Hipótesis nula

No existirá al menos una diferencia significativa en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) híbrido DEKALB 7088 ante la aplicación de extractos de algas marinas y hormonas de crecimiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia del Maíz en el Ecuador

Según las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) reporta que Ecuador posee una superficie cosechada de maíz de 365.334 hectáreas (ha). Con un rendimiento promedio de 4,58 toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$) y una producción de 1.479.700 toneladas (t). a pesar del aumento de rendimiento del grano en los últimos años los productores de maíz demandan nuevas tecnologías y una mayor integración entre los diversos actores de la cadena productiva con la industria y consumidores. Además, este cereal posee más campos dentro de la mejora poblacional ya que se aprovecha al máximo el material vegetal; los tallos tiernos se los pueden chupar y cuando están secos se usa para forraje de ganado, construcción de chozas combustible y abono. Con también las brácteas que cubren la mazorca son usadas en la elaboración de humitas y también se pueden elaborar diversas artesanías. (Zambrano, et al. 2021).

En la región Litoral o Costa y en la Amazonia la producción y productividad del maíz amarillo duro se ha incrementado en los últimos años debido a una mayor tecnificación, permitiendo reducir las importaciones de maíz y que el país aproximadamente entre el 85 y 90% de las necesidades de grano, especialmente para el sector pecuario. los incrementos han sido posible con el aporte de las innovaciones realizadas en los campos del mejoramiento genético, con el desarrollo de variedades e híbridos de alto potencial, incluyendo sistemas de labranza, densidad de siembra, control integrados plagas y enfermedades, riego, fertilización y mejora en los procesos de cosecha y Poscosecha. (Caviedes et al., 2022. pp.1-3).

Gran cantidad de tierras en el Ecuador son destinadas al sembrío del cultivo, en donde se lo encuentra en varias provincias como; Azuay, Pichincha, Loja, por otro lado, se presenta en menor cantidad en Chimborazo, Bolívar, Tungurahua e Imbabura (región sierra). Además, se siembra también en las provincias de la costa como Manabí, Esmeraldas y Guayas (Contreras, 2017, pp.26-27).

2.2. Cultivo de maíz

2.2.1. Origen

El origen del maíz viene de una parte restringida de México emigrando hacia otros sitios de América. Actualmente existen dudas del origen de maíz americano ya que nunca fue mencionado en ningún tratado antiguo ni en la biblia hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón quien lo observo por primera vez en octubre de 1492 en la isla de cuba. El maíz se expandió aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala) a lo largo del acantilado occidental de México central, a 500 km de la ciudad. (Acosta, 2009, pp.1-5).

El ecosistema que dio lugar fue el invierno seco estacional en alternancia con las lluvias de verano y una región montañosa, de cuevas empinadas y sobre roca caliza. El origen proviene de una forma de maíz silvestre, un teocinle silvestre y un antepasado desconocido. Cada teoría deduce su evidencia apoyándose en diferentes campos de investigación desde la arqueología, los análisis bioquímicos, isoenzimáticos y moleculares, así como también los citogenéticos, morfológicos y taxonómicos. En los años 70 la idea más aceptada era del maíz silvestre como ancestro de la forma doméstica. Pero poco después en ellos años 80 la teoría más sostenida fue la del teocintle como progenitor del maíz. En la actualidad del origen del maíz no se encuentra dilucido y existen amplias investigaciones en este tema. (Castillo, 2009, pp.1-2).

México es el centro primario de diversidad genética y la zona Andina el secundario en donde el cultivo de maíz ha logrado una rápida evolución. Se menciona que, de las 50 razas encontradas en México, existen siete homologadas en Guatemala, seis en Colombia, cinco en Perú y dos en Brasil, esto hace que México haya sido el centro de difusión de estas, donde alrededor de 27 o más de la mitad de ellas han permanecido como variedades locales endémicas. Las otras han resumido en forma de varios modelos probables para el origen del maíz como es la evolución vertical del maíz moderno a partir del silvestre, progresión de teocintle a maíz, separación del maíz y el teocintle originados ambos en un ancestro común lográndose separar durante el proceso evolutivo, hibridación habiéndose originado el maíz como un híbrido entre teocintle y una gramínea desconocida. (Wyatt, 2016).

2.2.2. Descripción taxonómica

Según Acosta (2009, pp.113-120), la descripción taxonómica del maíz es la siguiente:

Tabla 1-2: Taxonomía del maíz

| | |
|------------------|---------------|
| Reino: | Plantae |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Liliopsida |
| Orden: | Poales |
| Familia: | Poaceae |
| Tribu: | Maydeas |
| Género: | <i>Zea</i> |
| Especie: | <i>mays</i> |

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

2.2.3. Descripción botánica

2.2.3.1. Morfología de la planta de maíz

De acuerdo con Arguello (2022, pp.5-6), la planta de maíz está constituida por una raíz fibrosa y un tallo erecto de diversos tamaños del cultivo con hojas lanceoladas dispuestos y encajados en el tallo, es una panoja que contiene la flor masculina, ya que la femenina se encuentra a un nivel inferior y es la que da origen a la mazorca. La planta puede alcanzar una altura de 2,50 metros, según el cultivo y las condiciones de explotación.

2.2.3.2. Sistema radical

Está compuesto por una raíz primaria, que tiene origen en la radícula y muy corta duración luego de la germinación. Para luego conformar un sistema de raíces adventicias que brota a nivel de la corona del tallo y que entrelazan fuertemente por debajo de la superficie terrestre. El desarrollo del sistema radical va a depender de 2 factores como son: la humedad y las condiciones de preparación del suelo que se presentan en la tierra en suelos bien preparados, porosos y con una buena humedad desde los inicios de la germinación, la raíz puede alcanzar hasta 1,80 metros de profundidad. (Arguello, 2022, p.5).

El suelo tipo franco arenoso se estima, que durante los primeros 25 días la planta tenga un rápido desarrollo que se aproxima a 40-50 cm el que se incrementará en mayor a menor tamaño si las condiciones de fertilidad, porosidad y humedad sean favorables, pueden alcanzar una profundidad de 1,60-1,80 metros. (Arguello, 2022, p.5).

2.2.3.3. *Tallo*

Posee un tallo erecto, de estructura carnosa formado por nudos, su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos, pero si una medula esponjosa y esta se puede observar si se realiza un corte transversal. Es el eje central del sostén de la planta en donde se adhieren las hojas en posición alterna. La consistencia interior es carnosa, filamentosa y con mucho contenido de agua. (Arguello, 2022, p.5).

2.2.3.4. *Inflorescencia*

Está conformado por una espiga o panícula ubicada como terminaciones del tallo (ápice) conformada por 25-30 espiguillas que tienen 2 flores envueltas en dos hojas llamadas glumas a su vez protegidas por los lemas. El maíz es una planta monoica con inflorescencia masculina y femenina. La flor está conformada por 2 folículos 3 estambres fértiles y 1 pistilo. La polinización, se produce cuando se ensanchan los folículos y se separan las glumas, salen los estambres y se abren las antenas dándole oportunidad a liberar el polen. La inflorescencia femenina está conformada por un caqui u tusa donde están, un par de glumas externas, 2 lemas, 2 paleas y 2 flores. Los estilos forman un penacho por el ápice de la mazorca con apariencia de cabellos que se ha denominado “barba de la mazorca” de la coloración amarilla pálida antes de la fecundación y rojizo cuando es fecundada. (Arguello, 2022, p.5).

2.2.3.5. *Hojas*

Se encuentran en posición alterna en el tallo en números de 20-30 hojas, conformadas por una vaina, el cuello y el plano foliar, de estructura flexible, fuerte nervadura central con nervaduras paralelas. La superficie es áspera y pubescente, la vaina es una estructura de forma cilíndrica abierta hasta el terminal que recubre el tallo el largo de la hoja a nivel intermedio que son de mayor longitud puede alcanzar 0,8-1,10 metros. son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. (Arguello, 2022, p.5).

2.2.3.6. *Fruto*

La mazorca de maíz maduro está compuesta por tres partes principales: la cubierta de la semilla pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión (también llamado germen), que llegara a ser una nueva planta. La mazorca está formada por una parte central llamada olote; que representa del 15 al 30% del peso de la mazorca, el grano se dispone en hileras longitudinales, teniendo cada

mazorca varios centenares, botánicamente en un fruto en cariósido conocido comúnmente como semilla o grano. (Nole, 2012, p.7)

2.2.3.7. *Los Granos*

Están estructurado de la siguiente manera: Capa externa o pericarpio de consistencia dura, donde internamente tiene una capa que contiene las proteínas y el color (amarillo o blanco), el endosperma que representa el 85 a 90% del grano, fundamentalmente maíces de granos grandes de donde se determina la capacidad nutritiva de los diferentes cultivos. El embrión que está formado por la radícula y la plúmula, que está localizado en el escutelo, y en la parte que se adhieren en la tusa están las glumas. La semilla de maíz está constituida por las siguientes estructuras: pericarpio, capa de células de aleurona, endospermo, capa de células epiteliales, escutelo, coléoptilo, plúmula, nudo cotiledónar, radícula y coleoriza. (Nole, 2012, p.7)

2.3. Fenología del maíz

Según Zambrano, et al (2021, pp.20-21), la fenología del maíz se divide en dos estados:

Tabla 2-2: Estados fenológicos del maíz.

| ESTADOS VEGETATIVOS | ESTADOS REPRODUCTIVOS |
|----------------------------|--------------------------------------|
| VE Emergencia | R1 sedas - Aparición de estigmas |
| V1 Primera hoja | R2 ampolla - Blíster |
| V2 Segunda hoja | R3 Grano lechoso |
| V3 Tercera hoja | R4 Grano pastoso |
| V(n) Enésima hoja | R5 Dentado |
| VT Aparición de Panojas | R6 Madurez Fisiológica -Grano maduro |

Fuente: DuPont Pioneer, 2015.

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

Durante el desarrollo de los estados fenológicos del maíz suceden eventos importantes en ciertos estados, que se señalan a continuación:

V3: Es la primera etapa del cultivo, el punto de crecimiento está bajo tierra, las bajas temperaturas pueden aumentar el tiempo entre la aparición de las hojas y el daño por helada en este estado tiene muy poco efecto en el crecimiento y en el rendimiento final.

V6: En esta etapa se debe completar la fertilización, ya que el sistema de raíces nodales está bien distribuido en el suelo. También nos permite observar síntomas de deficiencias de macro o micronutrientes.

V9: En esta fase varias mazorcas rudimentarias ya se encuentran formadas, la panoja se desarrolla rápidamente en el interior de la planta y empieza una rápida acumulación de biomasa, absorción de nutrientes y agua que continuará hasta casi el término del estado reproductivo.

V12: En esta etapa es posible determinar el tamaño potencial de mazorca y número potencial de óvulos por mazorca. Dado que se está formando el tamaño de la mazorca y número de óvulos, el riego y la nutrición son críticos.

V15: Este es el estado más importante para la determinación del rendimiento. Las hojas aparecen cada uno o dos días y las sedas comienzan a crecer en las mazorcas superiores.

R1: En este estado se determinan el número de óvulos fertilizados. Los óvulos no fertilizados no producen grano y mueren. En este momento el estrés ambiental afecta la polinización y cuaje, principalmente el estrés hídrico que deseca las sedas y los granos de polen. Además, a partir del inicio de este estado hasta R5 se produce un rápido llenado del grano por lo que se presenta también ataque de gusano cogollero por lo que es obligatorio realizar controles de plagas y enfermedades.

R2: Este estado empieza entre los 10 y 14 días después de la aparición del estigma. Alrededor del 85% de la drupa en desarrollo es húmeda y vesicular, siendo el endospermo y el fluido interno transparentes. A medida que los granos se expanden, las glumas se hacen menos visibles. (DuPont Pioneer, 2015, p.5).

R3: Se produce entre 18 y 22 días después de la aparición del estigma, cuando los granos empiezan a mostrar su color definitivo, es decir, amarillo o blanco o con una variación de blanco o amarillo anaranjado. (DuPont Pioneer, 2015, p.5).

R4: Se produce aproximadamente entre 24 y 28 días después de la aparición del estigma. días. Los granos tienen un contenido de agua de aproximadamente el 70% y el líquido que contienen se espesa hasta adquirir y formar una consistencia similar a la de la masa, donde adquieren su color final y aproximadamente la mitad de su peso seco. (DuPont Pioneer, 2015, p.5).

R5: Aquí los granos empiezan a secarse desde la parte superior donde se forma una capa blanca de almidón. Se debe evitar el estrés y las heladas ya que estos factores reducen el peso de los granos. Una vez llegado a R6 es donde el grano alcanza su peso máximo y es cosechado.

R6: El contenido medio de humedad de los granos es del 35% y se considera que están fisiológicamente maduros cuando alcanzan su peso seco máximo. Esto suele ocurrir entre 60 y 65 días después de la emergencia del estigma. (DuPont Pioneer, 2015, p.5).

2.4. Factores ambientales que afectan a la productividad del maíz

2.4.1. Temperatura

Uno de los factores climáticos determinantes en la producción vegetal, es la temperatura una de las más importantes. es posible observar que en años fríos el desarrollo de las fases fenológicas de las plantas se retrasa mientras que en años cálidos se adelanta. El desarrollo del maíz depende directamente de la temperatura para que no se modifique la evolución fisiológica de las plantas por efectos de los valores muy bajos y altos o cambios en el fotoperiodo. (Totis, 2008, pp.7-24).

