



Úrsulo Galván, Ver. 03/OCTUBRE/2023  
OFICIO No. 0154

**ASUNTO: Autorización de Digitalización**

C. JENNY DE LA CRUZ OLMOS  
N° CONTROL: 17883380  
CARRERA: INGENIERIA EN AGRONOMIA  
PRESENTE

Por este conducto me dirijo a usted para comunicarle que su trabajo titulado: "EFECTO DE ACIDO GLUTAMICO EN OTOÑO-INVIERNO EN PLATANO DOMINICO (*Mussa AAB Simmonds*), EN Tlapacoyan, Veracruz". Como opción de Titulación integral mediante: TESIS PROFESIONAL después de haber sido revisado por su Asesor y los integrantes de la Comisión de Revisión y usted haber cumplido con todas las correcciones y los requisitos indispensables, ha sido autorizada su impresión; por lo que deberá entregar a este Departamento un "Producto Formal de Titulación" de color VERDE, debiendo presentarse en formato digital atendiendo a las instrucciones para tal efecto.



EDUCACIÓN  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

**A T E N T A M E N T E**  
*Excelencia en Educación Tecnológica.  
Nuestro Esfuerzo es Progreso.*

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

DIVISION DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES

C. URANIA LOPEZ CERDAN  
JEFA DEL DEPTO. DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

C.c.p. Archivo  
ULC/mri





Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván  
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Úrsulo Galván, Ver, 17/Octubre/2023

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación integral.

URANIA LOPEZ CERDAN  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
P R E S E N T E

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral

Nombre del Egresado	JENNY DE LA CRUZ OLMOS
Carrera:	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
No. de Control	17883380
Nombre del proyecto	EFEECTO DE ACIDO GLUTAMICO EN OTOÑO-INVIERNO EN PLATANO DOMINICO ( <i>Mussa AAB Simmonds</i> ), EN TLAPACOYAN, VERACRUZ
Producto	TESIS PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

A T E N T A M E N T E  
Excelencia en Educación Tecnológica®  
"Nuestro esfuerzo es progreso"



ANA GRISEL HERNANDEZ VALLEJO  
JEFA DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE URSULO GALVAN

DEPTO. DE INGENIERIAS

 ARTURO MARIN ANDRADE	 JAZMIN VILEGAS NARVAEZ	 MARIA JUANA SOLIS SOSA P.A.
Nombre y Firma del Asesor	Nombre y Firma del Revisor	Nombre y Firma del Revisor

C.c.p. Expediente





**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

EFFECTO DEL ÁCIDO GLUTÁMICO EN  
OTOÑO-INVIERNO EN PLATANO DOMINICO  
(*Mussa AAB Simmonds*)  
EN TLAPACOYÁN, VERACRUZ.

TESIS PROFESIONAL

Presenta:  
JENNY DE LA CRUZ OLMOS

Para obtener el título de:  
INGENIERA EN AGRONOMÍA

No. Control: 17883380

Úrsulo Galván, Ver., octubre de 2023.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis agradecimientos van dedicados a mi familia la cual me apoyo y creyó en mí en especial a mis padres, mi papá Facundo De la Cruz Herrera, mi mamá Reyna Olmos Leal quienes fueron ese muro ese eslabón indispensable para poder cumplir y culminar mis estudios, quienes en todo momento estuvieron presentes, al igual que mis hermanos por su apoyo incondicional que desde el inicio.

En especial gracias a Dios por darme la fortaleza, por poner en mi camino a cada una de las personas que estuvieron presentes, quienes me ayudaron en este proceso a no dejar que me rindiera que día con día siguiera de pie hasta realizar esta meta.

Agradezco a mis asesores el M.C. Ramiro Escobar Hernández, Ing. Arturo Marín Andrade por enseñarme, guiarme y corregirme durante esta etapa, al igual gracias a Lic. Sofía Hernández Parra, Lic. Ma. Juana Solís Sosa, M.C. Jazmín Villegas Narváez quienes me apoyaron es este proceso.

Así como también al equipo de INTRAKAM por darme la oportunidad y confianza para llevar a cabo este trabajo de investigación al Dr. Adam Kamara Keita (Q.P.D.) al Dr. Omar, Ing. Mario, y el Ing. Gabriel, gracias por su apoyo.

A mis amigos y amigas quienes estuvieron presentes desde el inicio de la carrera hasta llegar al final gracias por sus ánimos y consejos. Gracias a cada uno por ser parte de este proceso.

## RESUMEN

En Tlapacoyan la producción de plátano dominico es una actividad de la cual depende mucho la gente de este lugar ya que es una fuente principal de ingresos para ellos y que contribuye a la economía del municipio, por lo cual los productores buscan mantener sus cultivos óptimos para una buena producción, lo que con lleva a hacer una inversión que les sea rentable, además de que algunos de los productores en la temporada otoño-invierno casi no invierten debido a que es una temporada baja para ellos y no les es rentable.

Por el cual se realizó esta investigación en una parcela con edad de 5 años en la cual se seleccionaron los hijatos, donde se aplicó acido glutámico como una alternativa para que el cultivo se mantenga en condiciones óptimas en la temporada otoño-invierno y esté listo para su futura producción, además se comparó con otro foliares tomando en cuanto a lo que los productores usualmente aplican durante la temporada.

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	ANTECEDENTES .....	3
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
IV.	OBJETIVOS .....	7
	4.1 Objetivo General.....	7
	4.2 Objetivo específico.....	7
V.	HIPÓTESIS.....	8
VI.	MARCO TEÓRICO.....	9
	6.1 Origen.....	9
	6.2 Taxonomía.....	9
	6.3 Raíces.....	11
	6.4 Hojas.....	11
	6.5 Etapa vegetativa .....	12
	6.6 Clima.....	12
	6.7 pH de suelo.....	13
	6.8 Importancia del cultivo .....	14
	6.9 Practicas agronómicas.....	14
	6.9.1 Deshoje .....	14
	6.9.2 Control de malezas .....	15
	6.10 Elementos nutricionales para la planta .....	15
	6.10.1 Nitrógeno.....	16

6.10.2 Fosforo .....	16
6.10.3 Potasio .....	17
6.10.4 Calcio .....	17
6.10.5 Boro.....	18
6.10.6 Aminoácidos.....	18
6.10.7 Acido glutámico.....	19
VII. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
7.1 Macro localización .....	20
7.2 Micro localización .....	21
7.3 Descripción del material biológico utilizado .....	22
7.4 Distribución de tratamientos en campo.....	23
7.5 Descripción de los tratamientos.....	24
7.6 Toma de datos.....	25
7.7 Temperatura mensual de La Otra Banda, Tlapacoyan, Ver.....	26
7.8 Tratamientos evaluados.....	27
7.8.1 T1.- Calcio, Boro y Zinc + Acido glutámico .....	27
7.8.2 T2.- Fosforo.....	28
7.8.3 T3.- Nitrógeno, Fósforo, Potasio + Silicio .....	28
7.8.4 T4.- Lixiviado de raquis de plátano.....	29
7.8.5 Análisis de Lixiviado de raquis de plátano.....	30
7.8.6 T5.- Calcio, Boro y Zinc + Fosforo.....	31
7.8.7 T6.- Testigo .....	32
7.8.8 T7.- 20-10-20 (suelo)+ Lixiviado de raquis de plátano (vía foliar) .....	32
7.9 Dosis/Hectárea .....	33

7.10 Productos a utilizar Intrakam .....	34
7.11 Análisis de suelo .....	34
7.12 Variables.....	36
7.12.1 Altura de la planta .....	36
7.12.2 Diámetro altura de pecho (DAP) .....	37
7.12.3 Largo y ancho de hoja.....	38
7.13 Análisis foliar.....	40
7.14 Metodología .....	40
VIII. RESULTADOS Y DISCUSION.....	44
8.1 Altura de planta.....	44
8.2 Diámetro de pseudotallo .....	45
8.3 Numero de hojas .....	47
8.4 Largo de hoja.....	48
8.5 Ancho de hoja.....	49
IX. CONCLUSION.....	51
X. RECOMENDACIÓN.....	52
XI. FUENTES DE CONSULTA .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Taxonomía del plátano dominico ( Mussa AAB Simmonds).....	10
Figura 2 Localización Tlapacoyan Veracruz (Inegi 2021).....	21
Figura 3 Parcela experimental La Otra banda.....	21
Figura 4 Unidad experimental .....	22
Figura 5 Distribución de tratamientos.....	23
Figura 6 Aspersor.....	24
Figura 7 Termómetro ambiental .....	25
Figura 8 Promedio de temperaturas mensuales.....	26
Figura 9 Aplicación de calcio + ácido glutámico.....	27
Figura 10 Aplicación de fosforo .....	28
Figura 11 Aplicación de NPK.....	29
Figura 12 Lixiviado de raquis de plátano .....	29
Figura 13 Aplicación de calcio + fosforo.....	31
Figura 14 Tratamiento testigo.....	32
Figura 15 Fertilizante al suelo 20-10-20 .....	33
Figura 16 Medición de altura con cinta métrica .....	36
Figura 17 Medición con estadal.....	37
Figura 18 Medición de diámetro de pseudotallo.....	38
Figura 19 Medición largo de hoja .....	39
Figura 20 Medición de ancho de hoja .....	39
Figura 21 Npk + silicio favoreció al crecimiento del tallo. ....	45
Figura 22 Diámetro la respuesta aceptable fue lixiviado más 20-10-20 .....	46
Figura 23 N de hojas .....	47
Figura 24 Largo de hoja .....	49
Figura 25 Ancho de hojas.....	50

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Análisis de lixiviado de raquis de plátano .....	30
Cuadro 2 Dosis/ Hectárea .....	33
Cuadro 3 Análisis de suelo de parcela experimental La otra Banda .....	35
Cuadro 4 T1 Resultados en unidades oficiales .....	41
Cuadro 5 T1 Resultados en unidades oficiales .....	41
Cuadro 6 T4 Reporte de unidades oficiales macronutrientes.....	42
Cuadro 7 T4 Reporte de unidades oficiales micronutrientes.....	42
Cuadro 8 T6 Reporte de unidades oficiales macronutrientes.....	43
Cuadro 9 T6 Reporte de unidades oficiales micronutrientes.....	43

## I. INTRODUCCIÓN

México es un país con una diversidad en tipos de suelo, climas y ecosistemas a lo largo y ancho del territorio nacional, representan un amplio campo de opciones para la producción agrícola. Actualmente, en México unas 24.6 millones de hectáreas las cuales están directamente orientadas a la agricultura (IICA, 2021) siendo uno de los principales países productores de bananas, manteniéndose en cuarto lugar de los países latinoamericanos que más producen (Robinson, 2012)

En la encuesta nacional agropecuaria 2017, se mostró que el 74% de las unidades económicas rurales reportaron pérdidas económicas debido a cambios climáticos así afectando las cosechas y animales. (Fao, 2012)

Una de las zonas más importantes en cuanto a producción es Tlapacoyan, el cultivo con más ingreso es el plátano dominico (*Mussa AAB Simmonds*) en un 95%, le sigue la variedad de plátano morado, bolsa, macho y blanco (Genomas AAA, ABB, AAB y AAB respectivamente). Dichas variedades se encuentran como monocultivos o ya sea intercalados con cultivos de cítricos, café, entre otros cultivos lo cuales también generan un ingreso extra. (Estevez, 2017)

Los aminoácidos, son componentes básicos de las proteínas, dentro de las plantas desarrollan funciones estructurales, enzimáticas y hormonales. (Admin, 2021).

