



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**FERTILIZACIÓN FOLIAR COMO ALTERNATIVA PARA LA
PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN EL VALLE DE MEXICALI**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

Aracely Lara Ramírez

DIRECTOR DE TESIS

DR. Edgar Valencia Franco

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2021



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**FERTILIZACIÓN FOLIAR COMO ALTERNATIVA PARA LA
PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN EL VALLE DE MEXICALI**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

ARACELY LARA RAMIREZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EDGAR VALENCIA FRANCO

CODIRECTOR:

DRA. MARISOL GALICIA JUÁREZ

ASESORES

DR. SIGFRIDO DAVID MORALES FERNÁNDEZ

MC. FABIEL VAZQUEZ CRUZ

DR. JESÚS SANTILLANO CÁZARES

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2021

La presente tesis titulada: **FERTILIZACIÓN FOLIAR COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN EL VALLE DE MEXICALI** y realizada por **ARACELY LARA RAMIREZ**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

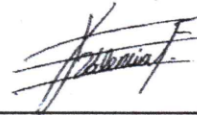
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: **Dr. Edgar Valencia Franco**



Codirectora: **Dra. Marisol Galicia Juárez**



Asesor: **Dr. Sigfrido David Morales Fernández**



Asesor: **MC. Fabiel Vázquez Cruz**



Asesor: **Dr. Jesús Santillano Cázares**



Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2021

El presente trabajo forma parte de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Producción y mejoramiento de forrajes. Dicho trabajo, fue financiado por: **Apoyo de Nuevos Profesores de Tiempo Completo-PRODEP a Dra. Marisol Galicia Juárez, Universidad Autónoma de Baja California.**

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme la oportunidad de culminar un peldaño más en mi vida, por darme tanta fortaleza para enfrentar cada obstáculo puesto en este trayecto, y poder disfrutarlo en compañía de mis seres queridos por muchas cosas más, gracias.

A MI MADRE

Leticia Ramírez Jiménez por su esfuerzo para verme realizada, por ser la primera persona que confió en mí, por su amor, su paciencia y todo su apoyo incondicional que me ha brindado en toda mi vida, es el ser más maravilloso, que a pesar de altas y bajas siempre a echo lo posible por verme feliz.

A MIS ABUELITOS

Diego Ramírez Bonilla † en especial a él, mi mayor motivo, que lo amo con todo el corazón, que con todo su esfuerzo y dedicación me impulsó a seguir formándome, a Camerina Jiménez Quiterio, que siempre me dio sus consejos para que no desertara, y su apoyo incondicional en todo este tiempo.

A MI HERMANA

Arleth Ramírez Jiménez, por toda la fortaleza que me da, por ser una fuente de motivación, por alegrar mis días, y ser participe con su apoyo, en este lapso de mi carrera.

A MIS TIOS

Rafael, Enrique, Jesús, Teresa, María de los Ángeles, por ser partícipes en este proyecto de mi vida, por confiar en mí, y darme todo su apoyo.

A MIS PRIMOS

Nancy, Jania, Belén, Agustín, Edson, Jesús, Jony, Nazareth, y a los que faltan por que hacen que mis días sean agradables y que durante el proceso de mi carrera siempre me motivaban a seguir, porque a pesar de mis días difíciles, ellos tenían unas palabras motivadoras para mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme todo lo que tengo, en especial a mi familia y poner en mi camino a personas maravillosas que me han apoyado, por darme la salud, paciencia y la voluntad para lograr este objetivo en mi vida.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, por su estancia durante estos años, por ser parte de mi formación académica.

A la Universidad Autónoma de Baja California, en especial al Instituto de Ciencias Agrícolas, por brindarme la oportunidad de trabajar en conjunto y también a su personal académico tanto como administrativo.

A mi madre y mi hermana, que mantuvieron su apoyo desde el principio de mi carrera, que me brindan paciencia, amor y confianza.

A la Dra. Marisol Galicia Juárez, que gracias a ella se llevó a cabo mi trabajo experimental, por su confianza, sobre todo porque gran parte de los conocimientos que hoy poseo y que me guiaran en mi vida profesional los adquirí de su enseñanza, por muchas cosas más, gracias.

Al Dr. Jesús Santillano Cázares, por haberme brindado el apoyo durante este trabajo realizado, por compartirme de su conocimiento.

Al Dr. Edgar Valencia Franco, por permitirme trabajar con él mi tesis y por todo el apoyo que me ha brindado y confianza.

Al personal docente; Dr. Sigfrido Morales, Mc. Fabiel Vázquez, Dr. Soni Eutiquio, Dr. Numa Pompilio, Mc. Ramiro Escobar, Dra. Delia Moreno, Dr. Sato Pérez, por impartirme su conocimiento, por sus consejos e incluso por la amistad que me brindaron y el apoyo incondicional.

A la familia López Ojeda, en especial al Sr. Carmen, que me acompañó en estos años durante mi estancia en la universidad, por todos los detalles que tuvo conmigo, por abrirme las puertas de su casa, que me sintiera feliz y en familia, por cuidar de mí, y por todo su cariño.

A la familia Vázquez Jiménez, por todo el apoyo incondicional que por años me brindaron, por brindarme las puertas de su casa, por siempre otorgarme un lugar dentro de su familia, e impulsare para hoy haber realizado una profesión.

A mis amigos(as) Gaby, Yandery, Maggie, Ivon, Antonio, Oscar, Inci, Alejandro, Luis Uriel, Ramón, no solo por ser mis amigos, sino también por brindarme su apoyo en mi estancia en la universidad, por estar en altas y bajas conmigo.

De la misma manera agradecer al Arquitecto Cristobal Jacobo Trabanca, por su compañerismo, confianza y amistad, así mismo reconocer su valioso apoyo incondicional para este proyecto tan importante de mi vida.

A la Ing. Zaira Priscilla Guerrero una gran persona que estuvo apoyándome durante mi estancia en Mexicali, por su solidaridad, por sus buenos consejos, y por su confianza.

De igual forma a la Sra. Amalia Maldonado, que me brindo las puertas de su casa, durante el proceso de mi experimento, y por sus pláticas motivadoras.

Al igual agradecer a los compañeros que conformaron mi generación por permitirme convivir con ellos y su apoyo en dificultades.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
III. HIPÓTESIS	5
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1 Generalidades y descripción del maíz.....	6
4.2 Morfología de la planta de maíz.....	6
4.3 Principales plagas y enfermedades del maíz en climas áridos.....	8
4.4 Etapas de desarrollo del maíz.....	13
4.5 Genética del maíz.....	14
4.6 Importancia de maíz para grano en el mundo.....	16
4.7 Fertilización foliar.....	18
4.8 Fertilización orgánica foliar mediante Humus-convencional.....	19
V. MATERIALES Y MÉTODOS	20
5.1. Características de la localización.....	20
5.2 Material genético.....	21
5.3 Establecimiento del experimento en campo.....	21
5.4 Diseño experimental y modelo estadístico.....	21
5.5 Variables a evaluar.....	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VII. CONCLUSIÓN	31

VIII. LITERATURA CITADA.....	32
IX. ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Taxonomía de maíz.....	6
Cuadro 2. Identificación de tratamientos y dosis total de aplicación.....	23
Cuadro3. Composición de fertilizante 4-6-1.....	23
Cuadro4. Composición de fertilizante 5-1-1.....	24
Cuadro 5. Cuadrados medios y nivel de significancia de las variables agronómica.....	26
Cuadro 6. Medias de las variables agronómicas de cada tratamiento.....	27
Cuadro 7. Cuadrados medios y nivel de significancia de las variables de rendimiento.....	28
Cuadro 8. Medias de las variables de rendimiento de cada tratamiento.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Morfología de la planta de maíz.....	7
Figura 2. Daño en el interior de la mazorca tierna.....	8
Figura 3. Daño foliar en maíz causado por el escarabajo verde de las hojas.....	9
Figura 4. Se distingue al barrenador consumiendo el almidón.....	11
Figura 5. Comienza la pudrición del grano.....	12
Figura 6. Etapas de desarrollo del maíz.....	14
Figura 7. La producción obtenida de maíz a nivel mundial	17
Figura 8. Localización del sitio experimental.....	20
Figura 9. Distribución de bloques y tratamientos en el área experimental.....	22

RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) tiene importancia especial, dado que constituye la base de la alimentación en muchos países. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de la fertilización foliar, como alternativa viable para la producción de maíz en el valle de Mexicali. El trabajo experimental se realizó en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en carretera Delta S/N Ejido Nuevo León, a 50 km al sur de Mexicali, Baja California, México. El material genético utilizado fue un híbrido comercial de maíz amarillo. Los tratamientos utilizados fueron; humus de lombriz, dos productos orgánicos comerciales y un testigo (agua). El diseño experimental fue un bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron; días a floración masculina, días a floración femenina, altura de la planta, altura de la primera mazorca, altura de segunda mazorca, diámetro de tallo, longitud de mazorca, diámetro de la mazorca, hileras por mazorca, peso total de mazorcas, y peso de grano. Los resultados encontrados no presentaron diferencias significativas para la fuente de variación tratamiento en las variables agronómicas y rendimiento, debido quizá a que la aplicación de los fertilizantes foliares fue realizada en una etapa de desarrollo posterior para ser aprovechada por la planta. Del presente estudio se concluye que el uso de fertilizantes orgánicos, en etapas avanzadas del cultivo del maíz, no tiene efectos significativos en las variables agronómicas. Por tanto, se sugiere realizar más estudios donde se considere la aplicación de estos fertilizantes desde etapas más tempranas de desarrollo del cultivo de maíz, en el valle de Mexicali, B. C.

Palabras claves: *Zea mays* L, fertilización orgánica, rendimiento.

ABSTRACT

The cultivation of maize (*Zea mays* L.) is of special importance, since it constitutes the basis of food in many countries. The objective of this work was to evaluate the application of foliar fertilization as a viable alternative for corn production in the Mexicali Valley. The experimental work was carried out at the Institute of Agricultural Sciences of the Autonomous University of Baja California, located on the Delta S/N Ejido Nuevo León highway, 50 km south of Mexicali, Baja California, Mexico. The genetic material used was a commercial hybrid of yellow corn. The treatments used were; earthworm humus, two commercial organic products and a control (water). The experimental design was a randomized complete block with four replications. The variables evaluated were; days to male flowering, days to female flowering, plant height, first ear height, second ear height, stem diameter, ear length, ear diameter, rows per ear, total weight of ears, and weight grain. The results found did not present significant differences for the source of variation of treatments in the agronomic and yield variables, perhaps due to the fact that the application of foliar fertilizers was carried out at a later stage of development to be used by the plant. From the present study, it is concluded that the use of organic fertilizers, at advanced corn developmental stages do not have a significant effect on the agronomic variables. Thus, it is suggested to conduct more research where these fertilizers are applied at earlier physiological corn developmental stages in the valley of Mexicali, B. C.

Key words: *Zea mays* L, organic fertilization, yield.

I.INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) se considera uno de los cereales más importantes, con unos 7,000 años de antigüedad, el cual tiene su origen en México (Quiroz, 2018). Actualmente se ubica como el tercer lugar de mayor importancia a nivel mundial. Es utilizado para consumo humano y animal, por dicha razón, se cultiva para grano y forrajes, además de resaltar que es un cultivo adaptable a distintas condiciones edáficas y ecológicas. (Quiroz, 2018).

A nivel mundial, el departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA) estima que la producción mundial de maíz alcanzo alrededor 1,206 millones de toneladas (mt) para el ciclo de producción 2021/22, cifra que representa un 7.4% superior en comparación al período 2020/21 (USDA, 2022). El principal productor de maíz es Estados Unidos de América, con un volumen de producción de aproximadamente 385 millones de toneladas por año, el 2° lugar de producción de maíz es China con 232 millones de toneladas. Estados Unidos y China producen juntos el 58% del total mundial. Argentina ocupa el 4° lugar con casi 40 millones de toneladas; mientras que México ocupa el 5° lugar con cerca de 30 millones de toneladas de producción anual (AtlasBig, 2020).

En México existen un aproximado de 3,240 millones de hectáreas enfocadas al sector agrícola (INEGI, 2018), de las que el 23% de la superficie son utilizadas en todas las regiones del país para la siembra de maíz. El precio de su producción representó el 15% al PIB nacional primario en 2017 (INEGI, 2019). La oferta nacional de maíz amarillo en el ciclo 2020/21, en agosto de 2021, se prevé sea prácticamente sin cambio, en comparación con el ciclo anterior. Los componentes de la oferta, inventario inicial y producción, podrían tener disminuciones de 3.3 y 7.7% respectivamente, compulsados con el ciclo 2019/20. En contraparte, se estima que las importaciones incrementen 2.5 %. A julio de 2021, del ciclo agrícola otoño-invierno 2020-2021 se han obtenido 46 mil toneladas de maíz amarillo, destacando las entidades de Tamaulipas y Chiapas con los mayores volúmenes de producción, con una participación de ambas entidades de 71.5% En el ciclo primavera-verano 2021, la superficie sembrada es de 424 mil hectáreas, representa 88.5% de la intención de siembra declarada por los productores (479 mil hectáreas) (SIAP, 2020)

En el Valle de Mexicali fue establecida una superficie de 2,186 hectáreas de maíz de los cuales 1,840 hectáreas son correspondientes primavera-verano 2020. Por otra parte, 346 hectáreas se reportaron en el ciclo otoño-invierno 2019-2020. Este cultivo es de gran utilidad para la alimentación de ganado bovino que se engorda en la región (SADER, 2020).

El grano de maíz es un excelente concentrado energético para la nutrición animal, como lo son ganado bovino de carne y leche, producción de cerdos, y la avicultura. Es un requerimiento indispensable, considerado principalmente por su palatabilidad, un alto valor energético, limitada variabilidad de su composición química y limitado contenido en factores anti nutritivos (Elizondo 2002). Hay una gran gama de distintos tipos de granos como lo son el harinoso, dulce, pop, ornamental, dentado, Flint (duro). De los antes mencionados, el más usado para la alimentación animal es el dentado. Han sido seleccionadas líneas de alto contenido en proteína (26%) o en lisina y triptófano (opaco-2), en amilosa (80% amilomaiz), en azúcar (10%, maíz dulce), un alto contenido en grasa (10%). Por su baja productividad, su uso comercial se ha encontrado limitado (Elizondo 2002). Destaca que el maíz es consumido como forraje por sus excelentes características de palatabilidad, alto contenido de azúcares, proteína y fibra. Para las especies de ganado, el maíz puede ser un complemento de excelencia en dietas.

Los fertilizantes son altamente utilizados en la producción agrícola, especialmente en los cultivos principales. Desde hace varios años y hasta la fecha, se han utilizado altas tasas de fertilizantes inorgánicos, pero se sabe que constituyen una amenaza para nuestro medio ambiente (Anwar, 2014).

El uso de abonos orgánicos edáficos y foliares es el mismo compuesto de nutrientes a medida que se diluye en el suelo y excluye la posibilidad de segregación de los materiales durante el transporte o la aplicación. Los fertilizantes orgánicos funcionan como una ayuda a los desbalances nutricionales de la planta de manera rápida, siendo de mejor calidad, mejorando su formación, llenado de fruto, e incrementado su floración (Anileman, 2018).

Considerando el rendimiento de cultivo de maíz, como punto de inicio: El análisis del suelo, los precios de los fertilizantes, el mercado y la cantidad de cosecha que se espera tener, se le designa principalmente a un número finalmente logrado de granos por la unidad

de superficie, el cual está en función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración (Fuentes, 2002). La producción de maíz se ve limitada principalmente por los nutrientes disponibles en el suelo, siendo necesario conocer la oferta del suelo y los requerimientos del cultivo para determinar las necesidades de fertilización. La utilización de productos orgánicos se presenta como una alternativa en los procesos de fertilización de los cultivos; los cuales, que, en épocas pasadas, fueron muy utilizados por los ancestros (Fuentes, 2002)

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar la utilización de la fertilización orgánica como una alternativa viable para la producción de maíz en el Valle de Mexicali.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento de grano de un híbrido de maíz con aplicación de tres diferentes fertilizantes orgánicos.