El maíz requiere una temperatura óptima de 25 °C a 30 °C. es decir necesita bastante incidencia de luz solar. Para que se produzca la germinación de la semilla, la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. (Zambrano, 2009).

La temperatura tiene influencia en las tasas de metabolismo y representa una limitación para el potencial de rendimiento en muchas áreas tropicales. Los rendimientos de los cultivos en diferentes ambientes son desiguales y esto es por la duración del cultivo; cuanto mayor es el ciclo del cultivo, más radiación es interceptada. En áreas templadas con días largos y noches relativamente frescas el potencial de rendimiento es considerablemente mayor que en áreas tropicales. (Lafitte, 2001).

2.4.2. Suelo

El cultivo de maíz se adapta a una amplia variedad de suelos y puede producir buenas cosechas, pero se debe emplear cultivares adecuados y técnicas apropiadas al cultivo. En los suelos pesado (arcillosos) y muy sueltos (arenosos) se encuentra la mayor dificultad de desarrollo del cultivo. El primero por su facilidad para inundarse y el segundo por la tendencia a secarse excesivamente. Los suelos con textura media (francos), fértiles bien drenados, profundos y con elevada capacidad

de retención de agua. Son las mejores condiciones para que el maíz se desarrolle y llegue a su etapa final con un alto rendimiento. (Deras, 2014).

2.4.3. Salinidad

El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego. Las sales retrasan la nacencia de las semillas, sin afectar sus porcentajes de emergencia (un contenido de sales totales solubles de 0,5% en el suelo, o bien, 15,3 g/l en la solución del suelo). Las plantas mueren cuando la concentración alcanza valores de 1,15% ó 43 g/l. (Yzarra et al., 2019, pp.10-20).

2.4.4. Pluviometría

En el periodo de crecimiento son necesarias las aguas en forma de lluvias y se requiere entre 400 a 650 mm anual. Pero cuando esa cantidad de lluvia no es suficiente la humedad no puede ser almacenada en el suelo debido a la poca profundidad de éste o del escurrimiento o si la demanda evaporativa es muy grande por las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa. (Zambrano, 2009).

2.4.5. Sequía

La sequía ocurre durante el establecimiento del cultivo las plántulas mueren y su población se reduce; como el maíz tiene una escasa capacidad para producir macollos productivos, el cultivo no puede compensar el efecto de la sequía, aun cuando las lluvias sean adecuadas en el resto de la estación. La resiembra de las plantas perdidas es efectiva solo si se hace en una etapa temprana, ya que la alta variabilidad de las plantas sembradas tiene un efecto negativo sobre toda la producción. Si la sequía ocurre durante el llenado del grano, la velocidad y la duración del período de llenado decrecen; esto ocurre a causa de una reducción en la fotosíntesis y una aceleración de la senescencia foliar. El estrés del llenado del grano por lo general ocurre cuando las lluvias terminan temprano, en comparación con otros años; las variedades de madurez temprana pueden evitar tal estrés, pero a costa de una pérdida de potencial de rendimiento en los años de buenas lluvias. (Lafitte, 2001).

2.5. Siembra

En la siembra de un híbrido de maíz se recomienda distancias de 90 a 80 cm entre surcos, y cada 20 cm una semilla entre planta. Con estas distancias de siembra, si el 100% de las semillas

emergen, se obtienen poblaciones de 55.555 y 62.500 plantas por hectárea respectivamente. (Zambrano, et al. 202, p.36).

2.6. Fertilización

Antes de la fertilización es importante realizar un análisis de suelo por lo menos cada dos años para conocer la disponibilidad nutricional del suelo. Para el buen desarrollo del cultivo de maíz se requiere las extracciones medias de los principales macroelementos N-P-K por tonelada métrica de: 25 Kg de N, 11 Kg P₂O₅ y 23Kg de K₂O₅. Por cada 1000 Kg de producción esperada, se pueden dar las siguientes cantidades de abono: 30 Kg de N, 15 Kg de P₂O₅, 25 Kg K₂O₅ estas cantidades pueden ser corregidas dependiendo al resultado del análisis de suelo y sus resultados en fosforo y potasio asimilable. (Zambrano, et al. 2021).

2.6.1. Fertilización foliar

Es un método de nutrición instantánea que proporciona a los cultivos elementos esenciales, resolviendo las carencias de nutrientes mediante la pulverización de soluciones diluidas directamente sobre las hojas. Se ha convertido en una práctica habitual e importante para los agricultores, ya que favorece el buen desarrollo del cultivo y aumenta el rendimiento y la calidad del producto. (Quiminet, 2006).

Los tratamientos foliares son una herramienta importante para la gestión sostenible y productiva de los cultivos. Sin embargo, el conocimiento actual de los factores que influyen en la máxima eficacia de las aplicaciones foliares es aún incompleto. Así como se puede mencionar que las aplicaciones foliares son más respetuosas con el medio ambiente que la aplicación de nutrientes a través de las raíces. Tiene un efecto más inmediato y específico que la aplicación al suelo, ya que los nutrientes pueden aplicarse directamente al tejido vegetal en las fases críticas del crecimiento. (Fernández et al., 2015, p.159).

2.7. Control de malezas

El maíz tiene un periodo en su ciclo vegetativo que empieza desde la emergencia hasta 40-50 días, en este tiempo es más sensible al ataque de malezas. Se recomienda en zonas altas de malezas aplicar glifosato en dosis de 2-3 l/ha, después de las primeras lluvias. En la siembra se recomienda la aplicación de herbicidas selectivos a base de Atrazina en dosis de 2.0 2.5 kg/ha de producto comercial en 4000 l de agua, la aplicación puede realizarse después de la siembra, en preemergencia, o en post emergencia temprana. (Zambrano, et al. 2021, p.40).

2.8. Plagas

2.8.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith)

Pertenece al orden de los lepidópteros, familia Noctuidae, esta plaga daña los cogollos y las mazorcas atacando como gusanos cortadores y gusanos militares. Las polillas adultas son de color pajizo y miden entre 30 y 35 mm de ancho. Las hembras comienzan la oviposición 4-5 días después de la eclosión, poniendo hasta 100 huevos en grupos de 10-15, de color rosa pálido, que luego se vuelven más oscuros, de forma semiesférica y rayada, cubiertos de telarañas segregadas por la hembra. Al cabo de dos o tres días eclosionan las pequeñas larvas blancas, con dos puntos oscuros en cada segmento del cuerpo y una cabeza negra. Cuando están completamente desarrolladas, alcanzan una longitud de 45 mm y su color varía del verde claro al marrón, llegando casi al negro, con una línea oscura y un par de líneas laterales blancas que recorren el cuerpo y un marcado dibujo en forma de "Y" invertida en la cabeza. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

Las larvas más pequeñas se alimentan arañando la superficie de las hojas, dejando la cutícula inferior casi intacta y translúcida; a continuación, los gusanos muerden las hojas y las larvas más grandes penetran en los brotes a través de profundas picaduras, dañando los brotes terminales y matando la planta, al igual que hacen al cortar plantas jóvenes. También pueden penetrar en las espigas de arroz y dañar el grano. Al igual que los gusanos militares, entran en la planta y devoran completamente las hojas. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

2.8.2. El barrenador del tallo (*Diatraea spp*, Walker)

Pertencen al orden Lepidoptera, familia Pyralidae. Los adultos son mariposas de color rojizo brillante, las alas anteriores con líneas y algunas manchas negras, las alas posteriores amarillentas. La hembra pone los huevos en hileras, normalmente en el envés de las hojas, depositando huevos elípticos, aplanados y de color amarillo claro. Las larvas se alimentan primero de hojas o brotes tiernos, luego penetran en el tallo y crean túneles longitudinales, provocando el debilitamiento de las plantas y, a menudo, su caída. La larva completamente desarrollada mide 25-30 mm de largo, es de color claro y tiene la cabeza marrón. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

2.8.2.1. Control Cultural

Es esencial crear un entorno favorable para los cultivos y desfavorable para las plagas. Las prácticas de labranza más importantes son la eliminación de la paja y los residuos de cultivos, la

rotación de cultivos, los cultivos intercalados, la preparación adecuada del suelo, la siembra a tiempo y la eliminación de plantas infectadas o muertas. (Deras, 2014. pp.20-27)

2.8.2.2. *Control biológico*

Para controlar las plagas del maíz se utilizan diversos agentes naturales de control, como: (pájaros, avispas, chinches y otros), parasitoides (avispa y moscas) y entomopatógenos (hongos, bacterias, nematodos), que infectan y matan a los insectos plaga. Por lo tanto, es necesario no abusar de los insecticidas, sobre todo cuando se fumiga, ya que se destruye esta fauna beneficiosa. (Deras, 2014. pp.20-27)

2.8.2.3. *Control químico*

Para el control de la polilla *Spodoptera frugiperda*, se pueden utilizar preparados vegetales como Neem X en dosis de 0,5 a 1 l/ha. Si el ataque es grave, puede controlarse con preparados a base de clorpirifos en dosis de 0,75 a 1 l/ha en 300 litros de agua. También se pueden preparar cebos tóxicos utilizando 50 cm³ de insecticida (Clorpirifos) en un litro de agua mezclado con 45 kg de arena fina; esta preparación se coloca en una pequeña cantidad por cabeza de planta, suficiente para una hectárea. Se recomienda aplicar el cebo cuando el cultivo tenga entre 30 y 45 días. (Deras, 2014. pp.20-27)

2.9. **Enfermedades**

2.9.1. *Enfermedades foliares*

2.9.1.1. *Puccinia sorghi* y *P. polysora*

Son responsables de la roya del maíz, cuyos síntomas aparecen en forma de pequeñas pústulas de color rojo ladrillo o rojo pálido, según la especie. Los cultivos autóctonos son más susceptibles, pero los híbridos y el material mejorado pueden ser resistentes. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

2.9.1.2. *Helminthosporium maydis*

Produce manchas más pequeñas, alargadas o ligeramente redondeadas. El color final oscila entre el marrón claro y el pajizo.

2.9.1.3. *Helminthosporium turcicum*

Aparecen manchas alargadas, que pueden fusionarse para formar otras más grandes. Al principio, el color se vuelve verde grisáceo y luego cambia a bronceado. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

2.9.1.4. *Mancha negra de la hoja*

Causada por el hongo *Phyllachora maidis*, provoca pequeñas manchas o lesiones negras y brillantes, casi redondas. Suele encontrarse en condiciones invernales húmedas y frías. Las plantas son más susceptibles después de la floración. (Deras, 2014. pp.28-33)

2.9.2. *Daño en las mazorcas.*

2.9.2.1. *Diplodia zeae*

Afecta a la cesta, que se vuelve blanco y pierde clorofila, y las brácteas se vuelven adherentes debido a las estructuras del hongo. Los granos adquieren un color grisáceo y, en una fase más avanzada, la espiga se cubre de micelio del hongo y se encuentran picnidios en el interior de los granos. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

La penetración del hongo se produce a través de la base de la espiga, a partir de infecciones procedentes del tallo. El hongo penetra por los entrenudos o por el corazón de la planta. Se produce durante las épocas de cosecha en climas húmedos. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

2.9.2.2. *Fusarium moniliforme*

Afectan a granos individuales o a un grupo de granos remojados en la mazorca. Los granos infestados presentan un color marrón rosáceo y un moho polvoriento o algodonoso. Los granos dañados por los gusanos de la espiga, los pájaros y las ardillas son muy susceptibles. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

2.9.2.3. *Ustilago maydis*

Puede aparecer en todas las partes de la planta, pero es más frecuente en la espiga. Forma grandes agallas, cada núcleo crece bastante, inicialmente de color plateado debido a las estructuras del hongo, y en su interior está lleno de una masa negra que corresponde a las esporas. La oreja está completamente destruida. (Zambrano, et al. 2021, p.66-90).

2.9.3. Daños en el tallo.

2.9.3.1. Pudrición acuosa del tallo

Está causada por la bacteria *Dickeya zeae* Samson et al. (con *Erwinia chrysanthemi* pv *zeae*). Un síntoma característico que identifica esta enfermedad en plantas jóvenes es la aparición de brotes amarillos en la planta que se desprenden fácilmente del tallo. El tejido de la base de los cogollos es blando, de color blanco cremoso y maloliente. En las plantas adultas, las hojas próximas a las espigas están secas y erectas y los tallos muestran síntomas de podredumbre blanda. En las espigas de las plantas infestadas por *Dickeya. zeae*, puede observarse una podredumbre acuosa de los brotes con granos de color blanco nacarado, acuosos y malolientes. (Deras, 2014. pp.28-33)

Los días muy calurosos favorecen la infección, normalmente después de la lluvia o el riego. Las plantas enfermas en el campo contribuyen a que la enfermedad se propague rápidamente a través de los insectos y las salpicaduras de lluvia. (Deras, 2014. pp.28-33).

Para que las enfermedades no se conviertan en un problema grave para el cultivo, deben llevarse a cabo con regularidad las siguientes medidas preventivas:

- Utilice semillas certificadas de híbridos resistentes o tolerantes a las principales enfermedades de la zona.