En las últimas décadas, varios agentes quelatantes se han introducido en los cultivos agrícolas. Las fórmulas recientes son amino queladas que se sintetizan utilizando varios aminoácidos además de iones de nutrientes enfocados a mejorar el uso de eficiencia del uso de fertilizantes con mayor adaptación. En estudios realizados se han obtenido un mayor rendimiento y calidad, así como una mayor concentración de elementos nutritivos mediante la aplicación de amino quelatos en sustitución de simples fertilizantes químicos. (Mohammad Kazem Sour, 2018)

El crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos como el plátano son el resultado de la interacción con los factores climáticos de la zona de producción (radiación solar, temperatura, precipitación, humedad relativa). Si durante el desarrollo del cultivo alguno de estos factores incide en magnitudes fuera de los límites de tolerancia, las plantas alteran su desempeño productivo y fisiológico (Salinas, 2004).

## II. ANTECEDENTES

Una aplicación foliar de aminoácidos como amino total que contiene 17 aminoácidos diferentes en diferentes concentraciones, realizada en planta de frijol, mostró que el mayor nivel de aminoácidos con concentración de 1500mg-L ejerció el efecto más fuerte en el alivio sobre el efecto nocivo del estrés por salinidad en las plantas de frijol. (Souri, 2018)

En un estudio realizado de aplicación de ácido glutámico vía foliar en crecimiento fisiológico calidad física del fruto sobre planta de tomate revelo que ciertos parámetros de la calidad y el rendimiento de las plantas de tomate tuvieron una respuesta positiva a la aplicación foliar exógena de ácido glutámico (Miguel Ángel Ramírez-Cruz, 2022)

Para hacer un uso más apropiado de la tierra y para aumentar la rentabilidad de los cultivos, a lo que el hombre ha recurrido al empleo de prácticas agronómicas y/o cultivar variedades altamente productivas. Además, se hace uso de aplicación de nuevos fertilizantes con más nutrientes complementarios para la planta.

En México, la fruta tropical más cultivada son los bananos siendo unas de las cuatro más importantes en términos globales, el cual incremento en el 2020 del 2.9% a 2 millones 469 mil toneladas y tenido una gran posición en los mercados globales. (SIAP, 202)

La superficie de plátano sembrada en el país dentro de los años de 1980 a 2021 aumento un 5.3%, lo que equivalió pasar de 76,438 hectáreas sembradas a 80,520 hectáreas, lo cual para el año 2021 ya sumaba 2.4 millones de toneladas. Lo cual el plátano se ubicó como el cuarto fruto más producido en el ciclo agrícola. (Senasica, 2021)

Según (Serna-Rodríguez & Castro-Brindis, 2011) sostiene que el uso de la aplicación de los fertilizantes foliares dentro de la agricultura es una técnica que provee de nutrientes que requiere el cultivo como complemento de la fertilización al suelo.

La fase vegetativa es de especial interés para la programación de la fertilización en plátano, pues en ella se produce la formación de las raíces, el desarrollo del pseudotallo, los hijos y la mayoría de las hojas.

La absorción de nutrimentos es lenta desde la emergencia hasta la hoja 16, a partir de este momento la acumulación de nutrimentos es alta, período que coincide con el desarrollo de los hijos y previo a la presencia de la inflorescencia, es decir que la mayor absorción de nutrimentos ocurre entre la hoja 16 y cuando la inflorescencia se hace visible. (Furcal-Beriguete, 2014)

Últimamente se ha optado más por la aplicación de ciertos agroquímicos, para ayudar a los cultivos, a que estos produzcan más en menos tiempo, así como también para el control de ciertas enfermedades y/o plagas, en este caso los aminoácidos son las sustancias más difíciles de producir por la planta e intervienen en muchos procesos, principalmente en la recuperación de vegetales que han estado sometidos bajo algún tipo de estrés, ya que cuando una planta está bajo estrés evita producir estas sustancias que consumen mucha energía y las concentra en los puntos que necesita vía floema.

La absorción de nutrientes como los aminoácidos mejoran la absorción de agua y nutrientes debido a que tienen una acción de acomplejamiento con nutrientes; los aminoácidos con este efecto son ácido L-glutámico, L-glicina y ácido L-aspártico.

La aplicación foliar de ácido glutámico favorece la formación de clorofila b. El efecto acumulado de la aplicación de ácido glutámico provoca incremento en la actividad de la glutamina sintetiza, lo que se refleja en mayor producción de fruto realizado en plantas de jitomate. (Serna-Rodríguez & Castro-Brindis, 2011).

Una aplicación vía foliar de ácido glutámico, es absorbido y penetrado por las plantas e incorporándose al metabolismo vegetal, al igual que por vía radicular. Además, mediante la aplicación vía foliar de ácido glutámico puede ser positiva ya que es un iniciador importante en la biosíntesis de otros aminoácidos, así como estimula el crecimiento, participa en los sistemas de tolerancia de la planta a diferente estrés ambiental. (Villegas,2016)

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la región de Tlapacoyan el cultivo principal y de interés económico es el plátano dominico, para lo cual se requiere el utilizar fertilizantes para ayudar al desarrollo y producción de la planta, ya que durante la temporada baja de otoño a invierno hay descenso de la producción y la planta está sometida a estrés debido a los factores del clima (temperatura), provocando que haya una disminución en la producción de este cultivo.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Determinar el efecto de ácido glutámico sobre el desarrollo y crecimiento de plátano dominico mediante la aplicación vía foliar en la temporada de otoño a invierno. Así como fertilización al suelo.

### **4.2 Objetivo específico**

Comparar el efecto del ácido glutámico, mediante diferentes aplicaciones foliares con calcio, silicio, fósforo y con lixiviado de raquis de plátano.

Cuantificar el crecimiento de la planta de plátano en base a las condiciones climáticas durante la temporada.

## **V. HIPÓTESIS**

La aplicación de aminoácidos como el ácido glutámico en las plantas de plátano dominico provocará un mejor desarrollo que los demás tratamientos.

## **VI. MARCO TEÓRICO**

### **6.1 Origen**

El plátano tiene su origen en la región Indo malaya donde se ha cultivado desde hace miles de años. Desde Indonesia se propagó hacia el sur y el oeste, alcanzando Hawái y la Polinesia. (Ernesto Vergara Cantillo, 2010)

Los comerciantes europeos llevaron noticias del árbol a Europa alrededor del siglo III a. C., aunque no fue introducido hasta el siglo X. (Ernesto Vergara Cantillo, 2010).

### **6.2 Taxonomía**

El Plátano es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las Musáceas (Imagen 1) que consta de un tallo subterráneo (Cormo o Rizoma) del cual brota un pseudotallo aéreo; el Cormo emite raíces y yemas laterales que formarán los hijos o retoños. (Guerrero, 2010).

Clasificación Taxonómica del banano

Familia: Musáceas

Género: Musa

Serie: Sumisa

Cruce: *Musa acuminata* x *Musabalbisian*



Figura 1 Taxonomía del plátano dominico (*Mussa AAB Simmonds*)

El género *Musa* es una herbácea estolonífera perenne cuyo tallo verdadero permanece corto hasta su diferenciación floral, sus hojas que son grandes, y oblongas poseen pseudopeciolos largos que se ensanchan en vainas cuyo conjunto forma el pseudotallo (Sylvio Belacazar, 2017)

El plátano dominico también es conocido como plátano francés (o french plantain): el cual se trata de clones con muchas manos con dedos relativamente pequeños, con un eje de inflorescencia cubierto por flores femeninas y hermafroditas. La gran bellota (con flores masculinas), también es persistente (Basso & Rodríguez, 2002).

### **6.3 Raíces**

El sistema radicular está conformado por raíces de carácter netamente adventicio, fasciculadas y fibrosas, las cuales emergen a través de los nudos y espacios intermodales subterráneos del corno (Sylvio Belalcazar, 2009).

El proceso de la emisión de las raíces es muy activo ya que los hijuelos emiten nuevas raíces por el cual el desarrollo del sistema radicular y el crecimiento de los brotes están estrechamente relacionadas entre sí, el plátano dominico puede presentar entre 350-400 raíces durante su ciclo vegetativo. (Manuel Aristiziabal, 2010)

### **6.4 Hojas**

Las hojas fotosintéticas están dispuestas en forma de espiral, y varían en cuanto a su tamaño y se forman durante todo el periodo vegetativo de la planta hasta la aparición de la inflorescencia. La cantidad de hojas determina, la cantidad de producción de frutos, con un buen tamaño y peso. Una planta puede generar entre 35 y 40 hojas en su ciclo de vida, con una frecuencia de emisión de 7 a 10 días. A lo cual se necesita aproximadamente de 8 hojas para el desarrollo (Guzmán,1990).