III. HIPÓTESIS

La aplicación de la fertilización orgánica es una opción viable para la producción de maíz en el Valle de Mexicali.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades y descripción del maíz

El maíz es un cereal de los más antiguos, que pertenece a la familia de las Poáceas (gramíneas), y es la única especie cultivada de este género (Cuadro 1). De acuerdo con la clasificación efectuada por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo, en la clasificación para el maíz del hemisferio occidental, el género *Zea* son incluidos en la Tribu Midae. (Acosta, 2009)

Cuadro 1. Taxonomía del Maíz

<i>TAXONOMÍA</i>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea mays</i>
Nombres Comunes	Maíz, morochillo, Maíz duro amarillo
Nombre Científico	<i>Zea mays</i> L.

Fuente: (Terán, 2008)

4.2 Morfología de la planta de maíz

Raíces: estas se originan en el nodo escutelar del embrión de la semilla, su principal objetivo es aportar un perfecto anclaje a la planta. En ciertas plantas, algunos

nudos de las raíces de las plantas sobresalen del suelo y a ellas se les conoce como secundarias o adventicias. (Saracho, 2021).

Tallo: tiene forma de caña, es erecto, y macizo en su interior, es totalmente simple, de una longitud elevada, de altura llega a alcanzar los 4 metros, aparte de ser robusto sin presentar ramificaciones. (Saracho, 2021)

Hojas: se encuentran abrazando el tallo, son largas, lanceoladas, paralelinervas, alternas y de un gran tamaño, también cuentan con presencia de vellosidad en el haz, además de que estas son de extremos muy filosos y cortantes. (Saracho, 2021)

Inflorescencia: presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta, la inflorescencia masculina es una panícula, denominado (penacho o espigón) posee de 20 a 25 millones de granos de polen, se identifica por ser de color amarilla, el polen se desarrolla en uno de los tres estambres de la flor que componen la panícula. Sin embargo, la inflorescencia femenina ya una vez fecundada por los granos de polen se es denominada mazorca, aquí se encuentra las semillas o (granos de maíz) todas en conjunto de una manera uniforme a lo largo de un eje. (Saracho, 2021)

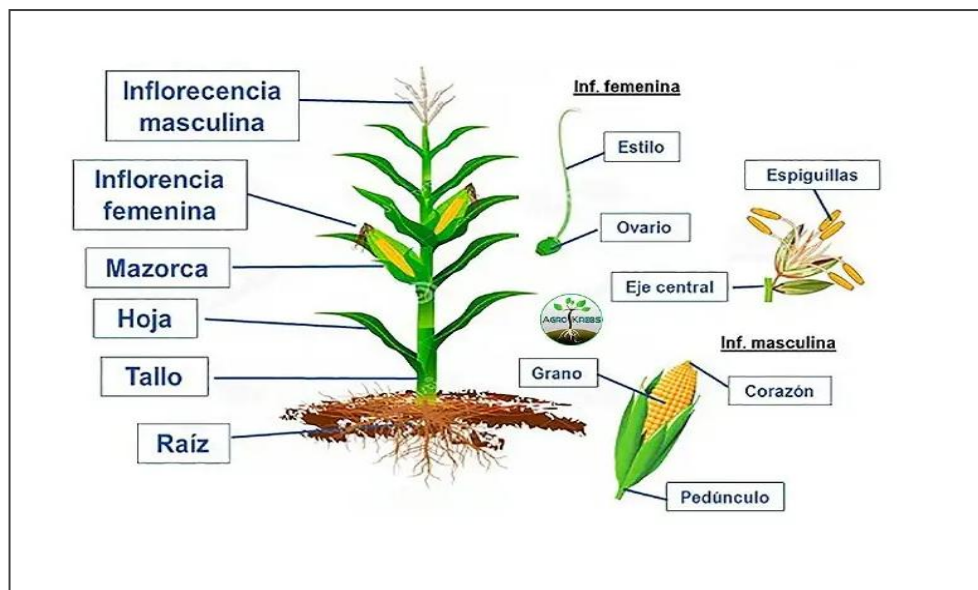


Figura 1. Morfología de la planta de Maíz.

Fuente: (Saracho, 2021)

4.3 Principales plagas y enfermedades del maíz en climas áridos

Gusano cogollero del maíz, (*Spodoptera frugiperda* y *Copitarsia turbata*)

El maíz no es el principal cultivo dañado por el gusano cogollero, estos gusanos o aun siendo larvas pueden alimentarse de unas 28 especies vegetales aproximadamente, de las cuales se destaca el sorgo, el algodón, la soya, el arroz, el girasol, el melón, y como antes mencionado el maíz. (Posada, 2017). La polilla hembra nunca va a hacer sus puestas en el haz de la hoja, esta realiza sus puestas principalmente en los atardeceres o por las noches, y las coloca en el envés de la hoja. Va situando huevos de manera grupal de 40 a 130 huevos aproximadamente, de manera que se va formando en estilo de hieras, a los 12 días del primer estadio comienzan a salir las larvas, mismas que son alimentadas de las hojas tiernas, muy constantemente permanecen en el cogollo de la planta o tienden a esconderse bajo el suelo ya estando una vez maduras a una profundidad de 15cm. (CIMMYT, 2004).

Daños

En su fase adulta causan severos daños principalmente en el cuello de la planta cuando esta se encuentra muy tierna, (Figura 2). Principalmente el daño lo hacen cuando se comportan como perforadores de los cogollos y cuando estos al crecer se abren, al medio y al borde las hojas muestran agujeros irregulares, a estos se les atribuye el impedimento de la fotosíntesis ya que su excremento lo colocan en las hojas y ahí se adhiere.



Figura 2: Daño en el interior de la mazorca tierna

Fuente: (CIMMYT, 2004)

Escarabajo verde de las hojas (*Diabrotica* sp.)

Los daños que causan en el maíz lo hacen ser una de las plagas más importantes, normalmente su desarrollo se divide en dos, tanto como larvas y adultos. En los adultos varia la combinación de diferentes colores. Esto depende de la especie, pero algunos cuentan con puntos negros o amarillos en la parte superior del primer par de alas, este es una especie de escarabajo, que mide de 4 a 6 mm, sus larvas tienden a medir de 2.5 a 3 mm, el huevo mide unos 0.6 mm aproximadamente y es de un color amarillo. (Sanchez, 2002)

Daños

Los adultos son identificados por masticar las hojas más tiernas, también ocasionando una gran cantidad de orificios en la planta retrasando el desarrollo de la planta (Figura 3), las larvas son alimentadas principalmente del sistema radicular y los síntomas que presentan son imperceptibles, uno de los factores que favorece el incremento de población es la ausencia de lluvias, o mejor dicho las sequias. (CIMMYT, 2004).