- Eliminar los residuos del cultivo anterior
- Controle las malas hierbas dentro y alrededor del cultivo.
- Evite las siembras tardías, sobre todo en zonas húmedas.
- Alterne este cultivo con leguminosas.

2.10. Cosecha

La recolección del maíz es una de las fases más críticas del proceso de producción, cuyo objetivo es que el producto salga del campo en las mejores condiciones posibles. Puede cosecharse cuando los granos han alcanzado la madurez fisiológica, es decir, con un contenido de humedad del 28-35%; sin embargo, el alto contenido de humedad limita la cosecha mecánica, por lo que se recomienda cosechar con un contenido de humedad del 18-25%, momento en el que los granos deben secarse inmediatamente. (Zambrano, 2009).

2.11. Almacenamiento

Es necesario un almacenamiento adecuado para mantener la integridad de los granos. Los granos deben tener un contenido de humedad del 12-13 % y almacenarse en un entorno seco y bien ventilado. Las pastillas de fosforo de aluminio se utilizan para controlar los insectos en el grano almacenado. En silos se recomiendan de 3 a 6 comprimidos por tonelada, a granel bajo lona, en barcos, camiones o furgonetas de 6 a 10 comprimidos por tonelada y en sacos de 2 a 3 comprimidos por tonelada. Cabe señalar que la temperatura óptima para el desarrollo de plagas de insectos en el almacenamiento se sitúa en torno a los 25 °C. A temperaturas inferiores a 13 °C y una humedad relativa inferior al 40 %, las plagas no se reproducen. (Zambrano, 2009).

2.12. Híbrido

Gostincar (1998, pp.383-394) afirma que "las variedades híbridas resultan del cruce de dos líneas puras y tienen la ventaja de presentar heterosis o el llamado vigor híbrido. En las variedades híbridas, todos los individuos de la población son idénticos pero heterocigóticos, es decir, no pueden reproducirse con individuos idénticos a ellos. Las líneas puras de plantas autofecundadas podrían mantenerse indefinidamente, generación tras generación, si las plantaciones se mantuvieran libres de plantas extrañas. Las variedades sintéticas pueden desequilibrarse y perder rendimiento debido al efecto selectivo del entorno sobre los individuos de la población inicial. Por último, cabe señalar que las variedades híbridas no se conservan, es decir, su progenie no es idéntica a los progenitores y ofrecen un alto grado de variabilidad".

Quimi (2015, p.11), asegura que "los cruces de maíz mejoran las variedades, lo que da lugar a mayores rendimientos y a una mayor producción".

Morán (2012, pp.3-5), expresa que el maíz ha sido tomado como un cultivo ampliamente estudiado para la investigación científica en genética. Su genotipo se estudia constantemente y, al ser una planta anual, proporciona mucha información porque tiene partes maternas (femeninas) y paternas (masculinas), lo que permite realizar varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado. Los objetivos de estos cruces son obtener altos rendimientos en producción. Por ello, se seleccionan en masa las plantas más resistentes a los virus, las condiciones climáticas desfavorables y las plagas.

Mesías (2015, p.24), testifica que las semillas mejoradas son una contribución estratégica a la agricultura porque ayudan a aumentar la producción, el rendimiento y la eficacia para satisfacer las necesidades alimentarias y competir internacionalmente". Los altos rendimientos por 25

hectáreas a bajo coste, la resistencia a los fuertes vientos y a las enfermedades fúngicas, y la baja estatura que facilita la cosecha son ventajas de los híbridos con los que se trabaja actualmente, además de que se dispone de híbridos para diferentes regiones.

2.12.1. Maíz híbrido

El maíz híbrido, que se produce desde 1930, se ha mejorado cada año gracias a la tecnología para lograr mayores rendimientos en cada generación. Como resultado, el rendimiento del maíz híbrido ha aumentado entre un 0,7% y un 2,6% anual en los últimos 40 años. Pueden utilizarse tanto en cultivos de secano como de regadío. (Lesur, 2005).

Los híbridos se producen mediante el cruce controlado de plantas con rasgos genéticos muy diferentes, lo que da lugar a la viabilidad de los híbridos. Al igual que ocurre con el maíz nativo, existen híbridos precoces, medios y tardíos, adecuados para diferentes altitudes y precipitaciones, más resistentes a determinadas plagas y enfermedades, más resistentes al encamado o al vuelco, más tolerantes a los herbicidas o con más proteínas y aceite. (Lesur, 2005).

2.12.1.1. Ventajas del uso de híbridos

Mesías (2015, p.25), dice que entre las ventajas de los híbridos sobre las variedades criollas y sintéticas se encuentran: mayor producción de grano; uniformidad de floración, altura de planta y madurez; plantas más cortas pero vigorosas, resistentes al encamado y quebrado; mayor sanidad de mazorca y grano; en general, mayor precocidad y desarrollo inicial.

2.12.1.2. Desventajas del uso de híbridos

Mesías (2015, p.25), señala como desventajas: la reducida área de adaptación, tanto en el tiempo como en el espacio (alta interacción genotipo-ambiente); la baja variabilidad genética, que la hace vulnerable a las epifitas; la necesidad de obtener semilla para cada cultivo y su alto costo; la necesidad de tecnología e insumos avanzados para explotar el potencial genético; los bajos rendimientos de forraje y rastrojo.

Necesita una temperatura óptima de entre 25°C y 30°C. Exige suficiente luz solar. Los suelos más adecuados para el cultivo del maíz son los suelos francos o franco-arcillosos con buen drenaje. (Cruz, 2013).

2.13. Características agronómicas del DK 7088

Es un Híbrido de maíz amarillo con excelente tolerancia bajo diversas condiciones tropicales y alta sanidad vegetal. Alta adaptabilidad para producir mayores rendimientos cuando se cosecha en diferentes condiciones.

Según Ecuaquímica, (2010), las características agronómicas del híbrido DK 7088 son las siguientes:

Días a la Floración: 54

Días a cosecha: 135

Altura de planta: 2.32 m

Altura de inserción a Mazorca: 1.45 m

Cobertura a mazorca: Buena

Helminthosporium: Tolerante

Cinta Roja: Muy Tolerante

Mancha de Asfalto: Tolerante

Pudrición de Mazorcas: Muy Tolerante

Numero de hileras por Mazorca: 16 – 20

Color de Grano Amarillo Anaranjado:

Textura de Grano: Cristalino ligera capa harinoso

Relación Tuza/Grano: 81/19

Potencia de Rendimiento: 280 quintales

2.14. Hormonas vegetales

2.14.1. Importancia en la agronomía

Borjas et al. (2020) señala que los bioestimulantes agrícolas incluyen sustancias en diversas formulaciones que se aplican a las plantas o suelos para regular y mejorar los procesos fisiológicos de los cultivos para hacerlos más eficientes. Los bioestimulantes intervienen en la fisiología de las plantas no sólo a través de los nutrientes, sino también por otros canales, mejorando la viabilidad, el rendimiento y la calidad, y contribuyendo a la conservación del suelo tras la plantación. Los bioestimulantes se emplean a menudo en la producción agrícola de todo el mundo y pueden contribuir eficazmente a afrontar los retos de la creciente demanda de alimentos debida al aumento de la población mundial. Aunque los bioestimulantes se utilizaron inicialmente sobre

todo en la agricultura ecológica y en el cultivo de hortalizas de alto valor, ahora desempeñan un papel cada vez más importante en la agricultura convencional, como complemento de los fertilizantes y los productos fitosanitarios, así como en las prácticas agronómicas generales. Es decir, son totalmente compatibles con las técnicas agrícolas más avanzadas de Gestión Integrada de Cultivos (Integrated Crop Management), que es el pilar principal de la agricultura sostenible.

- Los bioestimulantes aumentan el crecimiento y el desarrollo de las plantas a lo largo de todo el ciclo vital del cultivo, desde la germinación hasta la madurez de los cultivos.
- Aumenta la eficacia del metabolismo de las plantas, lo que se traduce en un mayor rendimiento y una mejor calidad de las cosechas.
- Efectúa la tolerancia de las plantas al estrés abiótico y la capacidad de recuperarse de él.
- Permite la asimilación, el movimiento y el uso de los nutrientes.
- Mejora la calidad del rendimiento del cultivo, incluido el contenido de azúcar, el color, el tamaño del fruto, etc.
- Regular y aumentar el contenido de agua de las plantas.
- Aumenta algunas de las propiedades fisicoquímicas del suelo y facilita el desarrollo de los microorganismos del suelo.

2.14.2. Bioestimulantes

Urrutia (2019, p.10), explica: Son aminoácidos y compuestos orgánicos obtenidos por hidrólisis enzimática. Tienen la propiedad de potenciar la actividad de las enzimas que influyen en la regulación del equilibrio bioquímico, aumentar los procesos metabólicos y activar la síntesis de hormonas naturales, lo que resulta útil para el desarrollo de las plantas.

Los aminoácidos contenidos en los bioestimulantes, una vez aplicados sobre la superficie foliar, penetran a través de la cutícula en los haces conductores y se distribuyen por toda la estructura de la planta, especialmente en las zonas meristemáticas, formando parte de la energía metabólica enzimática dentro de la célula. También proporciona formación de ARN mensajero y bloqueo en la regulación enzimática de la actividad génica, ya que las enzimas son proteínas compuestas de aminoácidos que provocan la inhibición y activación por el producto final a través de efectos alostéricos, en este caso aminoácidos que entran en el citoplasma a través de la glutamiltransferasa.

Las enzimas que dirigen la síntesis de los productos finales se regulan a nivel de catálisis o reacciones de síntesis. En este caso, estos aminoácidos actuarán cuando los sistemas metabólicos

de la planta se vean suprimidos por factores exógenos como el clima, la poda, la replantación o el tipo de suelo. (Ancajima, 2016, p.95).

2.14.3. Fitorreguladores

Quilambaqui (2003, p.2) señala que son producidos por las propias plantas, normalmente en diferentes lugares donde se supone que deben actuar. Son compuestos orgánicos naturales que, suministrados a las plantas en pequeñas concentraciones, aceleran o alteran su funcionamiento.

Weaver (1985, p.134), informa de que los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos, distintos de los nutrientes, que en pequeñas cantidades promueven, inhiben o alteran de otro modo un proceso fisiológico de la planta.

Lira (1994, p.409), explica que una hormona vegetal es una sustancia orgánica sintetizada en la estructura de la planta que, a bajas concentraciones, puede activar, inhibir o alterar de alguna manera cualquier proceso fisiológico de la planta.

Medina (2003, p.75), explica que una hormona es una sustancia orgánica sintetizada en el interior de la planta que, en pequeñas concentraciones, puede activar, inhibir o alterar su crecimiento. Así como las funciones básicas de las plantas están determinadas por las hormonas, que determinan el grado de crecimiento de tallos y raíces y el periodo de crecimiento de raíces, tallos y otras partes de la planta. Las hormonas controlan las características de las plantas, no los fertilizantes. Urrutia (2019, p.11), afirma que el crecimiento de las plantas se ha asociado tradicionalmente de forma exclusiva a los denominados reguladores del crecimiento, como las sales minerales.

2.14.4. Efecto de las fitohormonas sobre las plantas

Su acción consiste principalmente en estimular las raíces y favorecer la floración, la maduración de los frutos, el crecimiento y el desarrollo de las plantas. No todas las sustancias tienen el mismo efecto sobre los mismos procesos fisiológicos. Las hormonas más utilizadas se clasifican en las siguientes categorías. Auxinas, giberelinas, citoquininas y otras sustancias. (Medina, 2003, p.75).

2.14.5. Las hormonas vegetales y el balance hormonal

Estas sustancias, conocidas como hormonas, influyen en todos los aspectos del crecimiento y el desarrollo de las plantas. Estas hormonas vegetales están presentes en diferentes cantidades y en diferentes fases de desarrollo en las distintas especies de plantas. Deben estar presentes en las

cantidades deseadas y óptimas a lo largo del ciclo de desarrollo de la planta para maximizar la expresión génica. Las hormonas vegetales pueden alterar la respuesta de las plantas al estrés biótico o abiótico por dos razones. El sistema radicular, o simbiosis, vigila las condiciones ambientales y transmite los cambios al resto de la planta alterando la proporción de hormonas presentes en los tejidos vegetales. (Alcántara et al. 2019, p.112).

2.14.6. Auxinas

Muñoz (2016 p. 182), afirma que estas fitohormonas fueron los primeros encontrados en plantas. En sus experimentos, Darwin, Boisson Jensen y Poe en el año 1919 formularon la hipótesis de que "en la respuesta de la corona de las gramíneas a la luz, hay una sustancia que se mueve de forma polarizada y transmite la señal de la luz desde la punta hasta la base de la corona". Por tal razón llamaron a esta sustancia auxina, de la palabra griega "auxein" (crecimiento), porque una de sus principales funciones es regular el crecimiento de los tallos jóvenes.