El crecimiento y la producción de las plantas, se ven influenciados por el desarrollo de las hojas, desde la emisión florar y durante el desarrollo de los frutos, están son indispensables. En la fase vegetativa la planta expone entre 35 y 36 hojas durante su ciclo de vida, emitiendo una hoja por semana en épocas de lluvia, en condiciones de sequía emite entre 4 o 6 hojas. (Cayón, 2011)

## **6.5 Etapa vegetativa**

Morfológicamente, el desarrollo del cultivo del plátano comprende dos fases vegetativas y reproductivas, la primera va desde la siembra hasta la diferenciación floral, la segunda comprende en la emergencia de la bellota hasta la madurez fisiológica. (Jaramillo, 2010)

Primordialmente la fase con más interés para la aplicación de fertilización es la vegetativa, debido a que durante esta etapa se dé la formación de las raíces, el desarrollo de los hijuelos y la mayoría de las hojas (Beriguete & Briquero,2014).

## **6.6 Clima**

En México la clasificación del clima que se toma en cuenta es la de Köppen en adaptación de Enriqueta García; en el cual además de la temperatura y la humedad, se toma en cuenta factores como el viento y la presión atmosférica, entre otro. En esta clasificación se agrupan en: A-Tropical, B-Seco, C-Templado y F-Polar. (INEGI, 2018)

El clima predominante en la región donde se asienta la localidad de Tlapacoyan de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada para el panorama nacional por Enriqueta García (1990) corresponde al tipo (A) Cf semi-cálido húmedo con lluvias todo el año, con una precipitación del mes más seco mayor de 40 mm la transición de los cálidos a los templados.

Como es un cultivo tropical, el plátano se puede cultivar desde a nivel del mar hasta los 2000 metros de altura con temperaturas promedio a 22°C y 28°C para clima cálido.

Además, requiere de una alta luminosidad, sus requerimientos de agua en este cultivo son elevados y constantes.

Un factor climático que afecta al ciclo vegetativo, así como los procesos fisiológicos de la planta es la temperatura, la cual está relacionada con la altitud, influyendo en la duración del ciclo vegetativo el cual hace que se retrase a medida que esta incrementa. A lo que durante las temperaturas bajen esto afecta al llenado del fruto. (Rodríguez y Rojas,2011)

Las temperaturas altas y adecuadas para el plátano son de 21 a 29°C. siendo 27°C la óptima, y en temperaturas bajas es de <27°C durante este rango de temperatura se alarga el ciclo de producción de este cultivo, así como se retarda el crecimiento y desarrollo de la planta, así como también afectando el engorde del fruto. (Díaz Rivera,2021)

### **6.7 pH de suelo**

El pH es la propiedad química que mide el grado ya sea de acides o alcalinidad de las soluciones acuosas, en los suelos es de importancia considerar el pH ya que es donde las raíces y los microorganismos del suelo toman sus nutrientes. En regiones lluviosas los suelos tienden a tener valores de pH muy bajos, a lo que conlleva a tener baja disponibilidad de Calcio, Magnesio y Potasio. (Osorio, 2012).

## **6.8 Importancia del cultivo**

El cultivo de plátano tiene una gran importancia en el mundo, ya sea tanto en el ámbito social como económico; debido a que su exportación forma parte primordial de la economía de los países como Ecuador, Colombia y Costa Rica.

En México la producción de bananos y plátanos (*Musa Paradisiaca*, *Musa Balbisiana*) forman parte de una de las ramas más importantes de la fruticultura mexicana (Fao, 2021).

En Veracruz, la producción de plátano durante el año 2014 fue de 15,191 ha sembradas, de las cuales se cosecharon 12,078 ha con la producción de 225,008 toneladas el cual su rendimiento obtenido fue de 18.630 ton/ha (Siap, 2014).

Un factor importante a tomar en cuenta dentro del cultivo del plátano es la densidad de población, la cual está determinada por la distancia entre surcos y el número de planta por cada sitio de producción, el cual va a influir de una manera positiva o negativa en la fase de desarrollo y producción del cultivo. (Cayón, 2004)

## **6.9 Practicas agronómicas**

### **6.9.1 Deshoje**

Esta actividad se realiza la eliminación de las hojas infectadas de sigatoka, ya que es el medio donde se desarrolla este hongo produce ascosporas en las hojas vivas. Para tener un adecuado desarrollo de los racimos hasta la cosecha se debe tomar en cuenta la

cantidad de hojas a eliminar. Un estudio realizado demostró que el peso del racimo no se ve afectado, en cuanto al número de hojas durante la floración y cosecha varía de 5 a 7 (Vézina, 2020).

### **6.9.2 Control de malezas**

El control de malezas consiste en la eliminación de las hierbas que afectan al cultivo, ya que compiten con los nutrientes, así como favorecen a algunos parásitos. Este manejo es de importancia al inicio de la siembra, cuando las plantas están pequeñas y hay poca sombra.

Dentro de estos cultivos comerciales para controlar la maleza se utilizan herbicidas como son los de contacto (paraquat) y los sistémicos (glifosato y glufosinato de amonio.) (Baena, 2016)

### **6.10 Elementos nutricionales para la planta**

Los elementos nutricionales de mayor importancia para el crecimiento y desarrollo de la planta se clasifican en macronutrientes (N, P, K) y los micronutrientes (C, MG, S, FE, MNG, B, ZN, CU, MB). Los macronutrientes se necesitan en mayor cantidad que los micronutrientes. (Kyrby & Rombelb, 2011)

La planta se provee de elementos esenciales que se localizan en el aire y suelo como es el Carbono, Hidrógeno y Oxígeno. No obstante, la planta requiere de otros elementos los cuales son, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Azufre, Magnesio, Molibdeno y Boro los cuales se le suministran mediante la aplicación de abonos y fertilizantes (Pérez ,2017).

Se ha dado un incremento de la producción agrícola que constituye un gran reto, ya que se ampara calidad y cantidad. Pero esto se cumple a través de un manejo adecuado de la condición nutrimental del cultivo entre otros factores de producción. (Serna-Rodríguez & Castro-Brindis, 2011)

Para el cultivo del plátano, las fertilizaciones ya sean de suelo o foliar, deben realizarse mediante un previo análisis de suelo, así como complementar con un análisis foliar, reconociendo las diferencias por suelos, la edad del cultivo, entre otros factores.

#### **6.10.1 Nitrógeno**

El nitrógeno, interviene en la división celular y en muchos otros procesos de importancia para la planta, como lo es la producción de clorofila, ya que sin esta función no es posible la fotosíntesis, Además también es un componente básico en proteínas y aminoácidos, así como de gran cantidad de enzimas. (Acosta, 2021)

Además, juega un papel importante en la producción de azúcares, almidón y lípidos, entre otras sustancias, para la nutrición y otros procesos básicos de las plantas.

#### **6.10.2 Fosforo**

En cuanto al fósforo es uno de los 19 elementos esenciales para la vida de las plantas. Teniendo una nutrición inadecuada, carente de fósforo, puede ocasionar severos trastornos fisiológicos en la planta. El P se encuentra disponible en el suelo, pero no es lo suficiente para la planta, por lo que es importante complementar con la aplicación de fertilizantes fosforados. (Fernández, 2007)

### **6.10.3 Potasio**

Es considerado como el nutrimento más importante del cultivo, debido a que es el nutrimento que la planta de banano requiere en mayor cantidad. Es absorbida por las plantas en forma de ion-K, y es el catión más abundante de la célula de la planta del banano. La función principal del K está ligada al transporte y acumulación de los azúcares dentro de la planta lo que permite el llenado de la fruta.

El K ayuda a la activación de múltiples enzimas, las cuales intervienen con el crecimiento de la planta. Además, propicia la síntesis de diversas proteínas. Lo cual ayuda con la producción de almidón que la planta requiere para la activación del proceso. (Axayacatl, 2018)

### **6.10.4 Calcio**

El Calcio es un elemento estructural en la planta, forma parte en la pared celular, de la membrana, además participa en la división y elongación celular. Por lo cual, las deficiencias se observan en órganos de crecimiento (meristemos apicales y frutos en crecimiento). (Alcántara 2012)

La aplicación de calcio aumenta la absorción de amonio, potasio y fósforo que estimula la fotosíntesis, así como el tamaño de las partes de las plantas. (Feagley, 2019).

En el plátano dominico el calcio es bastante importante para una buena producción con calidad, al igual contribuye a tener buenas raíces, sanas, abundantes y activas, la absorción de calcio va alrededor de 3 kg/t de fruta producida, además las temperaturas

bajas menores a 18° en áreas subtropicales, también tienen una falta de calcio lo que ocasiona frutos de menor calidad. (Proa, 2021)

#### **6.10.5 Boro**

El Boro es un micronutriente esencial para las plantas vasculares, diatomeas y para algunas especies de algas verdes, el Boro es absorbido mediante la forma de ácido bórico, el cual tiene un importante papel en la fertilización de las plantas, teniendo necesidades particularmente elevadas cuando el crecimiento en peso de las hojas es más alto y durante la floración y cuajado de frutos (Vera, 2001).

#### **6.10.6 Aminoácidos**

Los aminoácidos actúan como bioestimulantes los cuales son sustancias que promueven el crecimiento de las plantas mejorando la disponibilidad de nutrientes y la calidad de la planta. (Shumaila Khan, 2019)

Es importante mencionar que los aminoácidos no se encuentran habitualmente en el floema ya que aparecen circunstancialmente por algunas situaciones específicas (solo ocurre para algunos aminoácidos y en concentraciones bajas, ya que la función del floema es translocar azúcares que se forman en la hoja y no aminoácidos que se forman en los puntos de crecimiento ya que son la base de las proteínas. (Botta ,2017).

Los aminoácidos también se ocupan como bioestimulantes, el cual principalmente su efecto es proteger a la planta de estrés abiótico, así como mejorar los procesos

fotosintéticos, además mejora el potencial antioxidante de la planta e incrementa la biomasa (García-Seco, 2017)

La función de los aminoácidos dentro de las plantas es penetrar a través de la cutícula como membranas celulares de las hojas para activar el metabolismo celular, estos cumplen funciones claves como es la tolerancia de estrés y su adecuación en suelos contaminados con metales pesados. (Omar Jesus, 2018)

El momento idóneo para la aplicación de los aminoácidos es cuando la planta está en crecimiento, floración y fructificación, o ya que sea que esté en condiciones desfavorables por cuestión del clima.