Figura 3: Daño foliar en maíz causado por el escarabajo verde de las hojas (*Diabrotica* sp.) Algunos orificios en la hoja

Fuente: (CIMMYT, 2004)

Barrenador del grano del maíz (*Pagiocerus frontalis*)

Alrededor de unas 32 especies de esta familia se reportan que han utilizado granos y productos almacenados como hábitat, tres de estas componen una se las plagas más importantes por la capacidad que poseen en destruir las plantas, tanto en larva como en adulto, y por su gran distribución mundial. Las larvas son gusanos ápodos, por lo regular con capsulas cefálicas oscuras y cuerpos de un color blanco, presentan cabeza con un ligero pico, antenas, cuerpo y unas patas con una dureza firme, La pupa mide 2.30mm se identifica por su coloración blanquecina, que posteriormente se va degradando el color café en los ojos, mandíbulas y patas.(Sanchez, 2002)

Daños

Esta es una de las plagas que comienza su infestación en los granos de maíz, en las mazorcas maduras, posteriormente, realiza su infestación en los lugares de secado y hasta llegar a las zonas de almacenamiento, este barrenador comienza ranurando o realizando pequeños orificios, con sus mandíbulas de manera que al perforar se alimenta del grano, la hembra, al llegar al embrión del grano, construye su propio espacio en el cual ovipone el huevo. El daño ocasionado por la larva, en un inicio es invisible desde el exterior, pero a medida que avanza el crecimiento larvario, el grano se va tornando trasparente por el consumo casi total del endospermo. (Gomez, 2011)



Figura 4: Se distingue al barrenador consumiendo el almidón

Fuente: (CIMMYT, 2004)

Pudrición del grano (*Fusarium moniliforme*)

Es una enfermedad fúngica de varios cereales que contamina frecuentemente a la cebada, avena, centeno, trigo, y maíz, durante todo el ciclo vegetativo es capaz de colonizar en la planta, incluyendo las siguientes partes de la planta; raíz, tallo, mazorca y semillas, en muchos casos cuando se está presentando el hongo no es visible, pues no causa daños visibles en la semilla o en la plántula, los granos de maíz son muy vulnerables a la degradación por micotoxinas, se presenta normalmente en bajo condiciones climáticas calurosas o secas, por daño de los insectos a la mazorca y debido los bajos niveles de resistencia. (Marin, 2006)

Causas

A nivel mundial se presentan pérdidas por la pudrición de tallo y grano causado por *Fusarium*, este hongo tiende a aparecer primero como con una coloración salmón pálido en el casquete de la punta de los granos. Ocasionalmente, los granos contaminados demuestran un crecimiento de moho polvoso de una tonalidad rosácea, compuesto por un cierto número de esporas o conidias. Las líneas puras defieren en su resistencia a esta enfermedad. Las líneas puras susceptibles tienen estigmas cortados o granos reventados. El hongo es penetrado cerca de la corona de la planta o a través de los nudos. Las plantas afectadas se hacen notorias por su color café y los tejidos se reblandecen en la parte inferior del tallo. (Posada, 2017).



Figura 5: Comienza la pudrición del grano

Fuente: (CIMMYT, 2004)

4.4 Etapas de desarrollo del maíz de acuerdo con la escala de Ritchie (1982)

Etapas de desarrollo

- VE Emergencia. El coleóptilo alcanza la superficie del suelo y se establece la plántula
- V1 Collar de 1era hoja. La hoja inferior (corta con punta redondeada) está completamente desplegada, con collar y lígula visible
- V3 Collar de 3er hoja. Tres hojas completamente desplegadas. El punto de crecimiento se mantiene por debajo de la superficie del suelo.
- V5 Collar de 5ta hoja. Cinco hojas completamente desplegadas. El punto de crecimiento se acerca a la superficie del suelo.
- V6 Collar de 6ta hoja: Seis hojas completamente desarrolladas. El ápice de crecimiento está por encima de la superficie del suelo
- V7 Collar de 7ma hoja. Siete hojas completamente desplegadas
- V10 Collar de 10ma hoja. Diez hojas completamente desarrolladas
- Vn Collar de “n” hojas. “n” ésima hoja completamente desplegada, con collar y lígula visible.
- VT Antesis. Aparición de la panoja con liberación de polen
- R1 Silking. Se produce la emergencia de los estigmas que capturan los granos de polen
- R2 Ampolla o Blister. Los granos son de color blanco asemejándose a una ampolla
- R3 Grano lechoso. Los granos son de color amarillo en la parte exterior con un interior líquido blanco lechoso.
- R4 Grano pastoso. El fluido en el endospermo se ha espesado hasta obtener una consistencia pastosa. La mazorca es de color blanco cuando se quitan los granos. La humedad del grano es de aproximadamente el 70%.
- R5 Grano Dentado. La mazorca es de color rojo oscuro. Comienza el secado del grano formándose, en la parte superior, una capa dura de color blanco de almidón, que continua hacia la mazorca. La humedad del grano es de

aproximadamente el 55%

R6

Madurez Fisiológica. Todos los granos han alcanzado máximo peso seco. Una capa de color negro o marrón se ha formado en la porción del grano que se une a la mazorca, lo que indica que la madurez fisiológica se ha alcanzado. El contenido de humedad del grano oscila entre el 30-35% en esta etapa

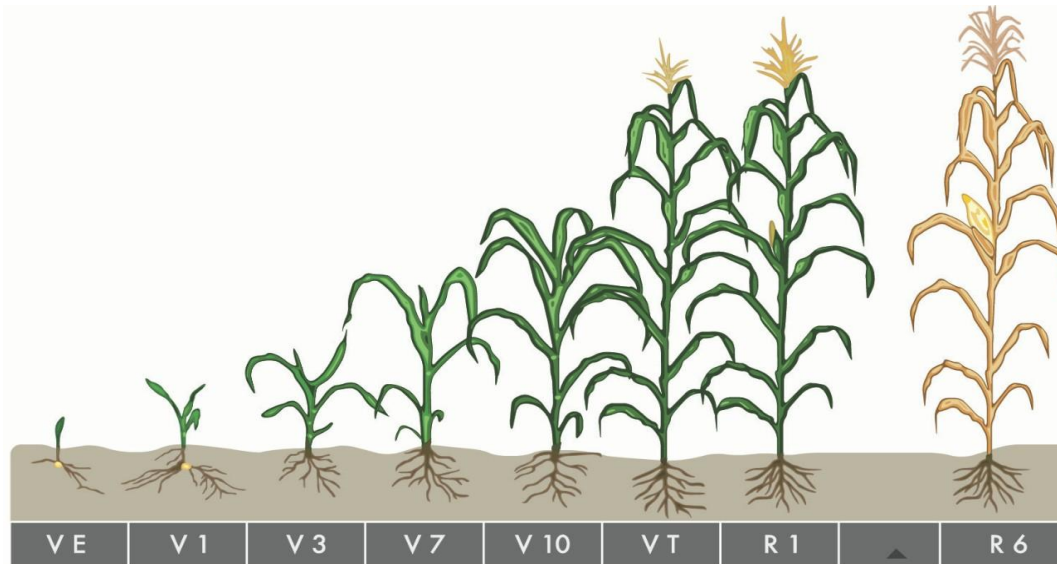


Figura 6: Etapas de desarrollo del Maíz.

Fuente: (Ritchie, 1982)

4.5 Genética del Maíz

El genoma de maíz muestra una tripulación diploide de veinte cromosomas, cuyas longitudes no surgen significativamente diferentes entre sí; además, tiene 50 a 60 mil genes y proximidades de 2 500 millones de bases nitrogenadas (Kato, 2019)

Variedad criolla

Las variedades locales son poblaciones de plantas que se han adaptado a condiciones de los agricultores a través de selección natural y artificial. En los cultivos de polinización abierta como maíz, los maíces “criollos” son definidos como variedades que se han mezclado con las variedades locales en los campos de los agricultores durante varios años, ya sea a través de la práctica deliberada del agricultor o por medio de la fecundación cruzada natural (Aguirre, 2000).

Variedad sintética

Un cultivar sintético es una generación avanzada formada de varias líneas endogámicas o híbridos que se propaga por medio de polinización abierta. Cuando se habla del término sintético es hablar de una población de plantas que se produce artificialmente por el fitomejorador (Poehlman, 2000)

Una variedad sintética es una población mejorada de maíz y se puede obtener usando más de un método de mejoramiento genético. El sintético o variedad sintética es posible obtenerlo en la primera generación (Generación 1) dejando que un compuesto balanceado de líneas o familias que se involucraron se polinicen libremente en una parcela aislada. Este compuesto al llegar al equilibrio en una sola generación en las posteriores siembras masivas con miles de plantas ya no generará endogamia (Márquez, 2013)

Líneas endogámicas

Las líneas de maíz endogámicas son poblaciones de plantas idénticas (o casi idénticas) que regularmente se obtiene por autopolinización. En los programas de mejoramiento se realiza la endogamia que aumenta la homocigosidad antes de formar un híbrido. La vía más rápida hacia la homocigosidad en las plantas es por medio de la autofecundación. En maíz es favorable para estudiar los efectos de la endogamia, ya que es fácil hacer las autofecundaciones y normalmente se obtiene buena formación de semilla después de la autopolinización (Poehlman, 2000).