2.14.6.1. Síntesis y degradación

Jordán y Casaretto (2006, p.26), afirman que "la auxina está presente en todos los tejidos vegetales, con concentraciones más elevadas en las zonas de crecimiento vigoroso. La síntesis de IAA se produce principalmente en los meristemos apicales de las raíces, las hojas jóvenes y los frutos en desarrollo". Se conocen varias vías para la síntesis de IAA en las plantas, y cada una de las enzimas e intermediarios de estas vías no está definida en detalle. Las plantas suelen utilizar dos vías biosintéticas para producir IAA, una dependiente del triptófano (Trp) y otra independiente del triptófano, siendo la primera la más importante y de la que se dispone de más información. La síntesis del triptófano es una de las más complejas de todos los aminoácidos.

2.14.6.2. Efectos fisiológicos

Weaver (1985, p.134), informa: Las auxinas tienen diversos efectos en las plantas; influyen en el crecimiento, el tropismo, la dominancia apical de los brotes, la división celular, la formación de raíces adventicias, la abscisión, la partenogénesis, la respiración, la diferenciación, y entre otros.

2.14.7. Ácido Giberélico

Muñoz (2016 p.185), en un estudio en el que científicos japoneses obtuvieron cristales de compuestos que promueven el crecimiento de un hongo (*Gibberella fujikuroi*) causante del

"bakanae", una enfermedad de los tallos del arroz que crece en exceso e inhibe la producción de semillas las denominaron giberelinas. En 1955, durante la fabricación del ácido giberélico las sustancias se purificaron y analizaron estructuralmente en el proceso.

2.14.7.1. Síntesis y degradación

La síntesis de la Giberelina puede ocurrir en varios lugares, eso sin considerar las semillas de algunas de algunos de cereales. Ya en plantas, la síntesis y presencia de grandes cantidades de estas fitohormonas se pueden detectar en las hojas y yemas que están en activo crecimiento, en etapas o ciclo de desarrollo avanzado a nivel de frutos, y en menor medida en su sistema radical. Las formas activas de las Giberelinas no necesariamente se pueden encontrar en todos los órganos de síntesis, dado que sólo algunas fases de la síntesis pueden ocurrir en ellos. Distintos intermediarios se encuentran fluyendo por el floema, distribuyéndose a varios órganos de destino donde se completa la conversión a moléculas activas. (Jordán y Casaretto 2006, p.26)

La síntesis de la Giberelina puede originarse en diferentes partes, excluidas en las semillas de algunas especies de cereales. En las plantas, la síntesis y presencia de muchas de estas fitohormonas puede detectarse en las hojas y yemas florales en crecimiento activo, en fases posteriores del ciclo de fructificación o en el ciclo de desarrollo y, en menor medida, en sus sistemas radiculares. La forma activa de la Giberelina no se encuentra presente en todos los órganos de síntesis, ya que en estos sólo pueden producir determinados pasos de la síntesis. Se ha comprobado que diferentes productos intermedios circulan por el floema y se distribuyen a los distintos órganos de destino, donde se completa la conversión en la molécula activa. (Jordán y Casaretto 2006, p.26)

2.14.7.2. Efectos fisiológicos

Urrutia (2019, p.13) señala que las giberelinas actúan en una variedad de procesos fisiológicos en las plantas. Elongación de tallos, inducción de la floración en muchas especies y estimulación de la síntesis de α -amilasa en semillas de cereales. El tamaño del tallo se ve afectado por la giberelina al aumentar la longitud de los entrenudos sin afectar al número de éstos. Esto es más evidente en los tallos jóvenes.

2.14.8. Citoquininas

Muñoz (2016 p.187), señala que estas son el grupo de hormonas menos conocido. No se han encontrado mutantes defectuosos en citoquininas, por lo que se desconocen los genes

responsables de su síntesis. La naturaleza insustituible de estas hormonas podría significar que las mutaciones en sus genes de síntesis son letales. Se puede añadir que muchos microorganismos que pueden relacionarse con las plantas son capaces de sintetizarlas, por lo que se sugiere que las plantas pueden ser simbioses obligados. En general, puede decirse que las citoquininas no sólo estimulan la división celular, sino que también tienen otros efectos fisiológicos.

2.14.8.1. Síntesis y degradación

Jordán y Casaretto (2006, p.26), afirman que las citoquininas se localizan en el sistema de conducción del líber y la xilema, y su presencia se considera una posible señal relacionada con deficiencias de nutrientes en el suelo. La degradación de las citoquininas puede inactivarse mediante "O-glicosilación por grupos hidroxilo terminales o N-glicosilación por adenina N3 o N7 en las citoquininas de tipo zeatina". Por otra parte, el papel de esta hormona vegetal en las plantas está relacionado principalmente con su capacidad para estimular la división y diferenciación celular, provocando la dominancia apical junto con otras hormonas de crecimiento (por ejemplo, la auxina), permitiendo el crecimiento de brotes axilares y adventicios, que son hormonas clave para la inducción de la formación (hojas, raíces, espinas, cotiledones). Además, una de las funciones de las citoquininas es retrasar la senescencia de las hojas, favoreciendo que permanezcan verdes durante más tiempo debido a su mayor contenido en clorofila. También permiten que los cloroplastos se desarrollen en la oscuridad (forman gránulos), sustituyendo parcialmente la necesidad de luz.

2.14.8.2. Efectos fisiológicos

Stoller (2015, p.32), afirma que las citoquininas se desplazan a la parte superior de la planta y estimulan la formación de ramas y hojas. La auxina producida por el nuevo tejido se transporta a la parte inferior de la planta, donde se combina con la citoquinina para estimular la división celular y maximizar el desarrollo de la planta. La proporción de auxina y citoquinina determina el tipo de crecimiento: más auxina, más crecimiento de las raíces; más citoquinina, más división celular, incluida la formación y el crecimiento de brotes axilares.

Urrutía (2019, p.14), informaron que la citoquinina estimula la elongación celular después de la estimulación de los discos foliares, un efecto que no puede ser inducido por la auxina e incluso elonga las células en hojas bien desarrolladas. Además, favorece la expansión celular.

2.14.9. Extracto de algas

Las algas marinas son uno de los recursos marinos más importantes del mundo y se utilizan como alimento para el ganado, para el consumo humano, como materia prima para muchas industrias, como fertilizante en la agricultura y como fuente de ficocoloides vegetales como el agar, el ácido algínico y la carragenina. (Sathya et al., 2010, pp.50-63)

La práctica de la biofertilización con especies de valor agronómico basadas en algas marinas ha demostrado aumentar el rendimiento y la buena calidad de los cultivos con su aplicación directa o sus derivados (Canales, 1999). Las plantas han respondido a las aplicaciones de algas marinas con mayores rendimientos, mejor absorción de nutrientes, mejor germinación de las semillas, mayor contenido de clorofila y mayor tamaño de las hojas. (Zermeño et al., 2015).

El contenido de clorofila de las hojas está estrechamente relacionado con el estado nutricional de la planta. Estudios anteriores han demostrado que los extractos de algas marinas que contienen citoquininas, coenzima y betaína pueden aumentar significativamente las concentraciones de clorofila en las hojas de los vegetales. (Thirumaran et al., 2009, pp.50-56).

Los extractos de algas marinas se utilizan como biofertilizantes, son sustancias bioactivas naturales solubles en agua y fertilizantes orgánicos naturales que favorecen la germinación de las semillas y aumentan el desarrollo y el rendimiento de los cultivos. Además, se aplica como suplementos nutricionales, bioestimulantes o biofertilizantes en agricultura y horticultura. (Hernández et al., 2014). Actualmente, las comunidades costeras de todo el mundo manejan a las algas para las enmiendas del suelo. La eficacia de los abonos de algas compostadas depende de su composición, de los patrones de mineralización bioquímica y del momento en que se necesiten los nutrientes y los cultivos. Las algas están disponibles comercialmente y se consideran un recurso para la agricultura ecológica. (Rebours et al. 2014).

Actualmente se comercializa un número considerable de especies de algas pertenecientes a los géneros *Macrocystis*, *Eklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum*. Por supuesto, los métodos de transformación, la calidad del producto y la eficacia dependen en gran medida del tipo de alga utilizada, pero la *Ascophyllum nodosum* es probablemente la especie de alga más estudiada y utilizada en la agricultura. Se ha demostrado que la aplicación de esta especie de algas a las semillas favorece una germinación más temprana y hace que las plantas sean más resistentes al estrés durante el crecimiento; en determinadas condiciones, también se ha utilizado la aplicación al suelo y la inmersión de las raíces en soluciones de extracto de algas. (Maas, 2001, p.100).

El uso de algas marinas y sus derivados en la agricultura ha dado altos rendimientos y buena calidad de los frutos, debido a que las algas contienen todos los elementos mayores, todos los elementos menores y todos los oligoelementos que se encuentran en las plantas; además, hay 27 sustancias naturales conocidas hasta ahora que actúan como reguladores del crecimiento de las plantas. Vitaminas, carbohidratos, proteínas, biocidas contra ciertas plagas y enfermedades, y agentes quelantes como sustancias orgánicas. Los extractos de algas marinas a base de bioestimulantes están entrando cada vez más en el área agrícola y permiten su uso en la agricultura ecológica, ya que no se necesitan fertilizantes, pesticidas ni hormonas. (Ubilla, 2016).

Según Intagri, (2017), Las algas marinas se utilizan en la agricultura en forma de harinas, extractos y polvos solubles. Varios experimentos realizados en distintos países han demostrado la eficacia de las algas en los siguientes cultivos: cacahuetes, donde aumentaron el volumen de las semillas y el contenido de proteínas; coliflor, con un aumento significativo del diámetro de las flores; crisantemos, con una reducción significativa del número de arañas rojas y pulgones; pimientos, con un aumento de la absorción de B, Cu, Fe, Mn y Zn; maíz y judías, con un aumento del rendimiento del 1,5% y el 7,7%; el pepino aumentó el rendimiento en más de un 40%, aumentó el tiempo de almacenamiento de 14 a 21 días y redujo las poblaciones de araña roja; y los tomates aumentaron la tolerancia a las heladas.

2.14.9.1. Efectos fisiológicos

El efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es el de aumentar el crecimiento de las plantas), adelantar la germinación de las semillas, retrasar la senescencia, reducir la infestación por nemátodos e incrementar la resistencia de enfermedades fúngicas y bacterianas. (Arthur, et al., 2003)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del área de investigación

El trabajo experimental se realizó en la Finca García propiedad del Sr Moisés García ubicado en la provincia de Orellana, Cantón Francisco de Orellana, Vía Guayusa Km 10.

3.1.1. Ubicación Política

País: Ecuador
Provincia: Orellana
Cantón: Francisco de Orellana
Parroquia: San José de Guayusa
Comunidad: San Miguel de Guayusa
Latitud: -0, 1833° o 0° 10' 60' Sur
Longitud: -77, 1747° o 77° 10' 29' Oeste
Altitud: 393 metros (1.289 pies)

3.1.2. Ubicación Geográfica

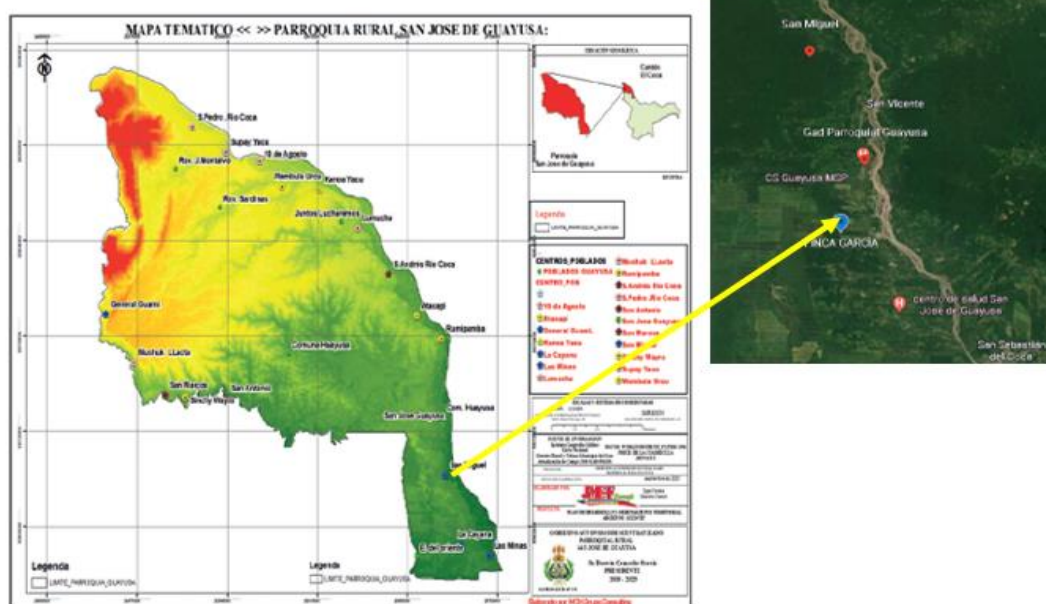


Ilustración 1-3: Ubicación del cultivo experimental

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

3.2. Materiales

3.2.1. *Material experimental*

El material utilizado para la investigación fue: cultivo de maíz variedad DEKAL 7088, para la implantación de las diferentes hormonas de crecimiento.

3.2.2. *Equipos y herramientas*

Pulverizador, bomba de mochila de 20 litros, machete, balanza, calibrador, dendrómetro, flexómetro, GPS, recipientes.