#### **6.10.7 Acido glutámico**

Con respecto al ácido glutámico, es un aminoácido polar ácido, el cual tiene mayor función que los demás aminoácidos. Su importancia es actuar en distintos mecanismos fisiológicos y metabólicos. Además, tiene la acción de ayudar sobre los nutrientes, mejorando su absorción de la planta. Este aminoácido es una reserva natural de nitrógeno en la planta (Daniel, 2017).

## **VII. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1 Macro localización**

Tlapacoyan se encuentra ubicado en la zona centro del estado de Veracruz (Figura 2), entre las coordenadas 19° 58' latitud norte y entre 97° 13' longitud oeste, por sus debidas elevaciones, se encuentra en promedio a una altitud de 430 msnm. Sus colindantes: al norte con el estado de Puebla y municipio de Martínez de la Torre, al Este con Martínez y Atzalan, al Sur con los municipios de Atzalan, Jalacingo y el estado de Puebla; al oeste con el estado de Puebla.

Su clima es cálido-húmedo con lluvias todo el año (48%), semi-cálido-húmedo con lluvias todo el año (40%) y cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano (12%) (Inegi 2021).

De acuerdo a la clasificación de Enriqueta García, 1964 se denomina de Tipo (A) Cf semi-cálido-húmedo con lluvias todo el año, con una precipitación del mes más seco mayor de 40 mm. La precipitación total anual en esta región fluctúa entre los 2000 y 2500 milímetros y la temperatura media anual varía de 20° a 22° centígrados.



Figura 2 Localización Tlapacoyan Veracruz (Inegi 2021)

## 7.2 Micro localización

El trabajo se realizó en la parcela ubicada en la comunidad de Otra Banda, Tlapacoyan, Ver. (Figura 3). Con las coordenadas:  $19^{\circ}59'19.83''$  latitud Norte y  $97^{\circ}13'28.87''$  longitud Oeste a una altura de 400 msnm.

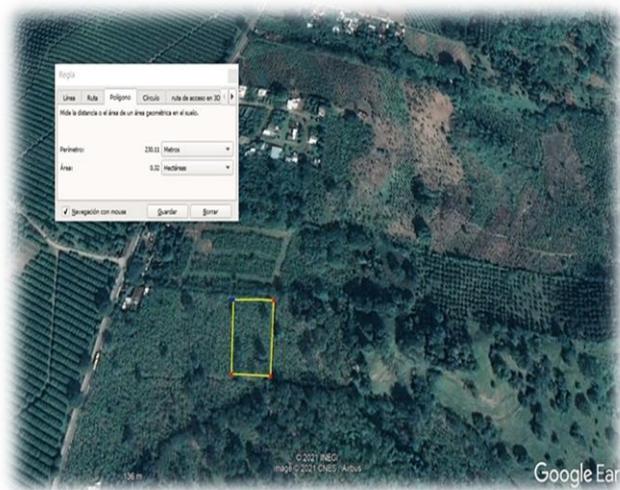


Figura 3 Parcela experimental La Otra banda

Fuente : Google eart

### 7.3 Descripción del material biológico utilizado

El área experimental del cultivo de plátano tiene una edad de cinco años, con un marco de plantación de 2 x 3 metros, en el cual se seleccionaron las plantas con un promedio de edad de tres meses, las cuales se utilizaron como unidad experimental (Figura 4). Se eligieron 15 plantas de retorno por cada tratamiento para ser evaluadas durante el periodo, se tomó en cuenta que las plantas tuvieran una altura de 1.50 centímetros, con un número de 5 hojas verdaderas.



Figura 4 Unidad experimental

## 7.4 Distribución de tratamientos en campo

Se utilizó un diseño completamente al azar (Figura 5), con tres repeticiones, donde los tratamientos se ubicaron en parcelas de 10 mts x 15 mts con 15 plantas como unidad experimental.

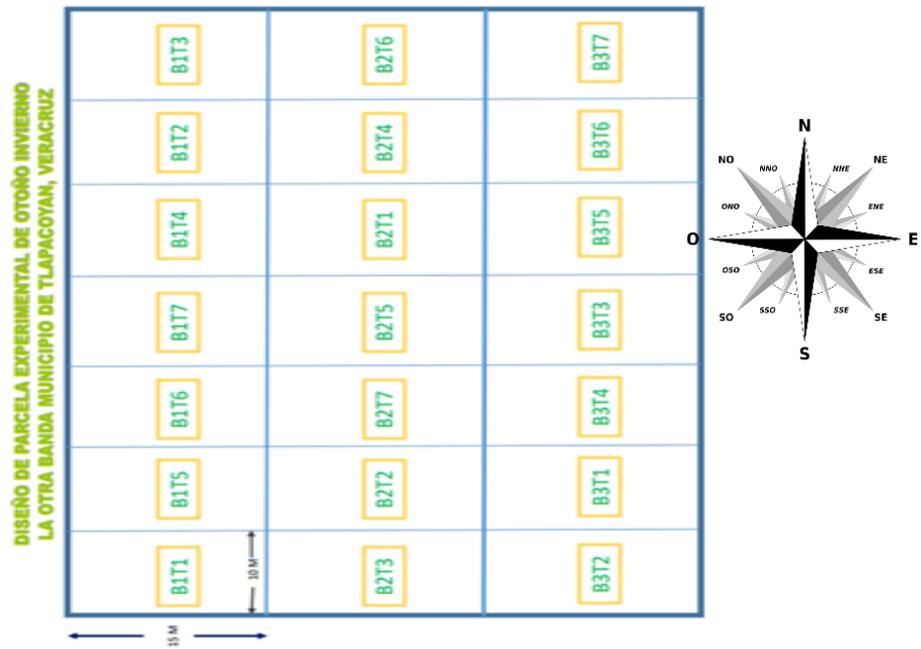


Figura 5 Distribución de tratamientos

## 7.5 Descripción de los tratamientos

La aplicación foliar se realizó cada mes, comenzando el día 25 de septiembre del 2021 y finalizando el día 25 de febrero del 2022. Así como también se hizo una aplicación de fertilizante al suelo (20-10-20) la cual se realizó cada tres meses.

Para la aplicación foliar se utilizó una bomba aspersor de bazuca (STIHL) (Figura 6) con capacidad de 12 litros, con un gasto total de agua de 8 litros.



Figura 6 Aspersor de bazuca

## 7.6 Toma de datos

La toma de datos se realizó cada 15 días, después de la primera aplicación, para ello se ocupó una cinta métrica, un estadal, un termómetro ambiental (Figura 7). Se monitoreó la temperatura, durante la mañana y tarde, en los meses de septiembre a marzo, se promedió la temperatura por día, así como cada mes.



Figura 7 Termómetro ambiental

### 7.7 Temperatura mensual de La Otra Banda, Tlapacoyan, Ver.

En la siguiente (Figura 8) se muestra el promedio mensual obtenidos durante los meses septiembre a marzo que fueron los meses de inicio y final del experimento, realizado temporada otoño e invierno.

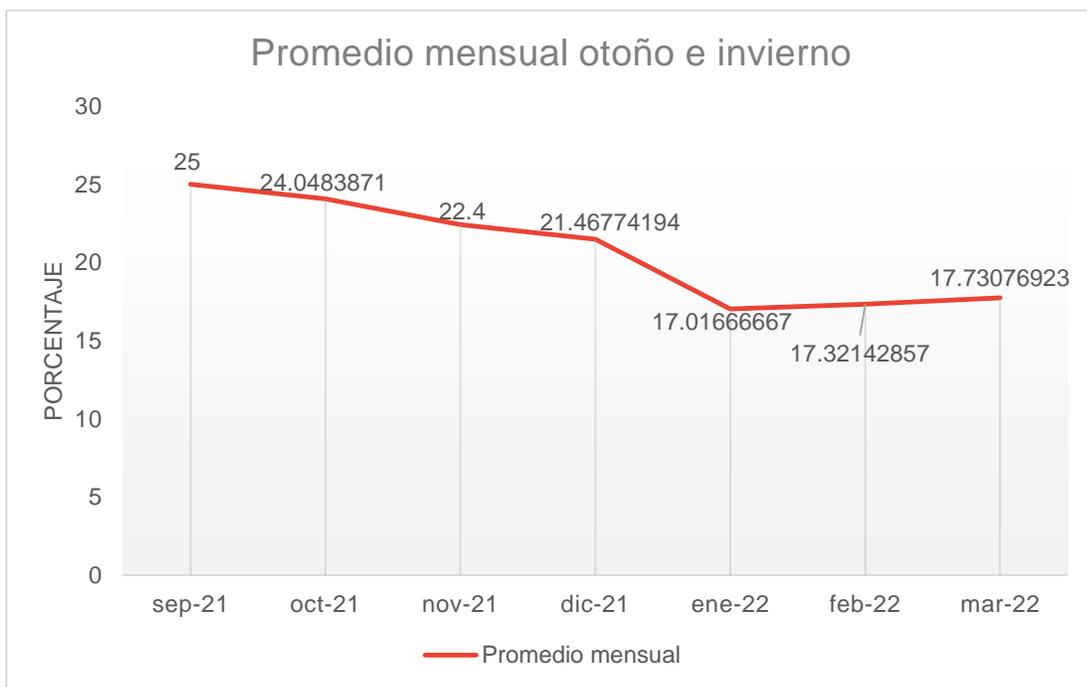


Figura 8 Promedio de temperaturas mensuales

## 7.8 Tratamientos evaluados

### 7.8.1 T1.- Calcio, Boro y Zinc + Acido glutámico

El primer tratamiento (Figura 9) se aplicó calcio (90ml) más el ácido glutámico (6 gr) en un aspersor de 12 litros, esta aplicación se realizó cada 15 días.



Figura 9 Aplicación de Calcio + Acido glutámico”

### 7.8.2 T2.- Fosforo

El segundo tratamiento (Figura 10) fue únicamente Fósforo el cual está activado con vitaminas, ácidos húmicos y fúlvicos.



Figura 10 Aplicación de Fosforo

### 7.8.3 T3.- Nitrógeno, Fósforo, Potasio + Silicio

Para el tratamiento 3 se aplicó un NPK (Figura 11) ya que se consideró que en algunos casos los productores únicamente aplican este tipo de foliares acompañado de un silicio como fungicida.



Figura 11 Aplicación de NPK

#### 7.8.4 T4.- Lixiviado de raquis de plátano

La aplicación del Lixiviado fue al 100%, (Figura 12) este se realizó vía foliar, no se mezcló con ningún otro fertilizante, el cual actuó como nutrición y fungicida.