4.6 Importancia del maíz para grano en el mundo

La importancia del maíz en el mundo no solo se ve limitado al volumen de producción y al papel que a diario desempeña en la nutrición humana y animal, al ser una materia prima para la fabricación de alimentos balanceados para la alimentación animal, así como harinas precosidas, aceites, hojuelas para el desayuno, si no también, por ser un componente importante en la confección de una gran variedad de productos alimenticios e industriales. (Ranum, 2014)

La Producción de maíz del año 2020 fue de 1.166 millones de toneladas, es decir, los 1.133 millones de toneladas estimados para este año podrían significar un incremento de 17.47 millones de toneladas o 1.57% en la producción de maíz alrededor del mundo. La producción actual se observa en la Figura 8, donde se aprecia claramente la clasificación de los 10 principales países productores dominada por dos continentes: Asia y América, en América también se destacan Canadá y México, mientras que, en Asia, aparte de China, la producción de maíz también es significativa en Indonesia e India. (USDA, 2020)

PANORAMA MUNDIAL DE MAÍZ | PROYECCIÓN 2021/22

Fuente: GCMA con datos del USDA | (Septiembre 2021)
 *Ranking de México sin contar a la Unión Europea por ser una comunidad económica.

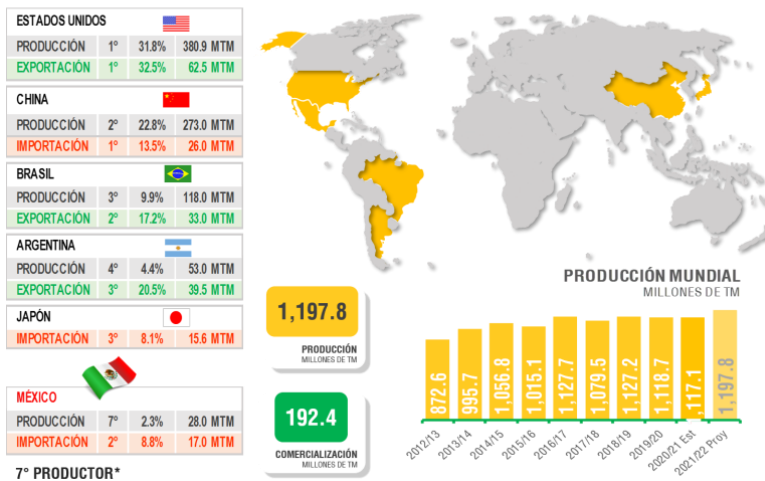


Figura 7. La producción obtenida de maíz a nivel mundial expresada en toneladas.

Fuente: (GCMA, 2021)

Los mayores exportadores de maíz son Estados Unidos, Argentina, Brasil y Ucrania, estos países controlan una cuota que supera ampliamente dos tercios del mercado mundial, por un total de casi 25 000 millones de dólares de exportación en 2018, sobre un total de casi 34 000 millones de dólares.

En cuanto a las exportaciones, los países Europeos juegan un papel más importante: además de Ucrania, también Francia, Rumanía, Rusia y Hungría se encuentran entre los primeros diez. Cierran la clasificación dos países que ya hemos visto en la lista de los principales productores: Sudáfrica y Canadá. (USDA, 2020)

Los países que en absoluto importan más maíz son Japón, México, Corea, Vietnam e Irán, seguidos de España, Egipto, Países Bajos, Italia y Colombia, basándose en los datos de 2018.

4.7 Fertilización foliar

La fertilización foliar, es la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo. La eficiencia de la fertilización foliar es superior a la de la fertilización al suelo y permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes que las plantas necesitan para lograr un óptimo rendimiento (Ramírez, 2000)

La aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los nutrientes secundarios (Ca, Mg y S) y los micronutrientes (Zn, Fe, Cu, Mn, B y Mo), mientras que suplementa los requerimientos de N-P-K requeridos en los períodos de estado de crecimiento críticos del cultivo. Una planta bien nutrida retrasa los periodos de senescencia natural (Ramírez, 2000).

La fertilización foliar tiene innegables ventajas sobre la aplicación de los fertilizantes al suelo. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90%. Por el contrario, los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50% o más, por diferentes motivos. Otras ventajas de la fertilización foliar es que se pueden aplicar fungicidas en la misma solución (Venegas, 2008).

Al mismo tiempo que nutrimos estamos controlando las enfermedades, permite una rápida utilización de los nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo, es la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos, ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas, permite el aporte de nutrientes en condiciones de emergencia o stress, en el caso de sequías el aporte de nutrientes vía foliar permite aliviar esta dificultad, no obstante, se debe tener en cuenta que en estas condiciones las plantas son mucho más sensibles a los efectos de toxicidad causada por las aplicaciones foliares, cuando se presentan bajas temperaturas (heladas) pueden ocasionar un daño tal al follaje, que se limite la actividad fotosintética de la planta, limitándose por ende, la absorción de nutrientes (Venegas, 2008).

4.8 Fertilización orgánica mediante humus-convencional

El humus de lombriz se le ha tomado mucha importancia en la agricultura de manera que se ha catalogado como un abono orgánico, esto gracias a él gran valor de macro nutrientes que tiene en su composición, contiene una gama de elementos orgánicos, los ácidos, fúlvicos y úlmicos son humatos que es e incluyen a su composición, mismos que al ser aplicados en estado líquido estimula el proceso de mineralización y humificación de los residuos vegetales en suelo. (Somarraba, 2004).

El Humus es uno de los tratamientos foliares orgánicos, en su disolución es mejor conocido como té de humus, el cual presenta en su composición los microelementos representan el 1%, dentro de composición también contiene minerales como lo son, fosforo nitrógeno y potasio, gracias a su gran composición de macro y microelementos se ha demostrado un efecto de mayor importancia en los vegetales como un estimulador en el crecimiento, principalmente sobre el sistema radicular. (Shuldt, 2006).

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete InfoStat (Di Rienzo, et al., 2008). Se realizó un análisis de varianza (ANVA), bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La comparación de medias fue con Tukey ($p \leq 0.05$).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Características de la localización

La presente investigación fue realizada en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en carretera a Delta S/N Ejido Nuevo León, a 50 km al sur de Mexicali, Baja California, México ($32^{\circ}24'44,16''$ N, $115^{\circ}11'56,87''$ O) y una altitud de 12 msnm (INEGI, 2010) (Figura 8).