3.2.3. *Materiales de oficina*

Computadora, impresora, libreta, celular, papel bond, esferográficos, lápiz, borrador.

3.2.4. *Insumos agrícolas*

Semillas de maíz DEKAL 7088, hormonas de crecimiento (auxinas, citoquininas y giberelinas), extracto de algas, insecticidas, herbicidas, fertilizantes foliares y edáficos.

3.3. Metodología

3.3.1. *Tipo de investigación*

La presente investigación tiene un enfoque inductivo con variable cuantitativas logrando un alcance descriptivo al finalizar el presente trabajo experimental.

3.4. Manejo del experimento

3.4.1. *Análisis de suelo*

El muestreo del suelo se realizó antes de preparar la tierra para la plantación, esto se hizo con mucho cuidado, se identificaron 25 puntos (submuestras homogéneas) y se pesó 1Kg para el análisis, en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ubicado en el cantón

Joya de los Sachas, los resultados se obtuvieron al cabo de 15 días laborables en el laboratorio de suelos (ANEXO A).

3.4.2. Limpieza del terreno

Para esta labor se utilizó machetes para eliminar toda la maleza y que nos quede el terreno apto para la siembra del maíz.

3.4.3. Preparación del terreno

No se realizó ninguna preparación del terreno ya que se aplicó labranza cero.

3.4.4. Trazado y demarcación del terreno

Según el diseño experimental se procedió a realizar el trazar el terreno por bloque, subparcelas, calles, para la demarcación se utilizaron piolas, flexómetro, estacas, letreros.

3.4.5. Siembra

Esta labor se realizó de forma manual utilizando espeques el 23 de octubre del 2022, colocando una semilla de maíz en cada hoyo con una distancia de 20cm entre plantas y 80cm entre surco, dando una población de aproximada de 1.600 plantas, estas fueron establecidas de acuerdo con el croquis experimental.

Antes de realizar la siembra se aplicó cal en todo el terreno para corregir la acidez y evitar toxicidad por aluminio para las raíces de las plantas, y al mismo tiempo aportamos calcio necesario para el crecimiento y desarrollo de los vegetales.

3.4.6. Control de malezas

En esta labor se realizó el control de la saboya (*Panicum máximum Jacq.*) aplicando 32 g/ha de Nicossh (Nicosulfuron) + 1 Kg/ha de Gesaprim 90 (Atrazina), a los 30 días después de la siembra. Se realizó una sola fumigación con bomba de mochila y el resto de tiempo de duración del cultivo se empleó la limpieza manual con machetes para evitar el uso excesivo de químicos y cuidar el suelo.

3.4.7. Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo con las necesidades del cultivo y en base al análisis del suelo fueron las siguientes:

8 días: Fuerza verde inicio-vía foliar.

20 días: Fuerza verde especial -vía foliar + muriato de potasio 50g por planta.

30 días: Fuerza verde especial- vía foliar.

40 días: Yaramila complex 50g por planta + Urea.

50 días: Yara vita – vía foliar 1l/100 litros de agua.

3.4.8. Control fitosanitario

Los controles de plagas y enfermedades se aplicaron juntamente con los abonos foliares y según la incidencia. A los 15 días se utilizó para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y Curvularia (*Curvularia lunata*) 200 g/ha de Crystomil (Methomyl) + 500 g/ha de Carbenex (Carbendazim); a los 25 días se controló el gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*), pulgones y enfermedades como tizón de la hoja (*Helminthosporium maydis* con 100cc/ha de Radian (Spinetoram) + 250 cc/ha de Cryscking (Imidacloprid) + 330 cc/ha Crysconazol (Propiconazole).

3.4.9. Aplicación de los tratamientos

Se empleo tres hormonas de crecimiento, un extracto de algas y un testigo en el cual se indica las siguientes dosis para la aplicación de acuerdo con los tratamientos y estado fenológico de las plantas.

Tabla 3-3: Dosis de los tratamientos

| Tratamientos | Dosis |
|-------------------|--------------------------|
| Auxinas | 0.5l/ha |
| Ácido giberelico | 10g/200 litros de agua |
| Citoquininas | 500mL/200 litros de agua |
| Extracto de algas | 2 l /ha |

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023

Se empleo 3 aplicaciones cada 15 días cada uno de los tratamientos a continuación se detallan las fechas aplicadas:

Tabla 4-3: Aplicación de los tratamientos cada 15 días

| | Fecha de aplicación | Estado fenológico de la planta |
|--------------------|----------------------------|---|
| Primera aplicación | 07 de noviembre del 2022 | Estadio V3 (15 días después de la siembra) |
| Segunda aplicación | 22 de noviembre del 2022 | Estadio V6 (30 días después de la siembra) |
| Tercera aplicación | 07 de diciembre del 2022 | Estadio V10 (45 días después de la siembra) |

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

3.4.10. Cosecha

La cosecha del maíz se realizó manualmente a los 90 días después de la siembra, tomando en cuenta el estado de llenado de cada mazorca de grano (estado R4: pastoso), y tomando una muestra 10 mazorcas por repetición de cada tratamiento, las cuales fueron etiquetadas y trasladadas un lugar adecuado para su respectiva evaluación.

3.5. Factores de estudio

3.5.1. Variable dependiente

Cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad DEKAL 7088. (Altura de la planta, diámetro del tallo y rendimiento del grano fresco.)

3.5.2. Variable independiente

Hormonas de crecimiento (auxinas, Acido Giberelico y citoquininas), y extracto de algas.

3.6. Unidad experimental

Las unidades experimentales son las plantas de maíz híbrido DEKAL 7088, a continuación, se detalla las características de las unidades experimentales:

Número de unidades experimentales: 20

Numero de repeticiones: 4
 Numero de tratamientos: 5
 Área total del experimento: 418.6m²
 Distancia entre hileras: 0.80m
 Distancia entre plantas: 0,20m
 Distancia entre caminos: 1,5m
 Numero de plantas por parcela total: 1600
 Numero de plantas por parcela neta: 80
 Área parcela total: 64 m²
 Numero de plantas por tratamiento: 80
 Numero de plantas por ensayo total: 1600

3.6.1. Croquis experimental

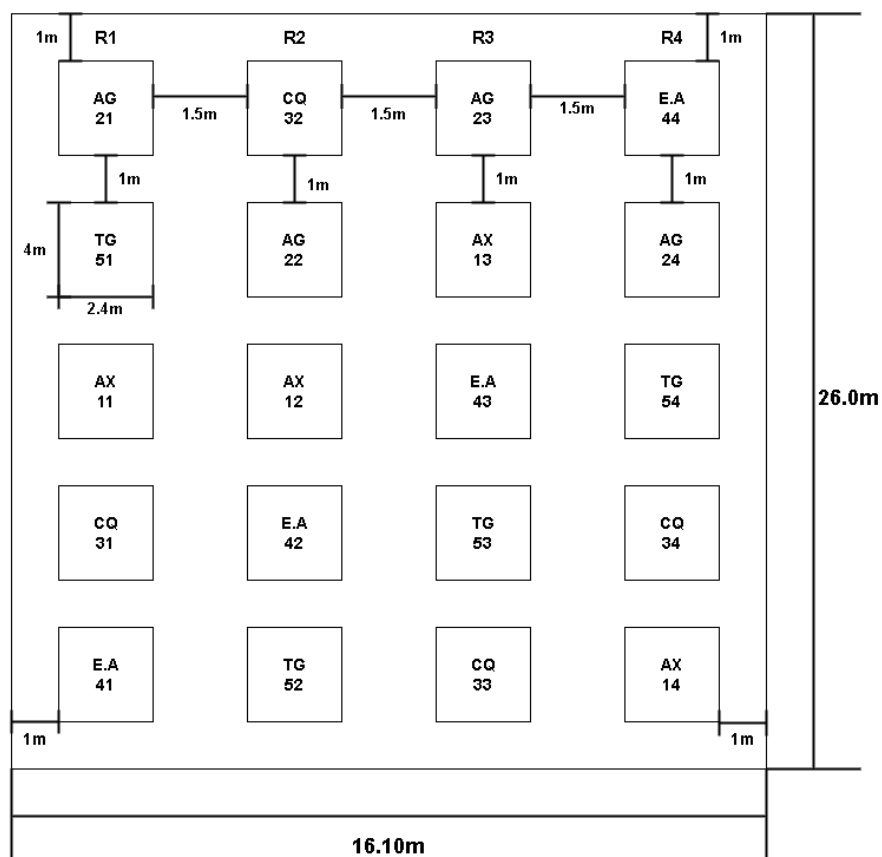


Ilustración 2-3: Croquis del diseño de bloques completamente al azar en el cultivo de maíz.

Elaborado por: Leticia Tsukanka

3.6.2. *Tratamientos*

Se mencionan a continuación:

T1: 0.5 l/ha de Auxinas

T2: 10/200l de Ácido Giberelico

T3: 0.5 l/ha de Citoquininas

T4: 2 l/ha de Extracto de algas

T5: Testigo sin aplicación de hormonas

3.7. **Diseño experimental**

El trabajo experimental se realizó mediante la utilización del diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones dando un total de 20 parcelas divididas de 2.4 x 4, se empleó 3 aplicaciones de hormonas de crecimiento y extracto de algas cada 15 días (15-30-45) estas fueron aplicadas de forma individual a los tratamientos que le correspondientes.

3.7.1. *Análisis estadístico*

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a todas las variables en estudio. Se valoró la diferencia entre las medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad. Para el desarrollo del proceso estadístico se utilizó en software Infostat.

Tabla 5-3: Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo

| FUENTES DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|-----------------------------|---------------------------|
| Tratamiento | 4 |
| Bloques | 3 |
| Error | 12 |
| Total | 19 |

Realizado por: Leticia Tsukanka, 2023.

3.7.2. *Análisis funcional*

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza inferencial utilizando el método de cálculo de Levene desarrollado en el año 1960. Esta técnica es una modificación del procedimiento que sirve para determinar la homogeneidad de las variables dependientes que fueron desarrollados por Brown y Forsythe en el año 1974.

3.8. Variables para medir

3.8.1. *Altura de la planta(cm)*

Se medirá desde la base hasta la hoja bandera en diez plantas al azar. Este valor se registrará en centímetros a los 80 días después de la siembra (CIMMYT, 2017).

3.8.2. *Diámetro del tallo(mm)*

Se efectuará previo a la cosecha, utilizando un calibrador (paquímetro), se registrará en centímetros el primer entrenudo de 10 plantas tomadas al azar en cada tratamiento.

3.8.3. *Peso de mazorcas con tusa (g)*

Se pesaron en una balanza digital las 10 mazorcas, de las 10 plantas evaluadas (altura y diámetro), para hallar el peso de cada una y expresarlos en gramos.

3.8.4. *Peso de granos por mazorcas (g)*

Se desgrano manualmente las semillas de las mazorcas utilizadas para la evaluación del peso de mazorcas con tusa. Se procedió a pesar todas las semillas extraídas de cada mazorca en una balanza digital para hallar el peso de los granos por cada mazorca y expresarlos en gramos.

3.8.5. *Número de granos por mazorca*

Se procedió a contar los granos de las 10 mazorcas por repeticiones de cada tratamiento antes evaluadas en el mismo orden para no alterar los resultados.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Altura de planta (cm)

Las medias correspondientes a la altura de las plantas en el momento de la cosecha se presentan en la tabla 1. El análisis de la varianza determinó la elevada significación estadística de los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación del 7.5%. (Anexo O)

De acuerdo con la prueba de tukey la mayor altura del maíz híbrido Dekalb 7088 a los 90 días después de la siembra correspondió al tratamiento a base de extracto de algas con 205 cm, esto estadísticamente superior a los otros tratamientos que demostraron valores entre 191,15 y 178,03.0 cm.

Tabla 6-4: Valores medidos en centímetros con respecto a la altura de la planta de maíz

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
|-------------------|--------|----|------|---|---|
| TESTIGO | 178,03 | 40 | 2,20 | A | |
| ÁCIDO | 182,53 | 40 | 2,20 | A | |
| GIBERELICO | | | | | |
| CITOQUININAS | 191,15 | 40 | 2,20 | B | |
| AUXINAS | 197,93 | 40 | 2,20 | B | C |
| EXTRACTO DE ALGAS | 205,35 | 40 | 2,20 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

4.2. Diámetro de tallo (mm)

El análisis de varianza determino una alta significación estadística de los tratamientos estudiados con un coeficiente de variación de 13.57 %. (Anexo P)

De acuerdo con la prueba tukey el tratamiento a base de extracto de algas demostró mayor engrosamiento del diámetro del tallo con 2,11mm a diferencia de los otros tratamientos que fueron entre 1,65mm a 1,75 mm.

Tabla 7-4: Valores medios del diámetro de tallos medidos en milímetros (mm).

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------------|--------|----|------|---|
| TESTIGO | 1,65 | 40 | 0,04 | A |
| ÁCIDO | 1,67 | 40 | 0,04 | A |
| GIBERELICO | | | | |
| CITOQUININAS | 1,68 | 40 | 0,04 | A |
| AUXINAS | 1,75 | 40 | 0,04 | A |
| EXTRACTO DE ALGAS | 2,11 | 40 | 0,04 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

4.3. Peso de mazorca con tusa (g)

El peso de las mazorcas (g) se presentan en el en la tabla 3. El análisis de la varianza demostró una elevada significación estadística para los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación del 13,03 %. (Anexo Q)

La aplicación de extracto de algas, evidencio mayor rendimiento en el peso de la mazorca, alcanzando 275,70 g, estadísticamente superior a los demás tratamientos, que demostraron valores entre 148,68 y 162,85 g.