Figura 12 Lixiviado de raquis de plátano

### 7.8.5 Análisis de Lixiviado de raquis de plátano

En el siguiente cuadro 1 se observan los resultados obtenidos del Lixiviado de raquis de plátano, se muestran los nutrientes y las cantidades que contienen el Lixiviado.

Cuadro 1 Análisis de Lixiviado de raquis de plátano

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Rango</b>	<b>Resultados</b>
<b>Materia orgánica (%)</b>	18-70 (%)	1.08 %
<b>Ceniza (%)</b>	SD	3.68 %
<b>Carbono total (%)</b>	SD	0.63 %
<b>Relación</b>	11-19	17.02
<b>Carbono/Nitrógeno (C/N)</b>		
<b>Nitrógeno total (%)</b>	1-3 (%)	0.04 %
<b>Fosforo (%)</b>	0.2-1 (%)	LOD
<b>Potasio (%)</b>	0.2-2 (%)	1.17 %
<b>Sodio (%)</b>	SD	0.05 %
<b>Calcio (%)</b>	1-6 (%)	LOD
<b>Magnesio (%)</b>	0.4-1 (%)	LOD
<b>N-NO3 (mg/kg)</b>	0-878 (mg/kg)	17.53 mg/kg
<b>Cloruros (mg/kg)</b>	137-6650 (mg/kg)	0.12 mg/kg
<b>Sulfatos (%)</b>	0-0.898 (%)	0.13 %
<b>Cobre (mg/kg)</b>	26-572 (mg/kg)	LOD
<b>Hierro (mg/kg)</b>	1106-13886 (mg/kg)	77.58 mg/kg
<b>Zinc (mg/kg)</b>	99-349 (mg/kg)	0.30 mg/kg
<b>Manganeso (mg/kg)</b>	SD	1.50 mg/kg
<b>Boro (mg/kg)</b>	SD	15.08 mg/kg
<b>pH</b>	7.14-8.4	9.84

<b>Carbonatos</b>	<b>(1=bajo, 2-3 (meq/kg)</b>	<b>146.40 meq/kg</b>
<b>3=alto)(meq/kg)</b>		
<b>Conductividad (mS/cm)</b>	<b>1-8</b>	<b>45.40 mS/cm</b>

Fuente: Análisis Técnicos S.A. de C.V., 2019.

### 7.8.6 T5.- Calcio, Boro y Zinc + Fosforo

Por consiguiente, en este tratamiento se hizo la aplicación de Calcio más Fosforo, tomando como referencia a que los productores de la zona se basan más a la aplicación de estos dos elementos nutricionales debido al resultado que tienen en el fruto (Figura 13).



Figura 13 Aplicación de Calcio + Fosforo

### **7.8.7 T6.- Testigo**

En la (Figura 14) el tratamiento Testigo es al que no se le aplicó nada durante los 6 meses, estuvo de forma natural, lo único que se llevó a cabo fue el control de malezas.



Figura 14 Tratamiento Testigo

### **7.8.8 T7.- 20-10-20 (suelo)+ Lixiviado de raquis de plátano (vía foliar)**

Este último tratamiento se hizo una aplicación vía suelo con una mezcla física del fertilizante 20-10-20 (250 gr. por planta) (Figura 15) se complementó con Lixiviado vía foliar.



Figura 15 Fertilizante al suelo 20-10-20

### 7.9 Dosis/Hectárea

En el Cuadro 2 se muestran la dosis de aplicación por hectárea al cultivo.

Cuadro 2 Dosis/ Hectárea

PRODUCTO	DOSIS
SILIKAM (SILICIO)	250 gr / ha
METABOLIC (ACIDO GLUTAMICO)	100 gr /ha
SINERFOS(FOSFORO)	1 kg /ha
SINERVA NPK	1 kg /ha
SINERCALCIO	1 ½ lt /ha
LIXIVIADO DE RAQUIS DE PLATANO	400 lts / ha
MEZCLA 20-10-20	300-400 kg/ha

### **7.10 Productos a utilizar Intrakam**

METABOLIC es un producto inorgánico con grado alimenticio con alto contenido y promotor de energía metabólica para la planta.

Actúa incrementando los niveles de metabolismo, los responsables de la unión de la reacción fotosintética con el Fósforo está cuando la producción es deficiente ya sea por estrés de calor o por frío (Intrakam 2020).

SINERVA NPK AMINOACIDOS, es un fertilizante foliar soluble, contiene Nitrógeno, Fosforo, Potasio balanceados y activados con la tiamina con aminoácidos. Su función de incrementar el desarrollo y crecimiento en la base inicial o después de haber sufrido un estrés hídrico. (Intrakam ,2020)

SINER FOS es a base de fosforo soluble, activado con ácido pantoténico, ácidos húmicos y fúlvicos. (Intrakam, 2020)

### **7.11 Análisis de suelo**

Dentro de la parcela experimental se realizó un análisis de suelo, ya que la heterogeneidad y las propiedades de éste varían, incluso dentro de una parte de la parcela, para lo cual se tomó una muestra representativa de la superficie.

Es importante recoger las muestras en más de un punto, dependiendo de la forma y tamaño de la parcela, como mínimo 3 sub muestras de diferente parte. Para parcelas

grandes se considera hacer uno por hectárea. Los puntos deben ser el centro los márgenes y zonas con pendientes de la parcela. (Calvo, 2017)

En el siguiente cuadro 3 se muestra los resultados obtenidos del análisis de suelo.

Numero de laboratorio S/02/1

Cuadro 3 Análisis de suelo de parcela experimental La otra Banda

TEXTURA	VALOR	CLASIFICACION
Arena %	56.4	
Limo %	19.28	Francoarcillosoarenos
Arcilla %	24.32	
pH	5.08	Mt. acido
C.E ms/sm (susp 1:2:5	76	No salino
materia orgánica %	1.6	Bajo
Nitrógeno NO3 Kg/Ha	17	Mt. Bajo
Fosforo P05 Kg/Ha	5	Muy bajo
Potasio K20 Kg/Ha	100	Bajo
Calcio Kg/Ha	200	Muy bajo
Magnesio Kg/Ha	60	Mt. bajo

Fuente: Q.F.B Soledad Pérez Sobrevilla, 2021.

## 7.12 Variables

### 7.12.1 Altura de la planta

Se tomó como referencia, del nivel de suelo, como del pseudotallo hasta el peciolo de la última hoja. Para lo cual se utilizó una cinta métrica (Figura 16) y un estadal graduado en centímetros de 4 metros. (Figura 17)



Figura 16 Medición de altura con cinta métrica



Figura 17 Medición con estadal

### 7.12.2 Diámetro altura de pecho (DAP)

Se consideró una altura de 1.50 cm de la planta, comenzando del corno hasta la aparición del peciolo o nervadura de la primera hoja a partir de ahí se tomó la medición del diámetro del pseudotallo (Figura 18).



Figura 18 Medición de diámetro de pseudotallo

### **7.12.3 Largo y ancho de hoja**

Las hojas se originan del punto central o meristemo terminal, situado en la parte superior del rizoma.

En la medición de las hojas (Figura 19) para el largo se consideró desde el comienzo a desprenderse del pseudotallo hasta el extremo de la hoja.



Figura 19 Medición largo de hoja

Para la longitud se tomó en cuenta lo más ancho, la cual fue a la mitad de la hoja. (Figura 20).



Figura 20 Medición de ancho de hoja

### **7.13 Análisis foliar**

El análisis foliar es una herramienta fundamental para saber el diagnóstico el cual permite descubrir las deficiencias así como excesos de nutrientes de la planta o cultivo, es recomendable realizarlo al menos una vez al año y en hojas sanas (Gonzalez, 2022).

Dentro del experimento se realizó un análisis foliar en tres tratamientos, esto para conocer la cantidad de nutrientes que presentan.

### **7.14 Metodología**

NT (Método Kjendahl), N-NO<sub>3</sub> (Columna de Cadmio), Cl (Titulación con AgNO<sub>3</sub>), Potasio por ICP Plasma en productos vegetales (Método interno AE-KVE Methods of Soil Analysis Part 3-Chemical Methods (Métodos de Análisis de Suelos Parte 3-Métodos Químicos), S, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Na, P (Digestión con HNO<sub>3</sub> y HClO<sub>4</sub> y lectura por ICP-OES).

Tratamiento 1 Acido glutámico

En el cuadro 4 y 5 se muestran los resultados obtenidos del análisis foliar realizado al tratamiento 1 acido glutámico más calcio, donde se muestra bajo en nitrógeno total y en calcio, en manganeso se encuentra suficiente y excesivo en azufre.

Cuadro 4 T1 Resultados en unidades oficiales

<b>Macro nutrientes</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>	<b>Suficiencia</b>
<b>Nitrógeno total</b>	24.70	g/kg	27-36
<b>N-NO3</b>	10.00	mg/kg	SI
<b>Fosforo (P)</b>	<LOQ	g/kg	1.6 - 2.7
<b>Potasio (K)</b>	25.93	g/kg	32 - 54
<b>Calcio (Ca)</b>	<LOQ	g/kg	6.6 - 12.00
<b>Magnesio (Mg)</b>	<LOQ	g/kg	2.7 - 6.0

Fuente: Análisis Técnicos S.A de C.V Agrolab 2021

Cuadro 5 T1 Resultados en unidades oficiales

<b>Micronutrientes</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>	<b>Suficiencia</b>
<b>Fierro ( fe)</b>	<LOQ	Mg/kg	80 - 360
<b>Zinc (Zn)</b>	<LOQ	Mg/kg	20 - 50
<b>Manganeso(Mn)</b>	461.61	Mg/kg	200 - 1800
<b>Cobre (Cu)</b>	<LOQ	Mg/kg	6 - 30
<b>Azufre (S)</b>	8051.48	Mg/kg	1600 - 3000
<b>Boro (B)</b>	<LOQ	Mg/kg	10 - 25

Fuente: Análisis Técnicos S.A de C.V Agrolab 2021

Tratamiento T4 lixiviado de raquis de plátano vía foliar

El lixiviado de raquis de plátano presenta bajos niveles de nitrógeno total, así como potasio, y un excesivo en azufre. Cuadro 6 y 7.