La temperatura media anual es de 22°C y la precipitación media anual de 75.9 mm. El clima es tipo desértico, donde el mes más frío es enero con una temperatura mínima promedio de -1.66°C y el mes más cálido con una temperatura máxima de 45°C (INEGI, 2010)

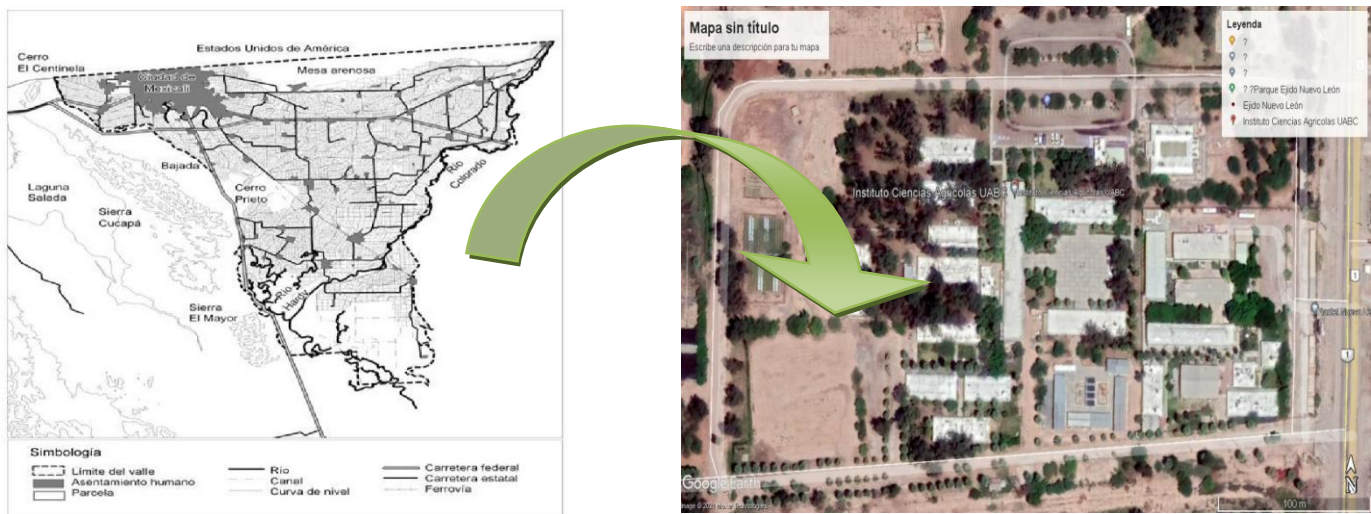


Figura 8: Localización del sitio experimental

Fuente: (INEGI, 2021)

5.2 Material genético

El material genético utilizado fue semilla híbrida de maíz variedad “P3201” PIONNER, seleccionada por su excelente calidad de grano y utilizado en la producción de leche.

5.3 Establecimiento del experimento en campo

La siembra se realizó el día 28 de febrero del 2021 de forma mecanizada con distancia entre surco de un metro de ancho y depósito de semillas cada 15 cm, con una fertilización química inicial (46-00-00). El primer riego se realizó el día de la siembra y posteriormente se realizaron cuatro riegos en un intervalo promedio de 25 días. Los riegos se establecieron en base a las necesidades de la planta. Entre las labores culturales se realizó limpieza de la maleza de forma manual y en una ocasión se realizó la aplicación de un herbicida comercial.

5.4 Diseño experimental y modelo estadístico

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

El modelo estadístico del diseño de bloques completos al azar, se describe a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots t$$

$$j = 1, 2, 3 \dots n$$

Donde:

Y_{ij} = La k-ésima observación del i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque

μ = Media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental en la unidad j del tratamiento i

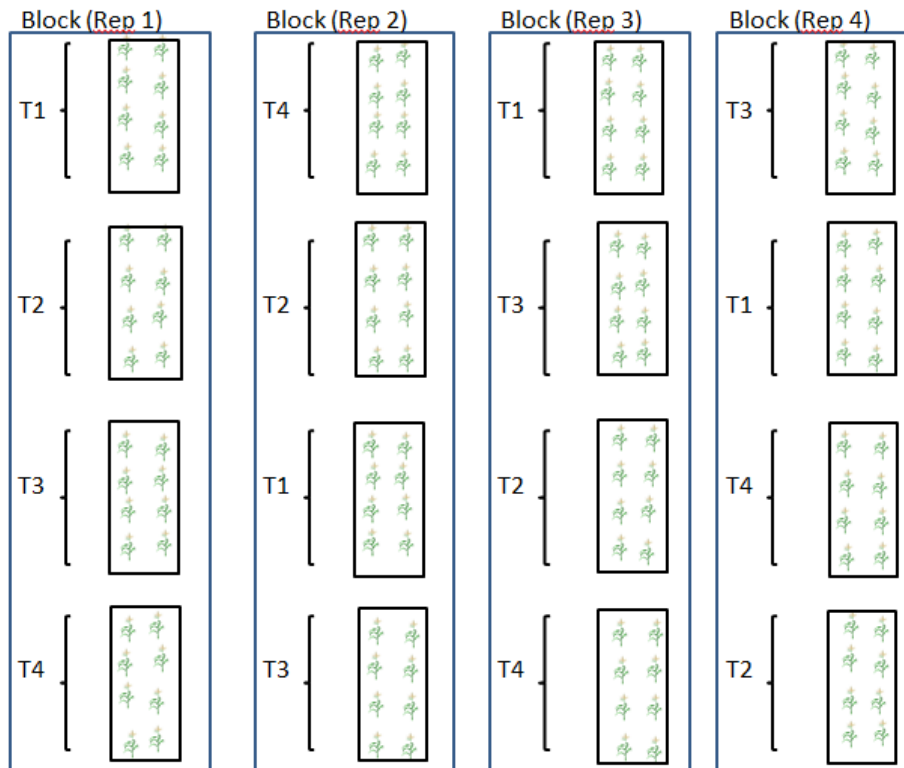


Figura 9. Distribución de bloques y tratamientos en el área experimental

Los tratamientos se aplicaron de forma foliar con una mochila aspersora, iniciando al día 44 después de la siembra con aplicaciones cada cinco días hasta tener un total de seis aplicaciones. Enseguida se describen las fuentes de fertilización orgánicas utilizadas en el experimento:

Cuadro 2. Identificación de tratamientos y dosis total de aplicación

N°	TRATAMIENTO	DOSIS
1	Agua (testigo)	NA
2	Humus	400 L ha ⁻¹
3	4-6-1 (N-P-K)	20 L ha ⁻¹
4	5-1-1 (N-P-K)	20 L ha ⁻¹

a) Fertilizante orgánico 4-6-1 Mar y Tierra ®

Es un complejo nutricional natural que contribuye eficazmente al metabolismo de la planta, aportando los elementos mayores NPK y varios otros secundarios o menores tales como azufre, hierro, cobre y zinc, entre otros, con los porcentajes contenidos como lo muestra el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición del fertilizante 4-6-1 de acuerdo con la marca comercial, mar y tierra

COMPOSICIÓN GARANTIZADA	
Nitrógeno Total(N)	4.00%
Nitrógeno Amoniacal (N—H)	0.28%
Nitrógeno Nítrico(N-NH)	0.09%
Nitrógeno Soluble en Agua(N)	3.3%
Nitrógeno Insoluble en Agua(N)	0.32%
Fosforo Asimilable (P,O)	6.00%
Potasio(K,O)	1.00%
Contenido de Materia Orgánica	1.00%
PH 3.5 a 3.8	

b) Fertilizante orgánico 5-1-1 Mar y Tierra ®

Es un complejo nutricional natural que contribuye eficazmente al metabolismo de la planta, aportando los elementos mayores NPK y varios otros secundarios o menores tales como azufre, hierro, cobre y zinc, entre otros, con los porcentajes contenidos como lo muestra el (Cuadro 4).

Cuadro 4. Composición del fertilizante 5-1-1 de acuerdo con la marca mar y tierra.

COMPOSICIÓN GARANTIZADA	
Nitrógeno total(N)	5.00%
Nitrógeno Amoniacal(N-NH)	0.08%
Nitrógeno Nítrico(N-NH)	0.01%
Nitrógeno Soluble en Agua(N)	4.74%
Nitrógeno Insoluble en Agua(N)	0.17%
Fosforo(P,O)	1.00%
Potasio(K,O)	1.00%
Contenido de Materia Orgánica	34.00%
	PH 3.5 a 3.8

5.5 Variables a Evaluar

Variables agronómicas

Días a floración masculina: Se determinó con el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando la mitad de la espiga se encontro con las anteras expuestas (antesis).

Días a floración femenina: Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando se observo exposición de los estigmas.

Altura de la planta: Se determinó al medir desde la base del suelo hasta el ápice de la espiga en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de cada unidad experimental.

Altura de la primera mazorca: Se midió desde la base del suelo hasta la altura de la primera mazorca en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de cada unidad experimental.

Diámetro de tallo: Se determinó a la mitad de la longitud del tallo mediante un vernier digital en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de cada unidad experimental.