Tabla 8-4: Valores medidos en gramos del peso de la mazorca con tusa.

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
|-------------------|--------|----|------|---|---|
| TESTIGO | 148,68 | 40 | 3,58 | A | |
| AUXINAS | 155,63 | 40 | 3,58 | A | B |
| ÁCIDO | 161,05 | 40 | 3,58 | A | B |
| GIBERELICO | | | | | |
| CITOQUININAS | 162,85 | 40 | 3,58 | | B |
| EXTRACTO DE ALGAS | 275,70 | 40 | 3,58 | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

4.4. Peso de granos por mazorca (g)

La tabla 4 muestra el peso de los granos por mazorca (g). Según el ANOVA, los tratamientos alcanzaron una elevada significación estadística con un coeficiente de variación de 17,03 %. (Anexo R)

La aplicación del extracto de algas marinas dio el mayor peso de granos por mazorca con 208,18 g, que fue estadísticamente superior a los otros tratamientos, que tuvieron valores de 101,25 a 109,93 g.

Tabla 9-4: Valores medios del peso de granos por mazorca medidos en gramos.

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------------|--------|----|------|---|
| TESTIGO | 101,25 | 40 | 3,16 | A |
| ÁCIDO GIBERELICO | 106,80 | 40 | 3,16 | A |
| CITOQUININAS | 108,40 | 40 | 3,16 | A |
| AUXINAS | 109,93 | 40 | 3,16 | |
| EXTRACTO DE ALGAS | 208,18 | 40 | 3,16 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

4.5. Número de granos por mazorca (g)

El mayor número de granos por mazorca correspondió a la aplicación de extracto de algas marinas con 729,08 semillas que fue estadísticamente superior al de los demás tratamientos, cuya media más baja fue la aplicación de auxinas con 378,38 granos por mazorca.

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 470 granos/planta y el coeficiente de variación 12,37%. (Anexo S).

Tabla 10-4: Valores medios del número de granos por mazorca.

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------------|--------|----|------|---|
| AUXINAS | 378,38 | 40 | 8,31 | A |
| TESTIGO | 388,95 | 40 | 8,31 | A |
| ÁCIDO GIBERÉLICO | 397,73 | 40 | 8,31 | A |
| CITOQUININAS | 397,85 | 40 | 8,31 | A |
| EXTRACTO DE ALGAS | 729,08 | 40 | 8,31 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

4.6. Rendimiento por hectárea

Tomando en cuenta los valores medios del peso de granos por mazorca de cada tratamiento tabla 9-4. Se procede a realizar el rendimiento por hectárea utilizando la siguiente formula:

Fórmula:

Densidad de siembra * Peso de los granos/1000 = Rendimiento/ha

Tabla 10-4: Cálculo para obtener el rendimiento/ha.

| Tratamiento | Fórmula | Rendimiento kg/ha | Rendimiento q/ha |
|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| Auxinas | 62,500*109,93/1000 | 6.870,63 | 137,41 |
| Ácido Giberélico | 62,500*106,80/1000 | 6.675,00 | 133,50 |
| Citoquininas | 62,500*108,40/1000 | 6.775,00 | 135,50 |
| Extracto de algas | 62,500*208,18/1000 | 13.011,25 | 260,23 |
| Testigo | 62,500*101,25/1000 | 6.328,125 | 126,56 |

Realizado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

De acuerdo a la tabla 10-5 se puede constatar el mejor rendimiento por hectárea con mayores ganancias es el extracto de algas marinas con valores en kg/ha de 13.011,25 y 260,23 q/ha. a diferencia del testigo que se obtuvo 6.328,125 kg/ha y 126,56 q/ha.

4.7. Costo de producción

Se realizo la el costo de producción de una hectárea de maíz (ANEXO Z) para obtener la ganancia de cada uno d ellos tratamientos; de tal manera se pudo constatar que el tratamiento 4 que corresponde al extracto de algas da una ganancia mayor en comparación al tratamiento testigo.

Tabla 11-4: Cálculo de las ganancias por tratamiento.

| Tratamiento | Inversión Producto/ha | Costo Totales | Rendimiento q/ha | Costo/quintal de maíz | Ganancias |
|-------------------|--------------------------|---------------|---------------------|--------------------------|------------|
| Auxinas | \$40,50 | \$1.084,00 | 137,41 | \$17,00 | \$1.211,33 |
| Ácido Giberelico | \$4,50 | \$1.084,00 | 133,50 | \$17,00 | \$1.181,00 |
| Citoquininas | \$16,50 | \$1.084,00 | 135,50 | \$17,00 | \$1.203,00 |
| Extracto de algas | \$24,00 | \$1.084,00 | 260,23 | \$17,00 | \$3.315,91 |
| Testigo | \$0 | \$1.084,00 | 126,56 | \$17,00 | \$1.067,52 |

Elaborado por: Tsukanka, Leticia, 2023.

4.8. Discusión

La aplicación de extractos de algas marinas en dosis de 2 l/ha demostraron un desarrollo promedio en la altura y diámetro del tallo de las plantas de 205,35 cm; 2,11 mm; Siendo un valor diferencial con respecto al testigo que llegó a valores de 178,03 cm; 1,63 mm y con respecto a los demás tratamientos, de tal manera se pudo obtener un efecto positivo en el crecimiento de las plantas y este tratamiento demostró diferencias significativas lo que concuerda con Batista et al. (2019), quien afirma que los extractos de algas pueden ser usados como biofertilizantes ya que los beneficios de los extractos de algas marinas han sido ampliamente estudiados en todo el mundo. Ya que estas contienen todos los oligoelementos y algunos micronutrientes como cobre, zinc, magnesio, hierro, molibdeno y boro; también contienen aminoácidos, manitol, betaína, coenzimas y citoquinas, hormonas vegetales. Según Ecoforce (2017), los extractos de algas marinas siendo utilizados como bioactivadores pueden mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos. Por un lado, estimulan la síntesis de hormonas e influyen en la absorción y transferencia de nutrientes, debido a su alto contenido en fibra, ejercen un efecto regulador en el suelo al aumentar su capacidad de retención de agua y estimular la actividad de microorganismos beneficiosos para el desarrollo de las plantas. Además, Pérez (2020), menciona que los productos elaborados a partir de extractos de algas marinas son opciones para mejorar los rendimientos debido al efecto ascendente de las citoquininas facilitan la obtención de plantas resistentes a plagas y enfermedades, permitiendo un buen desarrollo del cultivo para obtener mayores cosechas.

Con respecto a las variables medidas en la cosecha como el peso de mazorca con tusa, peso de granos por mazorca y el número de granos por mazorcas; el tratamiento de extracto de algas demostró altas significancias con valores de 275,70 g; 208,18 g y 729,08 unidades de granos por mazorca, a diferencia del tratamiento testigo que obtuvieron promedios bajos de 148,68 g; 378,38 g; 101,25 unidades de granos mazorca, así como los demás tratamientos estudiados. En este sentido, Garófalo (2016), utilizó extracto de algas para obtener plantas más altas, capítulos florales más grandes y pesados y mayores rendimientos en un cultivo de girasol, lo que se tradujo en un aumento del 48% en el rendimiento, y también identificó que dosis más altas podrían aumentar la productividad del cultivo. Así, la alimentación foliar con algas podría considerarse como una opción para aumentar el rendimiento del maíz, ya que mejora las características de las mazorcas como componente del rendimiento, lo que coincide con Canales (1999), quien señaló que esta práctica de fertilización ha logrado una mejora en los rendimientos y en la calidad del cultivo.

CONCLUSIONES

Después de finalizar el presente trabajo experimental se llegó a las siguientes conclusiones:

Mediante la aplicación de extractos de algas marinas las plantas mostraron un mayor crecimiento, alcanzando una altura media de 205,35 cm en el momento de la cosecha en estado pastoso, con mayor diámetro (2,11 mm), peso de mazorca con tusa (275,70 g), peso de granos por mazorca (208,18 g) y número de granos por mazorcas (729,08) cosechadas.

Mediante la prueba tukey se determinó que el extracto de algas demostró mayor rendimiento tanto para el peso de mazorca, granos y número de granos por mazorca a diferencia de los otros tratamientos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuras investigaciones el desarrollo de trabajos en campo mediante diferentes dosis de extractos de algas marinas para determinar una dosis adecuada y no incidir en el estrés de las plantas. Así como también considerar épocas de siembra con respecto a la zona que se va a plantar el cultivo.

Motivar a los agricultores del cantón Francisco de Orellana para el uso del extracto de algas marinas mediante los resultados obtenidos en la presente investigación y dar a conocer el beneficio que este producto nos brinda para maximizar los rendimientos del cultivo de maíz.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, Rosa. EL CULTIVO DEL MAÍZ, SU ORIGEN Y CLASIFICACIÓN. EL MAIZ EN CUBA. *Cultivos Tropicales*, vol. 30, n°2 (2009), (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba) pp.113-120.

ALCANTARA CORTES, J.; et al. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, [en línea], 2019, 17(32), p. 112. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/1036/1425>.

ANCAJIMA GUZMÁN, Luis Alberto. (2016). Aplicación de bioestimulantes en el cultivo papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones del valle de cañete. (Tesis para optar el Título de: INGENIERO AGRÓNOMO) Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad De Agronomía. Lima. 2016. p.95.

ARGUELLO, Vicky. DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN EL CULTIVO DE MAÍZ (ZEAS MAYS) DEL CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS PROVINCIA DE ORELLANA. (Trabajo de Integración Curricular Tipo: Proyecto de Investigación). (Presentado para optar el grado académico de: INGENIERA AGRÓNOMA). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, El Coca-Ecuador. 2022. pp.5-6.

Arthur, G.; et al. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annum*. *South African Journal of Botany*, vol.69, n°2 (2003), (South Africa) pp.207-211.

BATISTA GONZÁLEZ, Ana Elsa; et al. Las algas marinas como fuentes de fitofármacos antioxidantes. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, vol.14, n°2. (2009), (La Habana, Cuba) pp.2-12

BENÍTEZ, Claudia Guadalupe. El maíz: origen, composición química y morfología. *Materiales avanzados. Instituto de Investigaciones en Materiales*. México: UNAM, 2007. pp. 15-20.

BORJAS VENTURA, R.; et al. Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. *Journal of the Selva Andina Biosphere* [en línea], 2020, (Perú) 8(2), pp. 150-164.

[Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592020000200007.

BULA, Alfredo Oscar. *Importancia de la Agricultura en el Desarrollo*. s.l.: Observatorio Economico Social UNR, 16(50)., 2020. 2683-9067.

CANALES LÓPEZ, B. Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana*, vol.17, n°3 (1999), (Chapingo, México) pp. 271-27.

CASTILLO GONZÁLEZ, Fernando. Reseña de nuevo libro: Origen y diversificación del maíz. Una revisión analítica. *Revista fitotecnia mexicana* [en línea], 2009, (México) 32(4), pp. 1-2. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802009000400002.

CAVIEDES CEPEDA, Galo Mario. *Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades*. s.l.: ACI Avances En Ciencias E Ingenierías, 11(1)., 2019. 116–123.

CAVIEDES, Mario, et al., “Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador”. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* [en línea], 2022, (Quito-Ecuador) vol. especial, no. 1, pp. 1-3. [Consulta: 22 diciembre 2022]. Disponible en:
<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/2588/3111?inlin>.

CONTRERAS GARCIA, Julia Matilde. Análisis de la producción y comercialización del maíz en la provincia de Los Ríos durante el período 2012-2017. *Ug.edu.ec* [en línea], pp. 26-27. [Consulta: 26 diciembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23217>.

CRUZ, O. *Manual para el cultivo de maíz en Honduras*. [en línea]. 3ª ed. Honduras: Programa Nacional de Maíz – DICTA, 2013. [Consulta: 20 noviembre 2022]. disponible en:
<http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-MAIZ--III-EDICION,-2013.pdf>

DERAS, Héctor. *Guía técnica: El cultivo de maíz*. El Salvador: 2014. Obtenido de http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_salvador_guiatecnica_maiz_2014.pdf.

DÍAZ MONTENEGRO, Daniel. *Las Hormonas Vegetales en las Plantas.* Serie Nutrición Vegetal Núm. 88. Artículos Técnicos de INTAGRI. [En línea] 2017. [Citado el: 2022 de 11 de 03.] <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>.

DUPONT PIONEER. *Maíz crecimiento y desarrollo.* Johnston, Iowa, Estados Unidos: DuPont Pioneer. 2015 [Consulta: 19 noviembre 2022] Disponible en: https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf.

ECOFORCE. *Extracto de algas para agricultura ecológica - Fertilizantes ecoforce.* [blog]. [Consulta: 9 enero 2023]. Disponible en: <http://fertilizantesecoforce.es/es/blog/index/list/cat/agriculturaecologica/?p=19>

FERNÁNDEZ, V; et al. *Fertilización foliar: Principios científicos y práctica de campo.* 1ª ed. Paris-Francia: Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA), 2015 p.159.