Cuadro 6 T4 Reporte de unidades oficiales macronutrientes

<b>Macro nutrientes</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>	<b>Suficiencia</b>
<b>Nitrógeno total</b>	23.68	g/kg	27-37
<b>N-NO3</b>	12.00	mg/kg	SI
<b>Fosforo (P)</b>	<LOQ	g/kg	1.6 - 2.7
<b>Potasio (K)</b>	25.62	g/kg	32 - 54
<b>Calcio (Ca)</b>	<LOQ	g/kg	6.6 - 12.00
<b>Magnesio (Mg)</b>	<LOQ	g/kg	2.7 - 6.0

Fuente: Análisis Técnicos S.A de C.V Agrolab 2021

Cuadro 7 T4 Reporte de unidades oficiales micronutrientes

<b>Micronutrientes</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>	<b>Suficiencia</b>
<b>Fierro ( fe)</b>	<LOQ	Mg/kg	80 - 360
<b>Zinc (Zn)</b>	<LOQ	Mg/kg	20 - 50
<b>Manganeso(Mn)</b>	464.38	Mg/kg	200 - 1800
<b>Cobre (Cu)</b>	<LOQ	Mg/kg	6 - 30
<b>Azufre (S)</b>	7309.09	Mg/kg	1600 - 3000
<b>Boro (B)</b>	<LOQ	Mg/kg	10 - 25

Fuente: Análisis Técnicos S.A de C.V Agrolab 2021

#### Tratamiento 6 Testigo

El cuadro 8 y 9 presentan los resultados obtenidos del tratamiento testigo donde muestra un bajo nivel de nitrógeno total. El potasio está por debajo del (NT) y se encuentra con un excesivo nivel de azufre.

Cuadro 8 T6 Reporte de unidades oficiales macronutrientes

<b>Macronutrientes</b>	<b>Resultados</b>	<b>unidades</b>	<b>Suficiencia</b>
<b>Nitrógeno total</b>	23.67	g/kg	27-36
<b>N-NO3</b>	17.00	mg/kg	SI
<b>Fosforo (P)</b>	<LOQ	g/kg	1.6 - 2.7
<b>Potasio (K)</b>	27.74	g/kg	32 - 54
<b>Calcio (Ca)</b>	<LOQ	g/kg	6.6 - 12.00
<b>Magnesio (Mg)</b>	<LOQ	g/kg	2.7 - 6.0

Fuente: Análisis Técnicos S.A de C.V Agrolab 2021

Cuadro 9 T6 Reporte de unidades oficiales micronutrientes

<b>Micronutrientes</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>	<b>Suficiencia</b>
<b>Fierro ( fe)</b>	<LOQ	Mg/kg	80 - 360
<b>Zinc (Zn)</b>	<LOQ	Mg/kg	20 - 50
<b>Manganeso(Mn)</b>	499.82	Mg/kg	200 - 1800
<b>Cobre (Cu)</b>	<LOQ	Mg/kg	6 - 30
<b>Azufre (S)</b>	7464.38	Mg/kg	1600 - 3000
<b>Boro (B)</b>	<LOQ	Mg/kg	10 - 25

Fuente: Análisis Técnicos S.A de C.V Agrolab 2021

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

En la obtención de los resultados se observó que el efecto del ácido glutámico no favoreció el crecimiento de la planta. El glutamato es un aminoácido funcional el cual tiene gran importancia en la nutrición, el metabolismo y en captar las señales de la planta (Chia Cheng Kan, 2017).

El tratamiento 7 Lixiviado de raquis de plátano presentó un mejor crecimiento y desarrollo, se considera un excelente complemento en la fertilización en los cultivos de plátano, ya que contiene diversos nutrientes. Los nutrientes principales del Lixiviado son el Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu) y Sodio (Na), entre otros (Chávez-Estudillo, 2017).

### 8.1 Altura de planta

En base a los resultados obtenidos, se observó que los tratamientos evaluados, el T3 Nitrógeno, Fosforo, Potasio más Silicio, obtuvo una respuesta favorable promedio de 1.92296 cm con respecto al T1, ácido glutámico, el cual fue aceptable con un promedio de 1.80160 cm ante el crecimiento del psudotallo. (Figura 21) el promedio de altura en los tratamientos fue de 1.865759 cm

García (2022) en su investigación afirma que no hay diferencias significativas donde ella aplicó y comparó T1 Lixiviado de raquis de plátano, T2 Lombricomposta de estiércol de bovino, y T3 Fertilizante granulado 20-15-07. Donde la lombricomposta de estiércol de bovino presento una altura de 227.1 cm y una tasa de crecimiento de 116.2 cm.

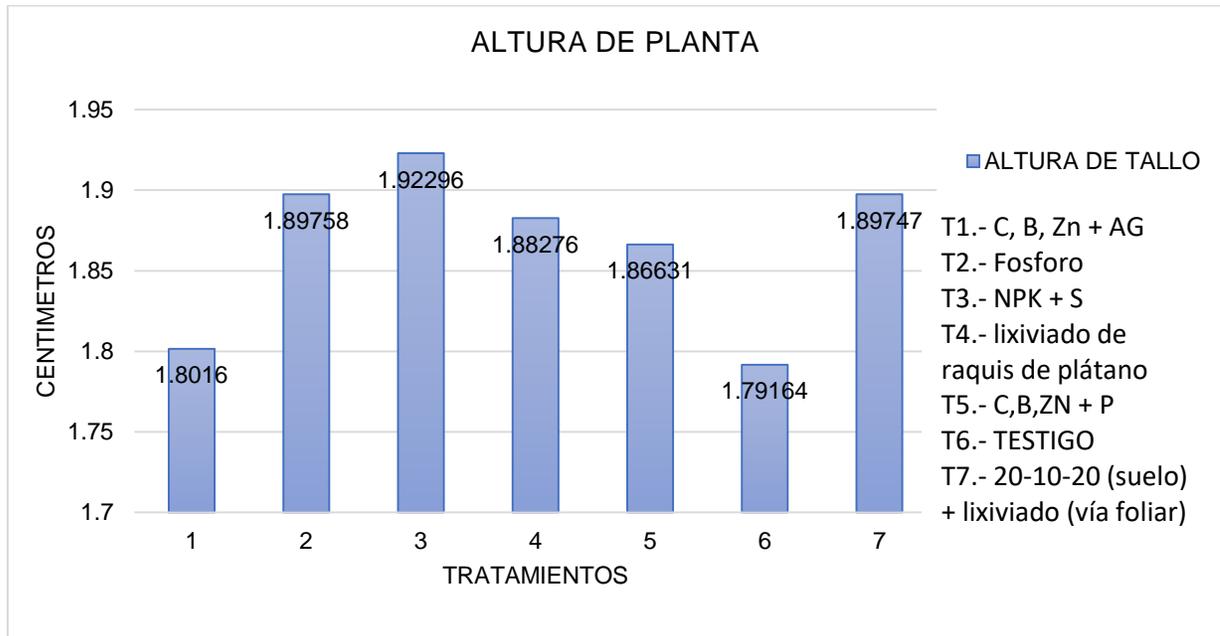


Figura 21 NPK + Silicio favoreció al crecimiento del tallo.

La ganancia en altura de la planta disminuye a medida que esta se aproxima a la emergencia de la bellota, a partir de este momento la altura de la planta se estabiliza. En su investigación realizada comprobó que el 50% de la altura fue durante la quincena 10, cuando ya había transcurrido el 40% del tiempo para alcanzar su floración. (Manuel, 2010)

## 8.2 Diámetro de pseudotallo

En la variable grosor del pseudotallo fue a favor del tratamiento 7 (Figura 22) que fue aplicación al suelo con 20-10-20 más lixiviado de raquis de plátano vía foliar el cual el promedio fue de 0.309244 cm

De acuerdo a Gonzales y Roque (1993) el diámetro del tallo es una variable que puede ser afectada por altas densidades de siembra, competencia de luz y agua con la elongación del tallo.

García (2022) en su investigación realizada menciona que, en los tratamientos evaluados, T1 Lixiviado de raquis de plátano. T2 Lombricomposta de estiércol de bovino, T3 Fertilizante granulado 20-15-07 (PLANTEL) y T4 testigo no obtuvo diferencias significativas en cuanto al grosor del pseudotallo, donde T1 presento una tasa de crecimiento de 79.7 cm por arriba del T3 con 61.4 cm.

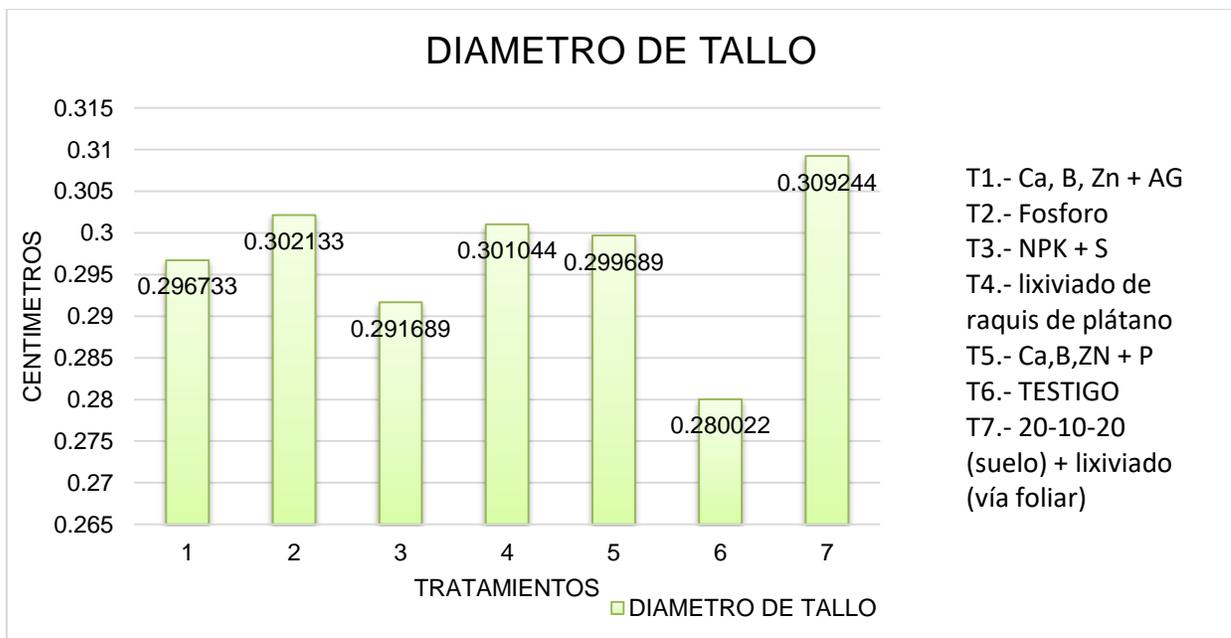


Figura 22 Diámetro la respuesta aceptable fue lixiviado más 20-10-20.