Variables de rendimiento

Longitud de mazorca: Se midió la longitud de la base a la punta del ápice de la mazorca, en un total de 10 mazorcas por parcela experimental.

Diámetro de la mazorca: Se determinó el diámetro de la mazorca en la parte central de la mazorca mediante un vernier digital en un total de 10 mazorcas por parcela experimental.

Hileras por mazorca: Se realizó un conteo del número de hileras por mazorca en un total de 10 mazorcas por parcela experimental.

Peso total de 10 mazorcas: Se determinó al pesar 10 mazorcas por parcela experimental.

Peso de grano de 10 mazorcas: Se realizó el desgrane manual de 10 mazorcas por parcela experimental y se obtuvo el peso de grano.

Peso del olote de 10 mazorcas: Del desgrane manual de las 10 mazorcas, se pesaron sus respectivos olotes.

Peso de 100 semillas: Se cuantificaron y pesaron 100 granos por cuatro repeticiones para obtener una media por parcela experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza en el Cuadro 5, se observa que la fuente de variación tratamiento no presentó diferencias significativas en las variables agronómicas; altura de la planta, altura de la primera mazorca, altura de la segunda mazorca y diámetro de tallo. Lo anterior debido quizá, a que la aplicación de los tratamientos a los 44 días posteriores a la siembra fue tardía para ser aprovechada al cultivo, dada la etapa de desarrollo en que se encontraba y por ello no fue reflejado estadísticamente en las variables agronómicas. Baez y Marin 2010, realizaron una evaluación de una mezcla de abonos orgánicos incluyendo humus y fertilizantes sintéticos, con aplicaciones a los 25 días después de la siembra y sin diferencias significativas en la variable de altura de la planta. Sin embargo, Méndez 2010, al evaluar tres aplicaciones de fertilizante orgánico “humus” (17.8 L ha⁻¹) después de la emergencia de la planta en una variedad de maíz criollo de raza oloton, obtuvo diferencias significativas en las variables de altura de la planta y diámetro de tallo.

Cuadro 5. Cuadrados medios y nivel de significancia de las variables agronómicas.

F.V.	G.L.	AP	AM1	AM2	DT
Tratamiento	3	0.0047ns	0.0025ns	0.0013ns	1.19ns
Error	9	0.01	0.0015	0.0042	0.85
C.V.		5.12	5.71	8.26	4.58

F.V.: Fuente de variación; G.L.: Grados de Libertad; C.V.: Coeficiente de variación; AP: Altura de la planta; AM1: Altura de la primera mazorca; AM2: Altura de la segunda mazorca; DT: Diámetro de tallo. Prueba de F: *: significativo ($p \leq 0.05$), **: altamente significativo ($p \leq 0.01$), ns: no significativo ($p > 0.05$).

En el Cuadro 6 se observa se observa que la fuente de variación tratamiento no presentó diferencias significativas en las variables agronómicas; altura de la planta, altura de la primera mazorca, altura de la segunda mazorca y diámetro de tallo. Baez y Marin 2010, en su trabajo realizando una prueba de medias con t student, encontraron un valor de media en altura de la planta de 49.36 cm del tratamiento de humus sin presentar diferencias estadísticas con el tratamiento de fertilización convencion. Contrario a los resultados de prueba de medias de Tukey ($\alpha=0,05$) de Méndez 2010, con diferencias estadísticas en altura de planta, con un valor de media de 1.95 m del tratamiento de humus, mientras que el testigo (sin tratamiento) obtuvo una media de 1.89 m, en la variable diámetro del tallo con valor de media de 23.95 mm del tratamiento humus y de 23.58 mm en el testigo.

Cuadro 6. Medias de las variables agronómicas de maíz amarillo tratado con diferentes fuentes de fertilizantes orgánicos en Mexicali, B.C. en el ciclo P-V 2021

	AP (cm)	AM1 (cm)	AM2 (cm)	DT (mm)
T1	1.86	0.67	0.76	19.53
T2	1.89	0.66	0.76	20.70
T3	1.86	0.66	0.73	19.89
T4	1.93	0.71	0.78	20.51

AP: Altura de la planta AM1: Altura de la primera mazorca; AM2: Altura de la segunda mazorca; DT: Diámetro de tallo.

El análisis de varianza en el Cuadro 7 se observa que la fuente de variación tratamiento no presentó diferencias significativas en las variables de rendimiento; longitud de la mazorca, diametro de mazorca, hileras de mazorca, peso total de la mazorca, peso de grano de la mazorca, peso de olote y peso de cien semillas, Baez y Marin 2010, evaluaron las mismas variables de rendimiento, sin embargo, no encontraron diferencias significativas en

las variables de longitud de mazorca, diametro de tallo e hileras de mazorca. Lo que contrasta con Méndez 2010, quien encontro diferencias significativas en todas las variables agronomicas mencionadas a excepci3n de peso de olote y peso de cien semillas.

Cuadro 7. Cuadrados medios y nivel de significancia de las variables de rendimiento.

F.V.	LM (cm)	DM (mm)	HM	PTM (kg)	PGM (kg)	PO (kg)	PCS (kg)
Tratamiento	0.25ns	0.59ns	0.12ns	4172.92ns	3993.23ns	37.50ns	0.92 ns
E. Error	2.08	1.32	0.21	15535.42	10222.40	608.33	0.76
C.V	9.52	3.44	3.54	18.87	20.75	15.42	5.19

F.V.: Fuente de variaci3n; GL.: Grados de Libertad C.V.: Coeficiente de variaci3n; LM: Longitud de la mazorca; DM: Diámetro de mazorca; HM: Hileras de Mazorca; PTM: Peso total de la mazorca; PGM: Peso de grano de mazorca; PO: Peso de olote; PCS: Peso de cien semillas. Prueba de F: *: significativo ($p \leq 0.05$), **: altamente significativo ($p \leq 0.01$), ns: no significativo ($p > 0.05$).

En el Cuadro 8, se muestran las medias de las variables agron3micas. Baez y Marin 2010, realizaron una prueba de medias de t de Student con diferencias estadisticas y sus valores de media en el tratamiento de humus son las siguientes; longitud de mazorca 15.30 cm, diametro de mazorca 4.80 mm, numero de hileras por mazorca 14. Méndez 2010, present3 valores de medias con el tratamiento de humus en longitud de mazorca de 16.07 cm, diámetro de mazorca de 41.68 mm, peso de mazorca de 173.70 g y peso de grano de 135.59 g.

Cuadro 8. Medias de las variables de rendimiento de maíz amarillo tratado con diferentes fuentes de fertilizantes orgánicos en Mexicali, B.C. en el ciclo P-V 2021.

	LM	DM (mm)	HM	PTM (g)	PGM (g)	PO (g)	PCS (g)
T1	15.42	33.77	12.75	676.25	503.75	160.00	17.50
T2	14.82	33.08	13.05	613.75	445.00	156.25	16.64
T3	15.20	33.03	13.05	666.25	482.50	163.75	16.58
T4	15.12	33.65	13.05	686.75	517.50	160.00	16.45

LM: Longitud de la mazorca; DM: Diámetro de mazorca; HM: Hileras de Mazorca; PTM: Peso total de la mazorca; PGM: Peso de grano de mazorca; PO: Peso olote; PCS: Peso de cien semillas.

VII. CONCLUSIÓN

Los resultados encontrados no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) para la fuente de variación tratamiento en las variables agronómicas y de rendimiento. Lo anterior debido, quizá, a que la aplicación de los fertilizantes foliares se realizó en una etapa de desarrollo tardía para ser aprovechada por la planta. Es decir, los diferentes tipos de fertilización orgánica, presentaron rendimientos similares al testigo (sin fertilización), por lo que se recomienda en futuras investigaciones la evaluación de fertilizantes orgánicos aplicados en etapas de desarrollo más tempranas.