GARCÍA, Silverio & SERNA, Sergio (ed.). *Corn History and Culture.* Centro de Biotecnología FEMSA, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Monterrey-México: AACCC International Press, 2019, P.1-18.

GARÓFALO LEÓN, Iván Darío. Respuesta del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pangua. (Proyecto de Investigación). (Ingeniero Agrónomo) Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 2017. p.77.

GUERRERO ORTIZ, Pilar Lourdes & PALACIO MUÑOZ, Víctor H. *EL maíz, política macroeconomía y precios de garantía: 1990-2020.* s.l.: Plaza y Valdés, S.A. de C.V., 2020. p.22.

GOSTINCAR, J. *Técnicas Agrícolas En Cultivos Extensivos.* 2ª ed. España: Biblioteca De La Agricultura, Editorial Idea Books S.A., 1998. pp.383-394.

HERNÁNDEZ, R; et al. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology*, vol.26, nº1(2014), (México) pp.619-628.

INTAGRI, S.A. *Uso de Extractos de Algas (Ascophyllum nodosum) como bioestimulantes en Agricultura.* [En línea] 2019. [Citado el: 02 de 11 de 2022.] Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyll>.

INTAGRI, S.A. *Bioestimulantes en nutrición, fisiología y estrés vegetal.* [En línea] 2017. [citado el: 15 de 11 de 2022.] Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>

JORDAN, M.; & CASARETTO, J. (2006). Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. *Fisiología Vegetal (F.A. Squeo & L. Cardemil, eds.) Ediciones Universidad de La Serena*, cap.15 (2006), (Chile) p.28.

LAFITTE, H. Estreses abióticos que afectan al maíz. Obtenido de El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción: *Fao.org* [en línea], 2001. [Consulta: 8 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s12.htm>

LESUR, L. Manual del Cultivo de Maíz: Una guía pasó a paso. México: Trillas, 2005, p.80.

LIRA R. *Fisiología vegetal.* 2ª ed. México: Editorial Trillas, 1994. p.409.

MAAS DZIB, José Ignacio. Aplicación de derivados de algas marinas y labranza de conservación en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) [en línea], (Tesis de grado). (Ingeniero Agrónomo en Irrigación) Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Coahuila-México. 2001. p.100. [Consulta: 8 diciembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5495/T13025%20%20%20MAAS%20DZIB%2C%20JOSE%20IGNACIO%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MEDINA GARCÍA, Gerardo. Efecto de hormonas vegetales y micronutrientes en el llenado de la mazorca de maíz (*Zea mays*) en Sauce-San Martín. (Tesis para obtener el título de:). (Ingeniero Agrónomo) Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ciencia Agrarias, Tarapoto, Perú. 2003. p.75.

MÉNDEZ, Barceló. Percepción de los productores de maíz (*ZEA mays*, L.) sobre sus plagas claves: principales aspectos agroecológicos en área agrícolas de Venezuela. Cuba: *Editorial Universitaria*, 2020, pp.3-70.

MERCADO YUPANQUI, Snaider Segundo. EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.*) EN SANTA. (TESIS, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO). Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Perú. 2022, pp.45-50.

MESÍAS MESÍAS, Wilson Rolando. FERTILIZACION QUIMICA DEL HIBRIDO DE MAIZ (*Zea mays L.*) DEKALB 7088 EN LA ZONA DE VENTANAS (Previo a la obtención del título de: INGENIERO AGROPECUARIO) Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Ecuador. 2015. p.25.

MOLINA MANZO, Dolores Elvira. Efecto de aplicación de tres hormonas vegetales en el desarrollo fenológico del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Babahoyo. (Trabajo experimental). (Ingeniero Agropecuario). Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias-Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Babahoyo-Los Ríos-Ecuador. 2018, pp.2-8.

MORÁN SIMBAÑA, José Antonio. “Efecto de dos fuentes de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la parroquia de Ilumán provincia de Imbabura” (proyecto de tesis) (Ingeniero agropecuario) Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Ecuador. 2012. pp.3-5.

MUÑOZ, Waldemar Alegría. Texto básico para profesional en ingeniería forestal. en el área de fisiología vegetal. Iquitos – Perú: FCF-UNAP, 2016. p.178-189.

NOLE, Pedro Patricio. Evaluación agronómica de ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales de maíz (*Zea mays*), en el barrio almendral del cantón paltas, (Tesis de Grado) (Previa a la obtención del Ingeniero en; Título de Producción, Educación). Universidad Nacional de Loja -Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja Ecuador. 2012, pp.2-10.

PACHECO RAMOS, Jhoel Martin & VALLE VALLE, Víctor José. Respuesta a la aplicación foliar de tres dosis de bioestimulantes y tres dosis de extracto de algas marinas en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), híbrido Dekalb 7508, en la zona alta del valle de Ica. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica Facultad de Agronomía, Perú. 2018, pp.7-8.

PÉREZ BONILLA, Luis Alfredo. Uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en la zona de Babahoyo.

(Trabajo de titulación). (Ingeniero Agropecuario) Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Babahoyo, Ecuador. 2020. p.21.

QUILAMBAQUI REINOSO, Juan Carlos. Efecto de las fitohormonas en la fruticultura. *La granja, facultad de ciencias pecuarias y agroindustriales*, n°2(2003), (s/n) p.2.

QUIMINET. Fertilización foliar, una alternativa para mejorar la nutrición de los cultivos. *Quiminet.com* [en línea].2006, [Consulta: 8 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articu%20los/%20fertilizacion-foliar-una-alternativa-para-mejorar-la-nutricion-de-los-cultivos-14582.htm>

RATIKANTA, Maiti, et al. *Advances in Maize Science*. 1ra edición. New York: Apple Academic Press, 2021. p.19.

SATHYA, B; et al. Influence of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical composition of legum crop, *Cajanus cajan* (L.) mill sp. *Journal of Phytology* [en línea], 2010, (India) 2(5), pp.50–63 [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/348047920_Influence_of_Seaweed_Liquid_Fertilizer_on_the_Growth_and_Biochemical_Composition_of_Legume_Crop_Cajanus_cajan_L_Millsp.

SIPA. Cifras Agroproductivas. *Agricultura.gob.ec* [en línea]. [Consulta: 1 abril 2023]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.

STOLLER, J. *Guía Stoller del Rendimiento Vegetal* [en línea]. (Textos).pdf. Scribd, 2015. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/444348739/Guia-Stoller-de-Rendimiento-Vegetal-2015-Textos-pdf#>.

SUÁREZ, Christopher, PICO, Jimmy y DELGADO, Alex. 1er Congreso internacional: Determinación de Enfermedades Fúngicas de Arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Orellana. Joya de los Sachas: Sacha,EC:INIAP/AGLATAM, 2018. pp.1-8.

THIRUMARAN, G; et al. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub. *European Journal of Agronomy*, vol.2, n°2 (2009), (India) pp.50-56.

TOTIS, Lucía Estela. Requerimientos agroclimáticos del cultivo de maíz. En G. Eyhérbide, Bases para el manejo del cultivo de maíz. Argentina: INTA (nstituto Nacional de Teconología Agropecuaría), 2008. pp. 7-24.

UBILLA FIGUEROA, Luisiño Santiago. “Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays. L*) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas. (Proyecto de investigación). (Ingeniero Agrónomo) [en línea], Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Ingeniería Agronómica. Quevedo, Ecuador. 2017. pp.14-20 Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3284/1/T-UTEQ-0118.pdf>.

URRUTIA CASTRO, Eliana Sandra. Aplicación de bioestimulantes trihormonales en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad Chingasino para rendimiento de choclo. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional del Centro del Perú– Facultad de Agronomía, El Mantaro – Jauja – Perú. 2019. P.14.

QUIMI VILLANUEVA, Darío. “INTERACCIÓN GENOTIPO – AMBIENTE DE HIBRIDOS TRIPLES EXPERIMENTALES DE MAIZ (*Zea mays L.*), EN DOS ZONAS DEL LITORAL ECUATORIANO.” (Tesis De Grado) (Ingeniero Agrónomo) [en línea], Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería Agronómica, Quevedo, Ecuador. 2015. P.11 [Consulta: 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/20/1/T-UTEQ-0005.pdf>.

WEAVER, Robert J. *Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura* [en línea]. México: Trillas, 1985 p.134. [Consulta: 9 diciembre 2022]. Disponible en: https://books.google.co.cr/books/about/Reguladores_del_crecimiento_de_las_plant.html?hl=es&id=dklXAAAACAAJ.

WYATT, J. Grain and Plant Morphology of Cereals and how characters can be used to identify varieties. *Encyclopedia of Food Grains*, (2016). pp.51–72. [Consulta: 2 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/314581112_Grain_and_Plant_Morphology_of_Cereals_and_how_characters_can_be_used_to_identify_varieties

YZARRA-TITO, Wilfredo; et al., *Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú.* Universidad Nacional Agraria La Molina Programa de Maíz , Lima-Perú : 2010. pp. 10-20.

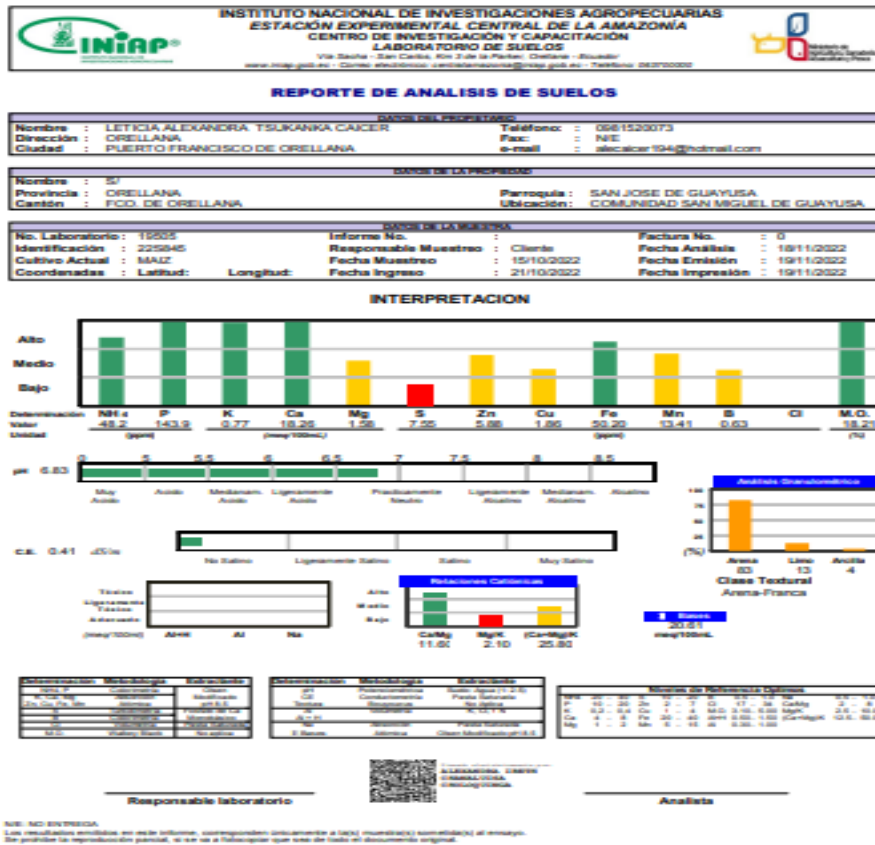
ZAMBRANO, José. “Maíz duro en la zona central del Litoral”. *El Huerto.*, N° 14, Quito - Ecuador: 2009.

ZAMBRANO, José; et al. Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana. *INIAP*, Manual No. 122. Quito, Ecuador: 2021.

ZERMEÑO GONZÁLEZ, Alejandro; et al. Fertilización biológica del cultivo de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, n°12 (2015), (México) pp.2-11.

ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS DE SUELO



ANEXO B: LIMPIEZA DEL TERRENO



ANEXO C: PREPARACIÓN DEL TERRENO



ANEXO D: SIEMBRA DEL MAÍZ (Zea mays) HIBRÍDO DEKALB 7088



ANEXO E: APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS E INSECTICIDAS



ANEXO F: APLICACIÓN DE CAL EN EL SUELO



ANEXO G: CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES



ANEXO H: DEMARCACIÓN DE CADA TRATAMIENTO



ANEXO I: COSECHA DE MAÍZ



ANEXO J: TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE ALTURA



ANEXO K: TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE DIAMÉTRO DEL TALLO



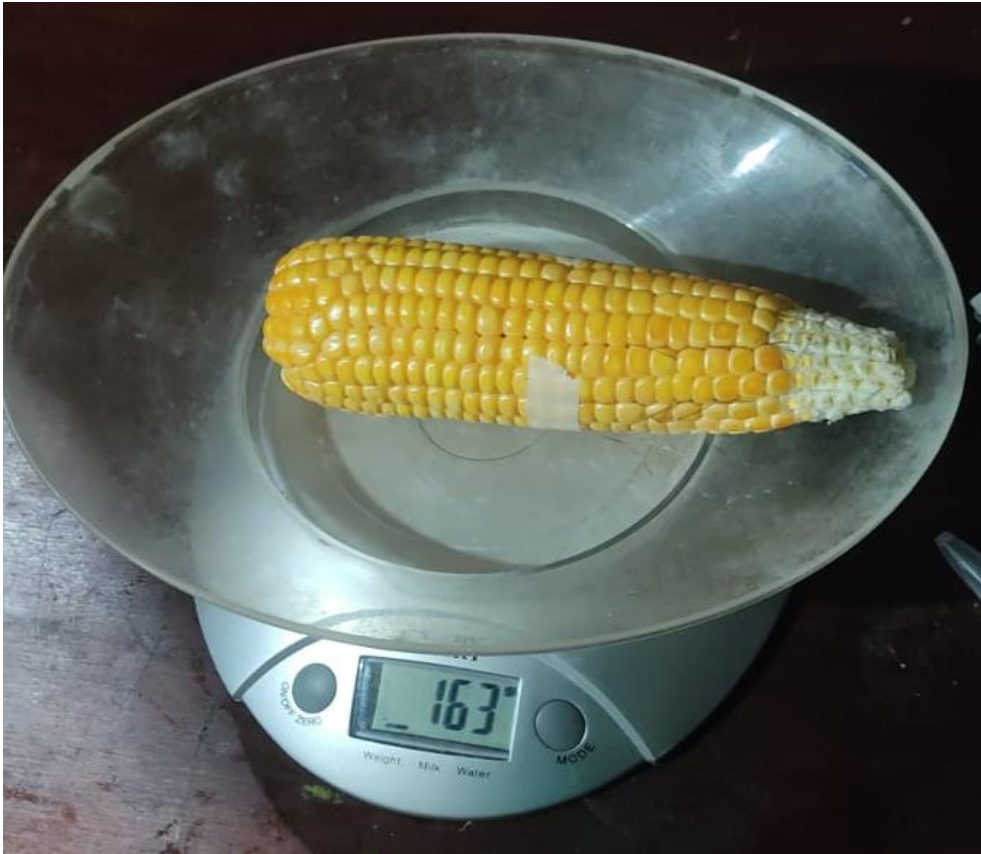
ANEXO L: TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE DEL NÚMERO DE GRANOS



ANEXO M: TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE DEL PESO DE LOS GRANOS



ANEXO N: TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE- PESO DE LA MAZORCA



ANEXO Ñ: RESULTADOS DE LOS TRAMIENTOS



ANEXO O: ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------|-----|----------------|-------------------|------|
| 90 días/altura (cm) | 200 | 0,35 | 0,33 | 7,25 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|-----|---------|-------|---------|
| Modelo | 19763,07 | 4 | 4940,77 | 25,74 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 19763,07 | 4 | 4940,77 | 25,74 | <0,0001 |
| Error | 37431,93 | 195 | 191,96 | | |
| Total | 57195,00 | 199 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,46624

Error: 191,9586 gl: 195

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------------|--------|----|------|-----|
| TESTIGO | 178,03 | 40 | 2,19 | A |
| ÁCIDO GIBERELICO | 182,53 | 40 | 2,19 | A |
| CITOQUININAS | 191,15 | 40 | 2,19 | B |
| AUXINAS | 197,93 | 40 | 2,19 | B C |
| EXTRACTO DE ALGAS | 205,35 | 40 | 2,19 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO P: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIAMÉTRO DEL TALLO

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|-------|
| 90 días/diámetro Tallo (mm.. | 200 | 0,34 | 0,33 | 13,57 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|-----|------|-------|---------|
| Modelo | 5,86 | 4 | 1,46 | 25,34 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 5,86 | 4 | 1,46 | 25,34 | <0,0001 |
| Error | 11,27 | 195 | 0,06 | | |
| Total | 17,13 | 199 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14690

Error: 0,0578 gl: 195

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------------|--------|----|--------|
| TESTIGO | 1,65 | 40 | 0,04 A |
| ÁCIDO GIBERELICO | 1,67 | 40 | 0,04 A |
| CITOQUININAS | 1,68 | 40 | 0,04 A |
| AUXINAS | 1,75 | 40 | 0,04 A |
| EXTRACTO DE ALGAS | 2,11 | 40 | 0,04 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO Q: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE MAZORCA CON TUSA

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|-------|
| 90 días/Peso de mazorca co.. | 200 | 0,81 | 0,80 | 13,03 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----|-----------|--------|---------|
| Modelo | 455362,77 | 4 | 113840,69 | 205,25 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 455362,77 | 4 | 113840,69 | 205,25 | <0,0001 |
| Error | 108157,55 | 195 | 554,65 | | |
| Total | 563520,32 | 199 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,39122

Error: 554,6541 gl: 195

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------------|--------|----|--------|
| TESTIGO | 148,68 | 40 | 3,72 A |
| AUXINAS | 155,63 | 40 | 3,72 A |
| ÁCIDO GIBERELICO | 161,05 | 40 | 3,72 A |
| CITOQUININAS | 162,85 | 40 | 3,72 A |
| EXTRACTO DE ALGAS | 275,70 | 40 | 3,72 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO R: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE GRANOS DE MAÍZ

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|-------|
| 90 días/Peso de granos por.. | 200 | 0,78 | 0,78 | 17,03 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----|----------|--------|---------|
| Modelo | 331918,33 | 4 | 82979,58 | 177,54 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 331918,33 | 4 | 82979,58 | 177,54 | <0,0001 |
| Error | 91140,05 | 195 | 467,38 | | |
| Total | 423058,38 | 199 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,21064

Error: 467,3849 gl: 195

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------------|--------|----|------|---|
| TESTIGO | 101,25 | 40 | 3,42 | A |
| ÁCIDO GIBERELICO | 106,80 | 40 | 3,42 | A |
| CITOQUININAS | 108,40 | 40 | 3,42 | A |
| AUXINAS | 109,93 | 40 | 3,42 | A |
| EXTRACTO DE ALGAS | 208,18 | 40 | 3,42 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO S: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|-------|
| 90 días/Numero de granos p.. | 200 | 0,85 | 0,85 | 12,37 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------------|-----|-----------|--------|---------|
| Modelo | 3673600,67 | 4 | 918400,17 | 285,69 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 3673600,67 | 4 | 918400,17 | 285,69 | <0,0001 |
| Error | 626865,12 | 195 | 3214,69 | | |
| Total | 4300465,80 | 199 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=34,64626

Error: 3214,6929 gl: 195

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------------|--------|----|------|---|
| AUXINAS | 378,38 | 40 | 8,96 | A |
| TESTIGO | 388,95 | 40 | 8,96 | A |
| ÁCIDO GIBERELICO | 397,73 | 40 | 8,96 | A |
| CITOQUININAS | 397,85 | 40 | 8,96 | A |
| EXTRACTO DE ALGAS | 729,08 | 40 | 8,96 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO T: PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA ALTURA- MÉTODO DE LEVENNE

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------------|-----|----------------|-------------------|---------------------|
| RDUO 90 días/altura (cm) | 200 | 0,00 | 0,00 | 1,13449049169297E18 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|-----|--------|------|---------|
| Modelo | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| TRATAMIENTO | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| Error | 37431,93 | 195 | 191,96 | | |
| Total | 37431,93 | 199 | | | |

ANEXO U: PRUEBA DE NORMALIDAD DEL DIAMÉTRO DEL TALLO- MÉTODO DE LEVENNE

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|---------------------|
| RDUO 90 días/diametro Tall.. | 200 | 0,00 | 0,00 | 9,62359755515158E18 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|-----|------|------|---------|
| Modelo | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| TRATAMIENTO | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| Error | 11,27 | 195 | 0,06 | | |
| Total | 11,27 | 199 | | | |

ANEXO V: PRUEBA DE NORMALIDAD DEL PESO DE MAZORCA CON TUSA- MÉTODO DE LEVENNE

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|----------------------|
| RDUO 90 días/Peso d ca con.. | 200 | 0,00 | 0,00 | 71395197384779200,00 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----|--------|------|---------|
| Modelo | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| TRATAMIENTO | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| Error | 108157,55 | 195 | 554,65 | | |
| Total | 108157,55 | 199 | | | |

ANEXO W: PRUEBA DE NORMALIDAD DEL PESO LOS GRANOS POR MAZORCA
MÉTODO DE LEVENNE

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|-----------------------|
| RDUO 90 días/Peso d s por .. | 200 | 0,00 | 0,00 | 129473014433116000,00 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|-----|--------|------|---------|
| Modelo | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| TRATAMIENTO | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| Error | 91140,05 | 195 | 467,38 | | |
| Total | 91140,05 | 199 | | | |

ANEXO X: PRUEBA DE NORMALIDAD DEL NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA–
MÉTODO DE LEVENNE

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|-----|----------------|-------------------|----------------------|
| RDUO 90 días/Numero nos po.. | 200 | 0,00 | 0,00 | 36270777415016800,00 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----|---------|------|---------|
| Modelo | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| TRATAMIENTO | 0,00 | 4 | 0,00 | 0,00 | >0,9999 |
| Error | 626865,13 | 195 | 3214,69 | | |
| Total | 626865,13 | 199 | | | |

ANEXO Y: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ

| COSTOS DE PRODUCCIÓN 1 ha de maíz (<i>Zea mays</i>) | | | | | |
|---|----------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| Fecha: 10/01/2023 | | Estudiantes: Leticia Tsukanka | | | |
| Concepto | Unidad | Cantidad | Valor unitario dólares | Total dólares | % del costo total |
| A. COSTOS DIRECTOS (CD) | | | | | |
| 1. Preparación del suelo | | | | | |
| Guadaña | Jornal | 2 | \$20,00 | \$40,00 | 1,68 |
| Rastra | Hora/tractor | 1 | \$25,00 | \$25,00 | 1,05 |
| Análisis de suelo | | 1 | \$30,00 | \$30,00 | 1,26 |
| Desinfección del suelo | Jornal | 2 | \$15,00 | \$30,00 | \$1,26 |
| Subtotal preparación del suelo | | | | \$125,00 | 5,24 |
| 2. Mano de obra | | | | | |
| Siembra | Jornal | 2 | \$15,00 | \$30,00 | 1,26 |
| Abonado del suelo | Jornal | 1 | \$15,00 | \$15,00 | 0,63 |
| Fertilización | Jornal | 4 | \$15,00 | \$60,00 | 2,52 |
| Aplicación fitosanitaria | Jornal | 4 | \$10,00 | \$40,00 | 1,68 |
| Deshierba | Jornal | 2 | \$15,00 | \$30,00 | 1,26 |
| Cosecha | Jornal | 5 | \$15,00 | \$75,00 | 3,15 |
| Subtotal mano de obra | | | | \$250,00 | 10,49 |
| 3. Insumos | | | | | |
| Semilla | | 62500 | \$0,0032 | \$200,00 | 8,39 |
| Cal agrícola | 25 Kg | 5 | \$5,00 | \$25,00 | 1,05 |
| Fertilizantes | | | | | |
| Compost | Quintal | 10 | \$10,00 | \$100,00 | 4,2 |
| 10-30-10 | 50 kg | 3 | \$21,00 | \$63,00 | 2,6 |
| Urea | 50 kg | 2 | \$54,00 | \$108,00 | 4,5 |
| Yaramila | 50 kg | 3 | \$30,00 | \$90,00 | 3,8 |
| Fuerza verde | 1 kg | 3 | \$8,00 | \$24,00 | 1,0 |
| Herbicidas | | | | | |
| Nicosulfuron | Gramos | 3 | \$7,00 | \$21,00 | 0,88 |
| Plaguicidas | | | | | |
| Emamectin benzoate | Gramos | 3 | \$19,00 | \$57,00 | 2,4 |
| Subtotal insumos | | | | \$664,00 | 28,9 |
| 4. Transporte | | | | | |
| Traslado de fertilizantes e insumos | Flete | 5 | \$10,00 | \$50,00 | 2,1 |
| Traslado de mazorcas | Horas/vehículo | 8 | \$5,00 | \$40,00 | 1,7 |
| Subtotal transporte | | | | \$90,00 | 3,8 |
| 5. Herramientas y equipos menores | | | | | |
| Machetes | | 2 | \$5,00 | \$10,00 | 0,4 |
| bomba de mochila | | 1 | \$95,00 | \$95,00 | 4,0 |
| Subtotal herramientas | | | | \$105,00 | 4,4 |
| SUBTOTAL (COSTOS DIRECTOS) | | | | \$1.234,00 | 52,8 |
| B. COSTOS INDIRECTOS (CI) | | | | | |
| 1. Costo de capital | | | | | |
| Supervisión | Mensual | 3 | \$300,00 | \$900,00 | 37,8 |
| Terreno por 3 ciclo del cultivo | Hectáreas | 1 | \$250,00 | \$250,00 | 10,5 |
| SUBTOTAL (COSTOS INDIRECTOS) | | | | \$1.150,00 | 48,2 |
| COSTOS TOTALES (CD +CI) | | | | \$2.384,00 | 101 |



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 25 / 04 / 2023

| |
|---|
| INFORMACIÓN DE LA AUTORA |
| Nombres – Apellidos: Leticia Alexandra Tsukanka Caicer |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: Recursos Naturales |
| Carrera: Agronomía |
| Título a optar: Ingeniera Agrónoma |
| f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz |

0671-DBRA-UTP-2023