### 8.3 Numero de hojas

En la (Figura 23) se muestra el resultado donde se observa que el Lixiviado de raquis de plátano con fertilización al suelo presentó un promedio de 5.05778 en número de hojas durante los seis meses evaluados, en cambio a lo que se esperaba del T1.- ácido glutámico se obtuvo un promedio de 4.95111 en relación a un promedio total de los 7 tratamientos que fue de 4.920000 en total de número de hojas.

De acuerdo a (Karen Yaskara Castellón Muller, 2017) menciona que el plátano necesita un mínimo de 6 y 7 hojas al momento de la floración para alcanzar alto rendimiento.

Hernández (2014) menciona en su trabajo de investigación que obtuvo un promedio de 9 hojas. Cabe resaltar que se toman en cuenta el desoje realizado durante el tiempo, además de las condiciones del clima que van variando dependiendo a la época del año.

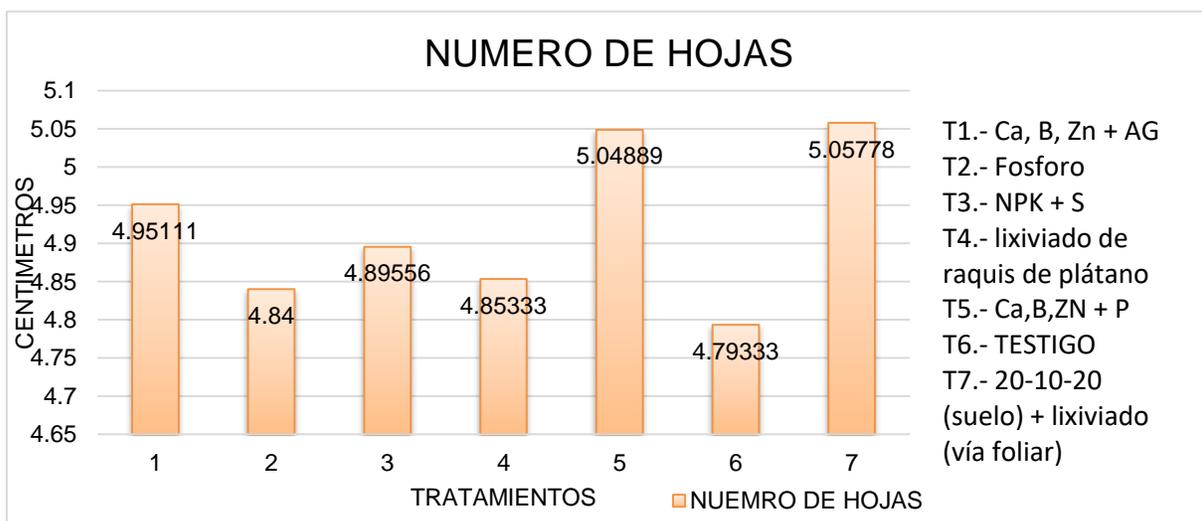


Figura 23 N de hojas

Los tratamientos 5 y 7 fueron los que presentaron más número de hojas debido a la concentración de fosforo.

#### **8.4 Largo de hoja**

En cuanto al largo de hoja el tratamiento 2 dónde se aplicó Fósforo al 49 % fue quien presento más longitud con respecto a los demás tratamientos.

El Fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento vegetal, juega un papel importante en la fotosíntesis en el trasporte de nutrientes, en la síntesis y descomposición de glúcidos, y como trasmisor de energía (C.J, 2017).

Donde presento un promedio de 2.16576 cm durante la temporada del experimento seguido del T5 que se aplicó un Ca, B, Zn, más fosforo, el cual el promedio fue de 2.15920 cm. (Figura 24)

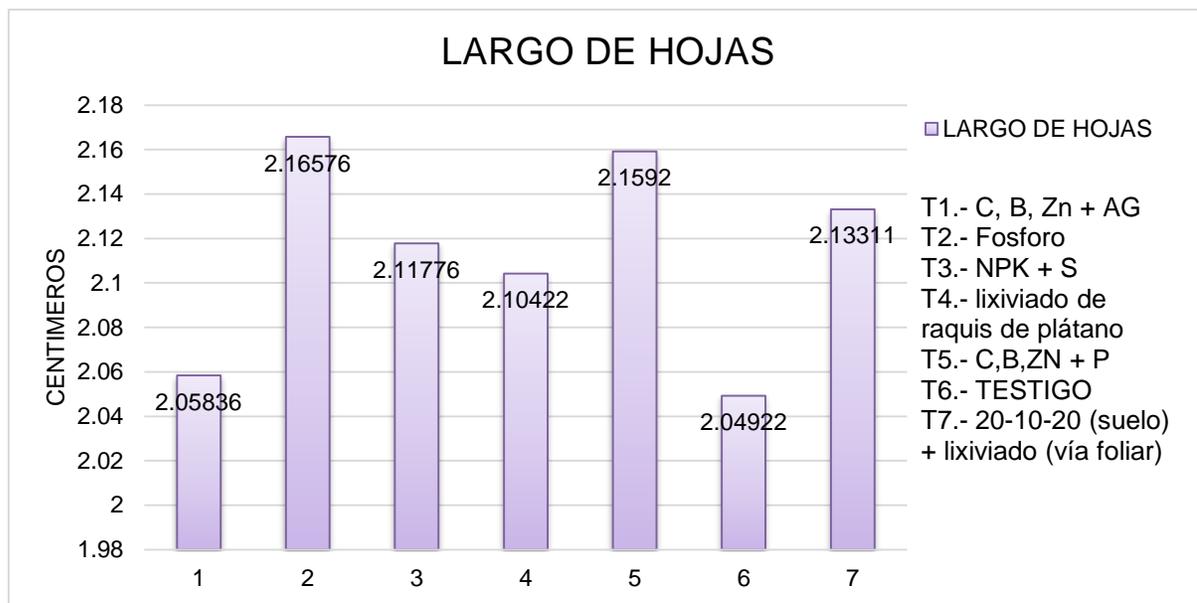


Figura 24 Largo de hoja

### 8.5 Ancho de hoja

El tratamiento donde se aplicó Ca, B, y ZN más P, tuvo un promedio de 0.568756 cm el cual fue el que tuvo mayor grosor en hoja, seguido el T7 que es Lixiviado foliar más 20-10-20 al suelo, quedando atrás el T1 que se aplicó ácido glutámico el cual no hubo una respuesta positiva ante el desarrollo. (Figura 25)

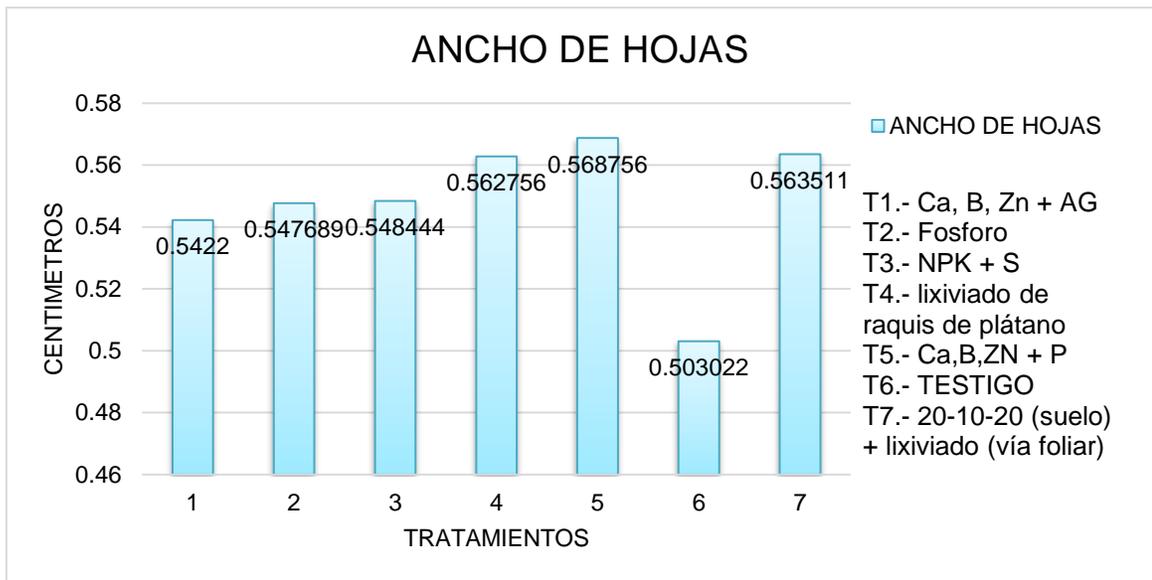


Figura 25 Ancho de hojas

Para Reyes (2017) en su investigación realizada en la variable de ancho de hoja no obtuvo diferencias notables entre los tratamientos evaluados donde presento ( $P < 0,0001$ ); T1 Testigo ( $65,71 \pm 13,04$  cm), T2 Fertilizante granulado YaraMila Hydran ( $64,79 \pm 14,17$  cm) y T3 Fertilizante liquido versa ( $65,20 \pm 13,08$  cm) y T4 Lixiviado de raquis de plátano ( $62,98 \pm 13,87$  cm). Cabe mencionar que las temperaturas y la época del año influyen en el desarrollo y crecimiento de las hojas.

## **IX. CONCLUSION**

En resolución a la hipótesis planteada no fue aceptada debido a que no favoreció al desarrollo y crecimiento de la mata de plátano dominico, el ácido glutámico no dio respuesta positiva ya que es un aminoácido el cual trabaja más enfocado a las funciones internas ayudando a la asimilación de los demás nutrientes, a lo que el tratamiento donde se aplicó Lixiviado de raquis de plátano más un fertilizante al suelo (20-10-20), la respuesta fue favorable en crecimiento y desarrollo durante la época de otoño – invierno.

El efecto del ácido glutámico dio buen aspecto en cuanto al color de las hojas ya que tuvo buena apariencia, durante la temporada otoño-invierno las temperaturas ayudaron a que la planta mantuviera un número adecuado de hojas. En condiciones climáticas favorables, tarda unos siete días, pero puede tardar entre 15 a 20 días en condiciones deficientes (Vezina, 2020).

## **X. RECOMENDACIÓN**

Como recomendación hacer investigación y experimento en la temporada de primavera-verano para observar el crecimiento y comparar el desarrollo del plátano dominico con la temporada otoño-invierno, ya que el comportamiento es diferente debido a las temperaturas y condiciones climáticas que se presentan en ambas épocas del año.

Así como también es recomendable la aplicación de fertilizantes orgánicos ya que no dañan al ambiente. Además, que el Lixiviado de raquis de plátano funciona como nutrición y fungicida por el pH que tiene.

## XI. FUENTES DE CONSULTA

- Admin. (2021). Aminoácidos; esenciales para la agricultura. *Piña de costa rica*, <https://www.pinadecostarica.com/2021/11/aminoacidos-esenciales-para-la-agricultura>.
- Axayacatl, O. (02 de 03 de 2018). *blog agricultura* . Obtenido de <https://blogagricultura.com/nutricion-vegetal-potasio/>
- Baena, M. (2016). Manejo de malezas . *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Bosques de Francia, al Foro Mundial del Banano.*, En las plantaciones comerciales se utilizan dos tipos de herbicidas: los de contacto (como el paraquat) y los sistémicos (como el glifosato y el glufosinato de amonio).
- C.J, A. (2017). El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal. *El fósforo y su importancia en el crecimiento vegeta.*
- Calvo, A. (14 de 12 de 2017). *Análisis de suelos agrícolas*. Obtenido de Consejos agrícolas : <https://www.agroptima.com/es/blog/analisis-de-suelos-agricolas/#:~:text=Cada%20o%2010%20a%C3%B1os,materia%20org%C3%A1nica%20del%20tu%20suelo>.
- Cayón, M. A. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. *Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs.*
- Chávez-Estudillo, V.-O. A. (2017). Lixiviados de Raquis de Plátano: Obtención y Usos Potenciales. *Cuadernos de biodiversidad.*
- Chia Cheng Kan, T. Y.-Y.-A.-H. (2017). El glutamato exógeno induce rápidamente la expresión de genes implicados en el metabolismo y las respuestas de defensa en raíces de arro. *Genómica BMC 18.*
- Daniel, G. S. (2017). El Ácido Glutámico en la Bioestimulación de los Cultivos. *Intagri*. Obtenido de Intagri .

- Ernesto Vergara Cantillo, I. A. (2010). *Origen e historia del platano Musa paradisiaca L.*
- Estevez, P. V.-J.-N. (2017). Estado del Cultivo de Plátano (Musa sp) en el Municipio de Tlapacoyan. *Estado del Cultivo de Plátano (Musa sp) en el Municipio de Tlapacoyan*, file:///C:/Users/Jenny/Downloads/2550-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11811-1-10-20180426%20(1).pdf.
- FAO. (2012). Mexico en una mirada. *FAO en México*, <https://www.fao.org/mexico/fao-en-mexico/mexico-en-una-mirada/es/>.
- Fernández, M. T. (2007). *Fósforo: amigo o enemigo*. La Habana, Cuba: Redaly.org.
- Furcal-Beriguete, P. (2014). *Fertilización del platano con nitrógeno y potasio*. COSTA RICA: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.
- García-Seco, D. (2017). Función de los Aminoácidos como Bioestimulantes. *Intagri* . Obtenido de Intagri.
- Gonzalez, M. (08 de Noviembre de 2022). *La importancia del análisis foliar*. Obtenido de La importancia del análisis foliar: <https://synergynuts.upct.es/almendro/analisis-foliar/>
- IICA. (12 de marzo de 2021). Mexico: un gigante del sector agropecuario decidido a cerrar brechas sociales en el campo. *Mexico: un gigante del sector agropecuario decidido a cerrar brechas sociales en el campo*.
- INEGI. (2018). Climas de México - Distribución por tipos de climas y Estados. *Geografía de Mexico* .
- Inegi, I. (31 de enero de 2023). Relieve del Estado de Veracruz. *Para todo Mexico* .
- Jaramillo, M. A. (2010). Identificación y descripción de las etapas de crecimiento del platano dominico harton (Mussa AAB). *Identificación y descripción de las etapas de crecimiento del platano dominico harton (Mussa AAB)*.

- Karen Yaskara Castellón Muller, W. B. (2017). Comportamiento agronómico del cultivo delplátano, variedad curare enano en Sandy Bay Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Comportamiento agronomico del cultivo*.
- Manuel Aristiziabal, C. J. (2010). *IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE CRECIMINETO DE PLATANO DOMINICO HARTON*. Departamento de Fitotecnia Universidad de Caldas.
- Miguel Ángel Ramírez-Cruz, A. B.-C.-P.-B. (2022). La apliacion foliar de acido glutamico mejora el rendimiento y algunos parameros fisicos y quimicos de la calidad del fruto de tomate,(*Solanum lycopersicum* L.). *Interciencia*, <https://www.redalyc.org/journal/339/33970072005/33970072005.pdf>.
- Mohammad Kazem Sour, M. H. (2018). Aminoquelatos en nutrición vegetal. *Aminoquelatos en nutrición vegetal*, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904167.2018.1549671>.
- Omar Jesus, M. C. (2018). Efecto de los aminoacidos en el enraizamiento y brotacion de la poda de formacion en el cultivo de vid. *Departamento academico de fitotecnia*.
- Osorio, N. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes . En N. Osorio, *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*. Medellin Colombia: Laboratorio de Suelos.
- Proa, D. (2021). Programa de Nutrición y sus Beneficios en el Cultivo de Banano. Yara, <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticias-mexico/programa-de-nutricion-y-sus-beneficios-en-el-cultivo-de-banano/#:~:text=El%20cultivo%20de%20banano%20necesita,300%20kg%20de%20Nitr%C3%B3geno%20a%C3%B1o>.
- ROBINSON, J. C. (2012). *Platanos y bananas* . Ediciones Mundi-Prensa.
- Salinas, D. G. (2004). Ecofisiologia y productivid del platano (Musa AAB Simmonds). *Ecofisiologia y productivid del platano (Musa AAB Simmonds)*.

- SENASICA. (2021). Estudio para determinar el impacto económico de Foc R4T en México. *SENASICA*, [https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2021/febrero/Estudioparadeterminareli mpactoecon%C3%B3micodeFocR4TenM%C3%A9xico\\_f78b4bad-6ebb-4ff1-b122-012ffa9112ed.pdf](https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2021/febrero/Estudioparadeterminareli mpactoecon%C3%B3micodeFocR4TenM%C3%A9xico_f78b4bad-6ebb-4ff1-b122-012ffa9112ed.pdf).
- Serna-Rodríguez, J. R., & Castro-Brindis, R. (2011). *Apliacion foliar de acido glutamico en jitomate* . MEXICO: Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
- Shumaila Khan, . y. (2019). La aplicación exógena de aminoácidos mejora el crecimiento y el rendimiento de la lechuga al mejorar la asimilación fotosintética y la disponibilidad de nutrientes. *Hacia una Agricultura Sostenible a Través de Bioestimulantes Vegetales: De los Datos Experimentales a las Aplicaciones Prácticas*.
- SIAP. (202). México, autosuficiente en producción de plátano: Agricultura. *México, autosuficiente en producción de plátano: Agricultura*.
- Souri, M. K. (2018). Aminochelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review. *Open Agriculture*, <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-2016-0016/html>.
- Sylvio Belacazar, j. a. (s.f.). La planta y el fruto. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1626/40828\\_26365.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1626/40828_26365.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Sylvio Belalcazar, j. V. (s.f.). La planta y el fruto. *La planta y el fruto*, [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1626/40828\\_26365.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1626/40828_26365.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Vera, A. (2001). El boro como nutriente esencial. *Tecnología de la produccionn*.
- Vézina, A. (2020). Deshoje. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Bosques de Francia*, <https://www.promusa.org/Deshoje>



LICENCIA DE USO OTORGADA POR (Jenny de la cruz olmos), de nacionalidad Mexicana mayor de edad, con domicilio ubicado en la loc. Santo Domingo Arroyo Negro Atzalan ver , en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor de la tesis denominada EFECTO DE ÁCIDO GLUTÁMICO EN OTOÑO - INVIERNO EN PLÁTANO DOMINICO (Mussa AAB Simmonds), EN TLAPACOYAN, VERACRUZ en adelante "LA OBRA" quien para todos los fines del presente documento se denominará "EL AUTOR Y/O EL TITULAR", a favor del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván del Tecnológico Nacional de México, la cual se registrá por las clausulas siguientes:

**PRIMERA -OBJETO:** "EL AUTOR Y/O TITULAR", mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de "LA OBRA", para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier medio en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalcti.mx/>).

**SEGUNDA - TERRITORIO:** La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

**TERCERA -ALCANCE:** La presente licencia contempla la autorización para formato uso de "LA OBRA" en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (red), mensaje de datos o similar conocido por conocerse en medio óptico, magnético, electrónico, en red, mensajes de datos o similar, conocido o por conocerse.

**CUARTA - EXCLUSIVIDAD:** La presente licencia aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván; por lo tanto, "EL AUTOR Y/O TITULAR" conserva los derechos patrimoniales y morales de "LA OBRA", objeto del presente documento.

**QUINTA - CRÉDITOS:** El Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que el "AUTOR Y/O TITULAR" es el único, primigenio y perpetuo titular de los derechos morales sobre "LA OBRA"; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

**SEXTA - AUTORÍA:** "EL AUTOR Y/O TITULAR" manifiesta ser el único titular de los derechos de autor que derivan de "LA OBRA" y declara que el material objeto del presente fue realizado por él, sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el único responsable.

Dado en la Ciudad de Úrsulo Galván , a los 21 días del mes de octubre de 2023.

"EL AUTOR Y/O TITULAR"  
(Nombre y firma)  
JENNY DE LA CRUZ OÍMOS