Bibliografía

- Acosta R. 2009. El cultivo de maíz, su origen, y clasificación. Cultivos tropicales 30 (2) : 113_120.
- Aguirre M.A. 2000. Estimación de aptitud combinatoria general y específica en líneas avanzadas de maíz. Tesis de Maestría. Universidad de Guayaquil. Facultad de ciencias agrarias. Guayaquil. 75p. disponible en: [file:///E:/TESIS%20\(RECUPERADO\)/DIR4/genetica%20maiz.pdf](file:///E:/TESIS%20(RECUPERADO)/DIR4/genetica%20maiz.pdf) (revisado el 2 de agosto de 2021)
- Alvarez S. 2012. Efecto de Lombriz en el cultivo de maíz. Gayana 69 (3): 49-54.
- Anileman M.A. 2018. Comparación de fertilizantes orgánicos. Guayana Disponible en: <file:///E:/REDACCI%C3%92N/fertilizacion%20foliar.pdf> (revisado 20 de Agosto de 2021)
- Anwar T. 2014. Efecto de la fertilización Orgánica. Recuperado el 28 de Julio de 2021, de <file:///E:/REDACCI%C3%92N/ferti-%20maiz.pdf> (revisado el 28 de julio de 2021)
- AtlasBig. 2020. Mapas y estadísticas del mundo y regiones. disponible en: <https://www.atlasbig.com/es-ar/paises-por-produccion-de-maiz> (revisado 25 de agosto del 2021)
- Baez E.y Marin.L. 2010 Evaluación de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz. tesis de Ingeniería. universidad nacional agraria, Managua; Nicaragua. 47 p.
- CIMMYT. (2004). (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) Enfermedades del Maíz. una guía para su identificación en el campo, 123.
- Elizondo J.A. 2002. Evaluación de Características y ambientales. Disponible en: <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3436/IAZ1EVA01301.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (revisado 5 de Agosto de 2021)
- Fuentes R. 2002. Comparación de fertilizantes orgánicos. Disponible en: <file:///E:/REDACCI%C3%92N/fertilizacion%20foliar.pdf> (revisado Agosto de 2021)
- Gómez J. (2011). Preferencia alimentaria de *Pegiocerus frontalis* en la variedad de maíz en el distrito de coya. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 53. Obtenido de http://avocadosource.com/international/peru_papers/CastroRosa2011.pdf

- GCMA. 2021. (Grupo Consultor de Mercados Agrícolas).Panorama mundial de maíz . perspectivas del mercado de maíz, 62(5) 120-128.
- INEGI. 2010.(Instituto Nacional de Estadística y Geografía) Cuaderno estadístico municipal. Disponible en: internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1334/702825926533/702825926533_1.pdf (revisado el 15 de Agosto de 2021)
- Kato G.H. 2019. Diversidad genética de razas mexicanas de maíz de altitudes intermedias. Tesis doctoral, colegio de posgraduados, Montecillo, Texcoco, Mexico. Disponible en: https://www.academia.edu/35732392/TESIS_DOCTORAL_DIVERSIDAD_GENETICA_DE_MA%C3%8DZ (revisado el 29 de septiembre de 2021)
- Marín A. (2006). Infección del tallo de maíz por fusarium moniliforme. Agronomía mesoamericana, 23.
- Márquez L. 2013. Estimación de aptitud combinatoria general y específica en líneas avanzadas de maíz. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León.76p. Disponible en: [file:///E:/TESIS%20\(RECUPERADO\)/DIR4/genetica%20maiz.pdf](file:///E:/TESIS%20(RECUPERADO)/DIR4/genetica%20maiz.pdf) (revisado el 20 de Agosto)
- Méndez M.O.2013. Efecto de la aplicación de humus de lombriz roja (*Eisenia foetida*) en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de Maíz. Tesis de Ingeniero Bioquímico. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez, Tuxtla Gutierrez, Chiapas. 125p
- Montes.L. 2010. El maíz, su origen e importancia en el mundo actual. compartiendo mi opinion, 5.
- Posadas L. 2017. El gusano cogollero del maíz y algunas plantas transgénicas. Colombiana de Ciencias Agrícolas, 1(1), 103. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1149/1148

- Poehlman J.M. 2000). Estimación de aptitud combinatoria general y específica en líneas avanzadas de maíz. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León.76p. Disponible en: [file:///E:/TESIS%20\(RECUPERADO\)/DIR4/genetica%20maiz.pdf](file:///E:/TESIS%20(RECUPERADO)/DIR4/genetica%20maiz.pdf) (revisado el 20 de Agosto)
- Quiroz F.2018. cultivo de Maiz en sinaloa. Ciencia 86. Disponible en: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-EL-CULTIVO-DE-MAIZ/4493709.html> (revisado 18 de Septiembre de 2021)
- Ranum J.2001. El cultivo de maíz y en Perú. Investigación, 2, 30.
- Ritchie M. 1982. Etapas de desarrollo de cereales. Cereales y oleaginosas FCA-UNC, 8.
- SADER. 2020.(Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). Delegacion SADER Baja California. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/bajacalifornia/articulos/se-presentan-las-primeras-cosechas-de-maiz-en-el-valle-de-mexicali#documentos> (revisado el 10 de Octubre de 2021)
- Saracho H.R. 2021. Descripción general de Cereales. Cereales 20 (3) 30p.Disponible en: <https://es.scribd.com/document/524260937/TAREA-1-Cereales> (revisado el 20 de octubre de 2021)
- Shuldt M. 2006. Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de Maiz. Concepción, Chile: Guayana botanica.50p.
- SIAP. 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Blog Agricultura 62. 56p. disponible en: <https://blogagricultura.com/estados-productores-maiz-2019/> (revisado el 13 de octubre)
- Somarriba M.2004. Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. Concepción Chile: Guayana botanica.86.120p.
- USDA. 2020. (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) Datos actualizados sobre la producción de maíz. España, 11, 60p.

USDA. 2022. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Consultado 4 octubre de 2022.
[EStadísticas de maiz - United States Department of Agriculture Search Results \(usda.gov\)](#).

Sanchez G. (2002). Insectos plagas en 15 genotipos de maiz (*Zea mays* L.). Tesis de
Ingeniera Agronoma, Universidad Nacional Agraria La Molina, 70 pag. Obtenido
de [epositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4409/tio-smith-grecia-
yajaira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4409/tio-smith-grecia-yajaira.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo del área experimental realizado en el laboratorio de análisis de suelo y agua del Instituto de Ciencias Agrícolas.

Determinación	Resultados	
Análisis Químicos (Sanidad)	M3	
Porcentaje de saturación (%)	70	
Conductividad eléctrica (dS m)	3.67	
Potencial de Hidrogeno (pH)	8.22	
Aniones y Cationes	mEq/L	ppm
Calcio (Ca*)	12.0	240.5
Magnesio (Mg**)	20.0	243.0
Sodio (Na*)	4.7	180.1
Carbonatos (CO ₃)	0.0	0.0
Bicarbonatos (HCO ₃)	12.0	732.2
Cloruros (Cl)	24.0	850.8
Sulfatos (SO ₄)	0.7	33.6
Sólidos Disueltos Totales (SDT) (ppm)	2208	
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	1.2	

Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) (%)	0.5	
Análisis Químicos (Fertilidad)	Ppm	kg/ha
Nitrógeno N-NO ₃	3.90	11.7
Fósforo P-PO ₄	1.30	3.9
Materia Orgánica (%)	0.92	
Arena (%)	4.8	
Limo (%)	27.4	
Arcilla (%)	69.2	
Clase Textural	arcilla	



Oficio No. FCAyP/050/2023

Aracely Lara Ramirez
Egresada de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el Dr. Edgar Valencia Franco (**Director de Tesis**), Dra. Marisol Galicia Juárez (**Codirectora**), Dr. Sigfrido David Morales Fernández (**Asesor**), M.C. Fabiel Vázquez Cruz (**Asesor**) y Dr. Jesús Santillano Cázares en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

“Fertilización foliar como alternativa para la producción de maíz en el Valle de Mexicali”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento, me despido reiterando a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 30 de Enero de 2023

Dr. Armando Ibáñez Martínez

Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm