TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA

“NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN DE PIÑA MD2 EN FUNCIÓN DE FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO Y POTASIO”

TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)

Elaborada por:

DIANA PAOLA CONTRERAS ROSAS

Para obtener el título de:

INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

Director Interno: Ing. Víctor Antonino Cortés Pérez

Director Externo: Dr. Aurelio Báez Pérez

Salvatierra, Gto. Junio, 2024

ANEXO XXXIII.
FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

C. ING. LIZBETH ESTEFANÍA ESCOBAR PANIAGUA
Jefe del Departamento de Servicios Escolares
ITESS

PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto de titulación integral para para su impresión y realización del acto de examen profesional:

Nombre del estudiante y/o egresado:	DIANA PAOLA CONTRERAS ROSAS
Carrera:	INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE
No. de control:	AG19110375
Nombre del proyecto:	"NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN DE PIÑA MD2 EN FUNCIÓN DE FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO Y POTASIO"
Producto:	TESIS

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

M.E WALTER MANUEL ZÚÑIGA MALDONADO
Coordinador de Ing. Innovación Agrícola

ING. VÍCTOR ANTONINO CORTÉS PÉREZ	ING. FRANCISCO MENDEZ REYES	M.E WALTER M. ZÚÑIGA MALDONADO
DIRECTOR	**REVISOR 1**	**REVISOR 2**

c.c.p. Expediente

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SALVATIERRA

COORDINACIÓN DE INNOVACIÓN EN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

TESIS
Presentada por:

DIANA PAOLA CONTRERAS ROSAS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

Aprobado por

Ing. Víctor Antonino Cortés Pérez Director interno de Tesis	Dr. Aurelio Báez Pérez Director externo de Tesis
M.C. Francisco Méndez Reyes Revisor	M.E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado Revisor

M.E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado

Coordinador de Innovación en Agrícola Sustentable

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi director de tesis: Dr. Aurelio Báez Pérez, quien con su experiencia y sabiduría guio este trabajo de investigación de manera excepcional, quien dedicó su tiempo y conocimientos para guiarme en este proceso y siempre estuvo dispuesto a aclarar mis dudas y orientarme en el camino correcto. Por sus valiosas y constructivas sugerencias durante la planificación y desarrollo de este trabajo de investigación, su colaboración fue esencial para la realización de este trabajo, MUCHAS GRACIAS.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), por el financiamiento del presente trabajo, a través del proyecto: “Tecnología para aumentar la eficiencia en el cultivo de piña MD2“.

Al Dr. Nain Peralta Antonio, del INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz, por la gestión de los recursos financieros para la ejecución de mi trabajo de tesis.

Al Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP, Campo Experimental Bajío y a su personal: María del Carmen Ramírez Balderas, Leonardo Cruz García y Mariana Lizbeth Ordaz López, por la capacitación en análisis químicos de suelos, esencial para el desarrollo de mi investigación.

Al Ing. Víctor Antonino Cortes Pérez, por la revisión y sugerencias al trabajo de tesis.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A los sinodales quienes estudiaron mi tesis y la aprobaron.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

A mi familia, quienes me brindaron su amor incondicional y apoyo emocional durante este largo proceso, y siempre me han motivado a seguir adelante en cada uno de mis proyectos y metas, y han sido una pieza clave en mi formación académica y personal, GRACIAS por creer en mí siempre.

Agradezco a mis amigos y familiares cercanos, quienes me ayudaron con sus comentarios constructivos y críticas constructivas para mejorar cada aspecto de esta tesis.

A Erick Muñiz Andrade, por su amistad y compañerismo.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo con gran amor a toda mi familia por el apoyo incondicional, por siempre impulsarme a ser mejor y lograr con éxito mi carrera, especialmente a mis padres, por ser pilar fundamental en mi vida, por haberme traído a este mundo, inculcarme buenos valores y darme la mejor educación, gracias por siempre motivarme a seguir adelante en cada uno de mis proyectos y metas, a nunca darme por vencida cuando se pone difícil, han sido la pieza clave para mi formación académica y personal.

Quiero dedicar este trabajo, con especial cariño, a la memoria de mis abuelos, quienes siempre me motivaron a seguir adelante y nunca rendirme. Este logro es también suyo, GRACIAS hasta donde quiera que se encuentren.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

INDICE

RESUMEN xi

ABSTRAC xii

CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO 1

1.1. Introducción 1

1.2. Planteamiento de problema 2

1.3. Justificación 3

1.4. Objetivos 3

1.4.1. Objetivo General 3

1.4.2. Objetivos específicos 3

1.5. Hipótesis 3

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO 4

2.1. Cultivo de piña 4

2.1.1. Antecedentes 4

2.1.2. Generalidades del cultivo de Piña MD2 7

2.1.3. Origen de la piña MD2 7

2.1.4. usos 8

2.1.4.1. Alimento: 8

2.1.4.2. Medicinal 8

2.1.5. Importancia económica 8

2.1.5.1. Internacional: 8

2.1.5.2. Nacional: 9

2.1.6. Taxonomía 10

2.1.7. Características morfológicas 10

2.1.8. Ciclo agronómico. (Lalangui, 2020) 10

2.1.9. Requerimientos edafoclimáticos 11
2.1.9.1. Temperatura 11
2.1.9.2. Humedad 11
2.1.9.3. Luminosidad. 11
2.1.9.4. Suelo. 12
2.1.9.5 Ambientes abiertos o invernaderos 12
2.1.9.6. Precipitación. 12
2.1.10. Fertilización 12
2.1.11. Riego 13
2.1.12. Plagas 13
2.1.13. Enfermedades (Tinoco, 2023) 15
2.1.14. Cosecha 16
2.1.15. Manejo postcosecha: 16
2.3.1. Fertilización Química 17
2.3.2. fertilización Orgánica 18
2.3.2.1. Fertilizantes orgánicos 19
CAPITULO III. METODOLOGÍA 21
3.1. Descripción del área de estudio 21
3.2. Tratamientos y diseño experimental 22
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28
4.1. Factores primarios 28
4.2. Interacción de factores de estudio 32
4.3. Parámetros de rendimiento 34
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA 37

CAPÍTULO VII. ANEXOS. 42

GLOSARIO..... 50

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Principales países productores de Piña 9

Tabla 2.2 Volumen de producción nacional en toneladas. 9

Tabla 2.3 Principales plagas de la piña y su control..... 13

Tabla 2.4 Principales enfermedades de la piña y su control. 15

Tabla 3.1 Cantidad de N, P, K y Mg suministrado a las plantas de piña MD2 en función de los tratamientos de fertilización en Isla, Veracruz. 23

Tabla 4.1 Resultados promedio de contenido nutrimental en piña MD2. 29

Tabla 4.2 Valores de suficiencia nutrimental en piña. 31

Tabla 4.3 Análisis estadístico de factores de estudio del análisis nutrimental..... 32

Tabla 4.4 Continuación… 33

Tabla 4.5 Resultados de parámetros de planta. 34

Figura 4.3 Relación entre contenido de N foliar y peso de órganos. (a) Sin acolchado y (b) con acolchado. 35

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Mapa de ubicación del municipio de Islas Veracruz (Aguirre, 2017). 21

Figura 3.2 Mapa de ubicación de la institución (INEGI, 2017)..... 22

Figura 3.3 Distribución de unidades experimentales en campo. 24

Figura 4.1 Contenido de N en piña MD2 por efecto del acolchado y la fertilización de N y K. 30

Figura 4.2 Contenido de K en piña MD2 por efecto del acolchado y la fertilización de N y K. 30

Figura 4.3 Relación entre contenido de N foliar y peso de órganos. (a) Sin acolchado y (b) con acolchado. 35

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Muestras secas de los distintos órganos vegetales de las piñas de MD2.. 42

Anexo 2. Peso de las muestras a digerir 42

Anexo 3. Digestor de muestras para el fácil análisis 43

Anexo 4. Muestras digeridas listas para análisis. 43

Anexo 5. Destilación de muestras para cálculo de nitrógeno total. 44

Anexo 6. Equipo de absorción atómica 44

Anexo. 7 Calculo de azufre, boro y fósforo en espectrofotómetro 45

Anexo 8. Base de datos completa. 46

RESUMEN

Se efectuó un estudio para evaluar la nutrición de piña MD2 por efecto de diferentes sistemas de producción y dosis fertilización. Se evaluaron los siguientes factores de estudio: (1) acolchado con plástico y (2) sin acolchado; cuatro niveles de fertilización: (1) 100 % N + 100 % K, (2) 75 % N + 75 % K, (3) 50 % N + 50 % K y (4) 00 % N + 00 % K; cinco diferentes órganos de la planta: (1) cáscara, (2) hoja, (3) pedúnculo, (4) raíz y (5) tallo. El diseño experimental fue un factorial 2 x 4 x 5 con arreglo en bloques al azar y tres repeticiones. La combinación de los factores de estudio proporcionó 40 tratamientos. Para el establecimiento del ensayo se sembraron Vástagos de piña MD2 de 600 g con una densidad de 50,000 plantas ha^{-1}, en Isla, Veracruz. Se aplicaron 6 y 4 g $planta^{-1}$ de P y Mg, respectivamente en todos los tratamientos. La dosis de N y K fueron 15, 11.3, 7.5 y 0 g $planta^{-1}$; Las fuentes de fertilizante para estos elementos fueron: sulfato de amonio ($(NH_4)_2SO_4$) y cloruro de potasio (KCl), respectivamente. Se evaluó el rendimiento de planta y el contenido de macro elementos (N, P, K, Ca, Mg, S y Na) y microelementos (Fe, Cu, Mn y Zn) en los órganos evaluados en la planta, de acuerdo a los protocolos establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. A nivel de fertilización los resultados mostraron un mayor efecto con la aplicación de N, donde los tratamientos sin aplicación y con aplicación de las dosis más bajas de este elemento mostraron un contenido crítico en hoja para su nutrición (<1.5 %), el cual debe ubicarse en un rango de suficiencia entre 1.5 y 2.5 % para no presentar deficiencias nutrimentales. Con la fertilización de N entre el 75 % y 100 % se alcanzó este nivel de suficiencia en hoja en el rango más bajo. Por otra parte, el contenido de K en hoja estuvo entre 5 y 7 %, muy por encima del nivel de suficiencia requerida para este elemento, que estuvo en un rango de 2.5 a 4.0 %. Lo anterior implicó que hubo abundancia de K en el suelo como oferta para la nutrición del cultivo. Hubo una estrecha relación entre las dosis crecientes de fertilización nitrogenada y el peso de fruto, que alcanzó hasta 2.41 kg $planta^{-1}$, así como otros órganos de la planta (R^2>0.77), lo cual indica que la respuesta en la nutrición del cultivo estuvo en función de las dosis crecientes de N. No hubo respuesta en la nutrición del cultivo por efecto de la aplicación de potasio.

ABSTRAC

A study was carried out to evaluate the nutrition of MD2 pineapple due to the effect of different production systems and fertilization doses. The following study factors were evaluated: (1) padding with plastic and (2) no padding; four fertilization levels: (1) 100% N + 100% K, (2) 75% N + 75% K, (3) 50% N + 50% K and (4) 00% N + 00% K; five different organs of the plant: (1) peel, (2) leaf, (3) peduncle, (4) root and (5) stem. The experimental design was a 2 x 4 x 5 factorial with a randomized block arrangement and three repetitions. The combination of study factors provided 40 treatments. To establish the trial, 600 g MD2 pineapple shoots were planted with a density of 50,000 plants ha-1, in Isla, Veracruz. 6 and 4 g plant-1 of P and Mg were applied, respectively, in all treatments. The doses of N and K were 15, 11.3, 7.5 and 0 g plant-1; The fertilizer sources for these elements were: ammonium sulfate ($(NH_4)_2SO_4$) and potassium chloride (KCl), respectively. Plant performance and the content of macro elements (N, P, K, Ca, Mg, S and Na) and microelements (Fe, Cu, Mn and Zn) in the organs evaluated in the plant were evaluated, according to the protocols established by the Official Mexican Standard NOM-021-RECNAT-2000. At the fertilization level, the results showed a greater effect with the application of N, where the treatments without application and with application of the lowest doses of this element showed a critical leaf content for their nutrition (<1.5 %), which must be located in a sufficiency range between 1.5 and 2.5% to avoid nutritional deficiencies. With N fertilization between 75% and 100%, this level of leaf sufficiency was reached in the lowest range. On the other hand, the K content in the leaf was between 5 and 7%, well above the level of sufficiency required for this element, which was in a range of 2.5 to 4.0%. The above implied that there was an abundance of K in the soil as a supply for crop nutrition. There was a close relationship between increasing doses of nitrogen fertilization and fruit weight, which reached up to 2.41 kg plant^{-1}, as well as other plant organs (R^2>0.77), which indicates that the response in crop nutrition It was a function of the increasing doses of N. There was no response in the nutrition of the crop due to the effect of the application of potassium.

CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. Introducción

La propuesta se basa en la problemática de la Cadena Agroalimentaria Piña mencionada en: Foros del Sistema Producto Piña, Programa de Desarrollo del INIFAP 2018-2030 y Planeación Agrícola Nacional Piña Mexicana 2017-2030. La piña (*Ananas comosus* L.) es una fruta tropical y subtropical no climatérica que produce pequeñas cantidades de etileno respecto a su maduración. De la amplia variedad de piñas cultivadas en el mundo, los cultivares comerciales predominantes en México son Cayena (60 %), MD2 (30 %), las piñas criollas (4 %), Champaka (menos del 1 %) y las piñas ornamentales (menos del 0.005 %) (Uriza et al., 2018). La piña MD2 es un híbrido conocido como "Honey Golden", "Golden Sweet" o "piña miel", resultado de una mezcla compleja de variedades, donde más del 50 % corresponde a Cayena Lisa (Cerrato, 2013). La piña es un cultivo muy demandante de nutrientes. En todos los países productores, los nutrientes se suministran principalmente a través de fertilizantes minerales. En México, para obtener rendimientos de 100 t/ha, es necesario aplicar entre 3 y 5 t ha^{-1} ciclo de fertilizante (Uriza *et al*., 2018). Actualmente en México la piña se cultiva en sistemas de producción poco sustentables en donde se han detectado problemas como: el uso irracional de fertilizantes minerales y pesticidas, fertilización ineficiente, degradación de la fertilidad del suelo y deficiente inocuidad del fruto, otros factores que influyen negativamente en la producción y calidad de la fruta son las condiciones cambiantes del clima particularmente la excesiva radiación solar. En este contexto, la tecnología denominada producción de piña en “Ambiente Protegido” está siendo adoptada y se espera que su utilización continúe aumentando en años futuros debido a que, las empresas exportadoras han anunciado que únicamente serán consideradas para exportación las frutas que hayan sido protegidas con malla-sombra. En términos generales, la fertilidad del suelo es imprescindible para un cultivo rentable, la piña requiere de altos niveles de fertilidad del suelo. Al ser de naturaleza ácida, los suelos

tienen limitaciones en cuanto a su disponibilidad nutrimental. Esto hace que los suelos en general tengan alta respuesta a la fertilización, particularmente en nitrógeno y potasio. Por su alta producción de fruta, la piña es un cultivo de alta demanda nutrimental, en donde aparte de la cantidad incorporada, lo más importante es el momento oportuno de la aplicación de cada uno de ellos y la relación adecuada en las cantidades a aplicar. (Herrera, 2001). Los sistemas de producción intensivos y con uso irracional de insumos agrícolas ha derivado en el deterioro y contaminación de los suelos, lo cual encarece significativamente los costos de producción. El propósito del presente estudio fue evaluar la aplicación de nitrógeno y potasio en diferentes dosis y evaluar su respuesta en la nutrición vegetal de piña MD2.

1.2. Planteamiento de problema

Uno de los principales problemas que ha desmotivado a los agricultores al cultivar, han sido los bajos rendimientos, lo cual ha llevado a muchos de ellos a utilizar compuestos químicos que mejoren la rentabilidad del cultivo. Los fertilizantes son productos que representan el mayor porcentaje de los costos de producción de un cultivo y es también la práctica cultural que requiere más conocimientos técnicos sobre el comportamiento del suelo y de las plantas. Un programa eficiente de fertilización conduce hacia el consumo más económico del fertilizante, sin llegar a excesos ni a deficiencias. Actualmente los productores debido a las exigencias del mercado y al constante aumento en el precio de los fertilizantes es que debe utilizar éstos en forma racional, con un objeto básico: mayor eficiencia de su uso, para obtener una adecuada producción que cubra los costos económicos y que permita a la planta expresar su mayor potencial productivo. Por lo tanto, se hace necesario mejorar las prácticas de suministro de fertilizantes a la plantación durante su ciclo de crecimiento para así hacer más eficiente la absorción de los nutrientes por parte de las mismas.

1.3. Justificación

El manejo de la fertilización y mejoramiento de la fertilidad del suelo son críticos en la nutrición del cultivo de piña, y por lo tanto en su producción; comúnmente se reportan problemas como: bajos contenidos de calcio, potasio y magnesio; pH moderado o fuertemente ácido; deficiencias de zinc; pérdidas de nitrógeno por lixiviación; toxicidad de manganeso y deficiencias de fósforo, entre otros. Estos problemas se resuelven con una elección correcta de fuentes de fertilización, buen manejo del suelo, análisis y diagnóstico de la fertilidad para conocer qué nutrientes faltan por aplicar y en qué cantidades.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Determinar el comportamiento en la nutrición y producción de la piña MD-2, en función de dosis crecientes de N y K en presencia y ausencia del acolchado plástico.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado nutrimental en las diferentes partes vegetativas del cultivo de piña MD-2 por efecto de la fertilización.
- Determinar el efecto del acolchado en la nutrición vegetal de piña MD-2.

1.5. Hipótesis

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \ldots \tau_a$ No existe efecto significativo de los tratamientos sobre el rendimiento del cultivo.

Ha: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \ldots \tau_a$ Si existe diferencia significativa de los tratamientos sobre el rendimiento del cultivo.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Cultivo de piña

2.1.1. Antecedentes

En un experimento, realizado por Fonseca (2010) donde se tuvo como finalidad establecer cuál es el nivel de fuente de fertilizante más adecuado, para mantener la productividad óptima durante el ciclo de siembra a reforzamiento, aplicado mediante el método de “Stroller”. Se establecieron tres tratamientos con cinco repeticiones cada uno; dichos tratamientos corresponden a un nivel de fuente de fertilizante distinto, en donde T1= Actualmente utilizado en la finca, T2= Actualmente utilizado en la finca menos una reducción de un 20% en la cantidad de todos los productos y T3=. Actualmente utilizado en la finca menos una reducción de un 30 % en la cantidad de todos los productos. Se determinó el peso de las plantas de piña híbrido MD-2 y además se midieron las variables longitud y ancho de hoja para determinar si hay diferencia en el peso alcanzado por la planta antes de inducción, o que es lo mismo a preforzamiento, entre los tratamientos anteriormente citados. En lo que respecta al peso de planta se encontró que éste no varió significativamente, siendo para el T1 (2,97kg), T2 (3,0kg) y T3 (2,97kg), al igual que en las variables de longitud de hoja donde (T1= 124.3cm, T2= 125,5cm y T3= 124,1cm) y ancho de hoja donde (T1= 6,7cm, T2= 6,7cm y T3= 7,0cm) en las que los resultados tampoco reflejaron una diferencia significativa.

En un segundo experimento, realizado por Urrea, Ospina y Bastidas (2018) realizado en San Martin, Meta, Colombia, donde fue sembrada la piña variedad MD2 en distancias de 30 cm entre plantas por 40 cm entre líneas en cama y de un metro entre camas; se realizó evaluación de dos metodologías de aplicación: T1 = fertilización dirigida al suelo, T2 = fertilizante aplicado en la axila de la planta, ambos casos con dosis exacta; y se compararon con un testigo (T3) en donde no se aplicó ningún fertilizante. En este proyecto se estableció un diseño en bloques completos al

azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones, cada repetición estuvo constituida por 120 plantas por cama (600 plantas por tratamiento), que correspondió a una unidad experimental, evaluando cada 15 días (15, 30. 45 y 60 días) cinco plantas/cama/repetición, bajo un análisis de varianza con prueba de comparación de Duncan. A los 15 y 30 días de evaluación T1 y T2 presentaron las mayores de alturas de la planta ($P<0.05$) con valores de 15.18 y 43.60. y 16.24 y 53.20 cm respectivamente, en comparación con el testigo T3 (13.93 y 39.44 cm). A los 45 y 60 días T2 mostró una altura superior ($P<0.05$) con valores de 77.90 y 94.66 cm en comparación con T1 66.52 y 88.30; y T3 68.26 y 79.90 cm respectivamente; aunque a los 45 días T1 y T3 mostraron un comportamiento similar ($P>0.05$). Según los métodos de fertilización evaluados, el de aplicación directa al suelo evidenció mejor respuesta por parte de la planta en su sistema radicular y foliar, en comparación con los tratamientos de fertilización axilar y sin aplicación de productos (testigo), puesto que las plantas sometidas a fertilización directa en el suelo (T2) presentaron características de desarrollo más eficientes para la absorción de nutrientes.

Otro experimento, realizado por (Lorente, 2019) donde el objetivo del estudio fue determinar los efectos sobre el crecimiento vegetativo de plantas de piña MD-2 de tres diferentes sistemas de fertilización foliar (macro y micronutrientes) basados en los productos de la marca CODA (Agro Solution, España) [CODA], el habitual sistema utilizado para la fertilización de piña [UEB] y una combinación de elementos de ambos tratamientos [COMBINADO] en condiciones de campo. Los tratamientos se organizaron en un diseño de bloques al azar y cada tratamiento se replicó dos veces. En parcelas de 0,25 ha que contenían aproximadamente 16,250 plantas por réplica. Los indicadores de crecimiento vegetativo evaluados fueron: masa fresca de la planta (kg), longitud de la planta (cm), número de hojas, peso fresco y seco de la hoja "D" (g), longitud y ancho de la hoja "D" (cm). Las plantas cultivadas con el sistema CODA tuvieron mayor masa fresca de la planta, número de hojas, masa fresca, seca y longitud de la hoja "D", y alcanzaron la inducción floral con peso de 2.5 kg al menos un mes antes que los otros dos sistemas.

En un cuarto experimento realizado por Rojas (2019) tuvo como finalidad evaluar el rendimiento y la calidad en piña var. *Ananas comosus* (L.) Merr.) híbrido MD-2, mediante aplicaciones foliares de dosis crecientes de potasio, calcio y boro en etapa post forzamiento en Alajuela, Costa Rica. Este estudio se realizó en la Finca Agroindustrial Tres Amigos, ubicada en Pital de San Carlos, dando inicio en el mes de julio de 2018 con la inducción floral y finalizando en noviembre de 2018 al momento de la cosecha. Los tratamientos se establecieron de forma porcentual de acuerdo a la dosis, el T1 fue el programa 100 % en donde se aplicó 200 kg/ha de KCl, 200 kg ha^{-1} de $Ca(NO_3)_2$ y 20 kg ha^{-1} de ácido bórico, posteriormente los demás programas se establecieron a un 75 %, 50 % y 25 % de las dosis anteriores, estas aplicaciones se realizaron a los 30, 60,115 y 125 días después de forzamiento que se hizo a los 132 días de la siembra, además se tomó en consideración un testigo relativo correspondiendo a las aplicaciones normales de la finca las cuales se aplicaron únicamente a los 22 y 30 días después del forzamiento y por último un testigo absoluto en el cual solo se aplicó agua. Se midieron variables internas como acidez, grados brix, y firmeza de la pulpa, mientras que las variables externas fueron peso, altura y diámetro de fruta, peso y altura de la corona y rendimiento en cajas por hectárea. Se determinó que el tratamiento de100 % fue el que logró alcanzar la acidez más alta a la cosecha, el tratamiento de finca reportó los sólidos solubles totales más altos a la cosecha. De acuerdo a la relación entre grados brix/acidez se determinó que todos los tratamientos cumplieron con las características deseables de una fruta para proceso, además se logró observar que el tratamiento de 50 % presentó efectos positivos, con diferencias significativas en cuanto a variables de rendimiento, además se demostró que puede generar mayor utilidad parcial.

En una última investigación experimental realizada por Pérez-Romero et al. (2020) donde su objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización con NPK sobre la acumulación de biomasa, NDVI, IAF y rendimiento en piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) “Cabezona”, el diseño experimental fue en Bloques completos al azar con cuatro repeticiones, 14 tratamientos y un testigo. Los tratamientos se generaron con la matriz Plan puebla I, usando niveles de N de 120, 160, 200 y 240 kg ha^{-1}, de P: 70,

110,150 y 190 kg ha^{-1}, y de K: 150, 200, 250 y 300 kg ha^{-1}. Los tratamientos fueron fraccionados en cuatro aplicaciones, a los dos, cinco, ocho y trece meses, el P se aplicó en una sola exhibición al inicio del cultivo. Al finalizar el ciclo de cultivo todos los tratamientos acumularon mayor biomasa que el testigo, pero no se registró diferencia estadística entre tratamientos de fertilización. El NDVI no mostró relación con la biomasa, IAF, o rendimiento durante el ciclo del cultivo. El índice de área foliar (IAF) no mostró diferencia estadística entre tratamientos y testigo. En rendimiento, los tratamientos cinco y ocho (55 t ha^{-1}) mostraron diferencia altamente significativa. Por lo que concluyeron que la piña cabezona acumula en promedio 0.80/0.13 g $día^{-1}$ de biomasa seca, bajo las condiciones ambientales de sabana. No mostró relación entre NDVI y acumulación de biomasa. El IAF aumentó drásticamente después del tratamiento de inducción floral. Se sugiere la dosis de fertilización N 200-P 110-K 250.

2.1.2. Generalidades del cultivo de Piña MD2

La variedad MD2 es reconocida internacionalmente por su aroma y su exquisito sabor, contiene el doble de vitamina C y vitaminas del grupo B. Es rica en azúcares, en fibra y su contenido de agua es alto. Una de sus principales características es el color dorado de su corteza externa, su sabor tropical y exótico y su bajo nivel de acidez, además posee una forma más simétrica y uniforme (Pitanorte, 2023).

2.1.3. Origen de la piña MD2

La piña MD2, Gold o dorada como también se le conoce, se introdujo desde el año 1996, desde entonces el interés por esta fruta ha crecido vertiginosamente y su demanda se ha triplicado desde la puesta en escena de este híbrido por su gran aporte de hidratos de carbono y de una enzima que ayuda a la digestión de las proteínas. A pesar de su sabor dulce (Pitanorte, 2023).

2.1.4. usos.

Algunas de las especies que conforman la familia de las cucurbitáceas, tienen diferentes usos y aplicaciones:

2.1.4.1. Alimento. La piña es una fruta muy versátil. Se puede comer fresca o en conserva, se utiliza en postres o en ensaladas, platos salados, y en bebidas como zumos y cócteles (Li, 2023).

2.1.4.2. Medicinal. La mayoría de los beneficios derivados del consumo de piña, giran en torno a la bromelina, enzima con acción proteolítica para una mejor asimilación de los aminoácidos que las componen. Esta enzima tiene un fuerte poder diurético, lo que convierte a la piña en un excelente remedio contra los primeros síntomas de la celulitis. Además, ayuda a metabolizar los alimentos y tiene propiedades antiinflamatorias, antiedematosas y anticoagulantes, aumentando la oxigenación tisular y la circulación en las extremidades inferiores (Li, 2023).

2.1.5. Importancia económica

2.1.5.1. Internacional: Los valores globales de producción se posicionan principalmente en los países de Costa Rica con 3,418,155 toneladas, Filipinas con 2,730,985 toneladas, Brasil con 2,650,479 toneladas, Tailandia con 2,113,380 toneladas y China con 2,005,555 toneladas, colocándose como los 5 principales países productores de piña en el mundo, con el mayor número de toneladas producidas (Infoagro, 2022).

Tabla 2.1 Principales países productores de Piña

PAÍS	Producción t	Superficie ha	Rendimiento t ha^{-1}
Costa Rica	3,418,155	45,000	76
Filipinas	2,730,985	66,190	41
Brasil	2,650,479	71,553	37
Tailandia	2,113,380	86,038	25
China	2,005,555	81,946	24
Indonesia	1,805,506	14,704	123
India	1,706,000	103,000	17
Nigeria	1,664,510	199,891	8
México	999,593	20,771	48
Colombia	900,395	21,641	42

Fuente: (Infoagro, 2022)

2.1.5.2. Nacional: El volumen anual de piña en nuestro país está próximo al millón de toneladas, de las distintas regiones donde se cultiva la piña, Veracruz es el mayor productor del país con un volumen anual de 634, 227 toneladas, le sigue en importancia Oaxaca, con 139, 867 toneladas, pero en general son 10 estados que producen este fruto. (datos de SIAL – SAGARPA, 2019). (Infoagro, 2022).

Tabla 2.2 Volumen de producción nacional en toneladas.

Estado	**Produccion (t)**
Veracruz	634,227
Oaxaca	139,867
Tabasco	55,583
Quintana Roo	50,932
Jalisco	40,455
Nayarit	39,344
Colima	29,214
Chiapas	7,713
Campeche	1,277
Guerrero	526

Fuente: (Infoagro, 2022)

2.1.6. Taxonomía

Chacón (2020) presentan la clasificación taxonómica de la piña MD-2 de la siguiente forma.

- ✓ **Reino**: Plantae
- ✓ **División**: Magnoliophyta
- ✓ **Clase**: Liliopsida
- ✓ **Subclase**: Commelinidae
- ✓ **Orden**: Poales
- ✓ **Familia**: Bromeliáceas *(Bromeliaceae)*
- ✓ **Género**: *Ananas*
- ✓ **Especie**: *Ananas comosus* (L.) Merr., 1917.
- ✓ **Nombre científico o latino:** *Ananas comosus*
- ✓ **Nombres vulgares en español:** Piña miel, piña Golden, Piña tropical, Piña americana, Ananás, Ananá, Piña de América

2.1.7. Características morfológicas

Es Planta vivaz con una base formada por la unión compacta de varias hojas formando una roseta. De las axilas de las hojas pueden surgir retoños con pequeñas rosetas basales, que facilitan la reproducción vegetativa de la planta. Después de 1-2 años crece longitudinalmente el tallo y forma en el extremo una inflorescencia. Hojas espinosas que miden 30-100 cm de largo. Flores de color rosa y tres pétalos que crecen en las axilas de unas brácteas apuntadas, de ovario hipógino. Son numerosas y se agrupan en inflorescencias en espiga de unos 30 cm de longitud y de tallo engrosado. El fruto de la piña se desarrolla a partir de pequeñas bayas fusionadas. Es grande y de forma ovoide, con una dura y espinosa cáscara cerosa compuesta por muchas secciones octogonales. La pulpa blanco-amarillenta es dulce y ácida (Pitanorte, 2023).

2.1.8. Ciclo agronómico. (Lalangui, 2020)

- Desarrollo de la plantación: 16 — 18 meses.
- Inicio de la cosecha: Al inicio tres tipos de cosecha:

- Primera: 16 - 18 meses
- Segunda: 14 meses
- Tercera: 28 meses.

- Duración del ciclo de cosecha: De 20 - 30 a 60 días.
- Vida económica:3 cosechas.

2.1.9. Requerimientos edafoclimáticos

El cultivo de la piña se desarrolla en altitudes que van de los 100 a 600 metros sobre el nivel del mar, por tanto, en la isla, la piña tropical, se puede plantar en cualquier zona, aunque los más apropiados son las cotas bajas próximas a la costa (Pitanorte, 2023).

2.1.9.1. Temperatura

Las Temperaturas ideales para el desarrollo varían entre los 20º y 30ºC (Pitanorte, 2023)., con un óptimo de 27 grados centígrados. Temperaturas inferiores a 23 grados, aceleran la floración, disminuyendo el tamaño del fruto y haciéndolo más ácido y perecedero; mientras que temperaturas superiores a 30 grados, pueden quemar la epidermis y tejidos subyacentes ocasionando lo que se llama “golpe de sol”. La temperatura es el factor más importante en la producción; jugando un papel fundamental en la formación, madurez, y calidad del fruto (Agroproyectos, 2021).

2.1.9.2. Humedad. Una de las características de la piña es que se requiere mantener, independiente del lugar de cultivo, a un nivel de humedad ambiental que fluctúe entre un 40% y 60%, el cual puede ser realizado a través de humidificadores si no se tienen las condiciones climáticas correspondientes (Stewart, 2022).

2.1.9.3. Luminosidad. El número de horas brillo solar por año deben ser superior a las 1,200 horas, considerando óptimo de 1,500 horas luz anuales. Una iluminación, muy intensa causa quemaduras en la superficie del fruto, mientras que, si la intensidad es baja, se produce disminución en el contenido de azúcar, elevando la acidez de la fruta (Agroproyectos, 2021).

2.1.9.4. Suelo. También requiere de suelos de un pH ligeramente ácido, que oscile entre los 5.5 y 6.0, los cuales sean sueltos, aireados y con un excelente drenaje. Se recomienda el uso de fertilizantes como nitrógeno y potasio, que son los nutrientes más importantes para el fruto, ya que el primero influye en el rendimiento, mientras el segundo en la calidad (Agroproyectos, 2021).

2.1.9.5 Ambientes abiertos o invernaderos. Esta fruta tiene la capacidad de poder crecer en ambientes cerrados y reducidos, como en un invernadero que, gracias a su ambiente hermético, logra mantener la calidez y humedad (Stewart, 2022).

2.1.9.6. Precipitación. La piña requiere de una precipitación media anual entre 1,500 y 3,500 mm. Su morfología la hace poco resistente al estrés por déficits de agua hasta 1,000 mm. anuales que bien distribuidos no afecta la producción. Aunque es poco exigente, la falta de agua en la etapa inmediata después de la siembra, en el inicio de la floración y formación del fruto afecta el crecimiento de la planta y reduce el tamaño del fruto (Agroproyectos, 2021).

2.1.10. Fertilización

Treinta días después de la siembra, la Piña comienza a emitir raíces que están en 2 a 3 pulgadas de la base. Ello sirve para saber dónde se aplica la fórmula completa de abono, ya sea 12-24-12 ó 10-30-10 de manera que la planta cuente con el fósforo suficiente para emitir una cabellera de raíces exuberantes y sanas. Se abre un hoyo a esa distancia y se le añade una cucharada sopera a cada planta y luego se tapa para evitar pérdidas por evaporación. Cada 45 ó 60 días se le debe añadir abono de las hojas que pegan a la base de la planta, de una fórmula alta en nitrógeno y potasio y baja en fósforo, ejemplo: (20-8-20 ó 18-5-15-6-2) a razón de 8 gramos por planta. Esta misma aplicación debe repetirse en dos ocasiones más para quedar aplicando entre 24 y 30 quintales de abono por hectárea (Pineda, 2023).

2.1.11. Riego

Es necesario observar la humedad del suelo. Al principio para establecer la frecuencia del riego y evitar en encharcamiento o la sequía. Según los suelos sean más arenosos o arcillosos, llevarán diferentes dosis de agua. Como dosis orientativa, se ha fijado en 1,5 litros por planta y día en verano, y 0,5 litros en invierno, sin embargo, estas cantidades podrán variar mucho en función del tipo de suelo, del picón, estado de la planta, etcétera. Será necesario realizar controles del pH del agua para corregirlo y acidificar (Pitanorte, 2023).

2.1.12. Plagas

La piña es una fruta tropical deliciosa y refrescante y el cultivo de la piña puede ser un proceso gratificante, pero también enfrenta desafíos en forma de plagas y enfermedades. Estos organismos pueden debilitar las plantas de piña, reducir su rendimiento y afectar la calidad de los frutos. Es fundamental comprender las plagas y enfermedades más comunes para implementar medidas preventivas y de control efectivas (Tinoco, 2023).

Tabla 2.3 Principales plagas de la piña y su control.

Nombre común	Nombre científico	¿Cómo ataca?	Prevención y control
Escama de la piña	*Diaspis bromeliae*	Afecta las hojas y el tallo de la planta de piña. Se alimenta de la savia de la planta, debilitándola y afectando su crecimiento. Los síntomas incluyen la aparición de manchas amarillas en las hojas y la presencia de pequeños insectos en el envés de las mismas.	Para controlar esta plaga, se pueden utilizar insecticidas específicos y mantener una buena higiene en el cultivo.
Gorgojo de la piña	*Cleidopus gloriamaris*	Afecta principalmente el fruto de la piña. Estos insectos se alimentan de la pulpa de la fruta, dejando galerías y causando daños significativos. Los síntomas incluyen la presencia de orificios de entrada y excrementos en la superficie de la piña.	Para prevenir esta plaga, se recomienda una inspección regular de los frutos y la implementación de medidas de control, como trampas y aplicaciones de insecticidas.
Araña roja	*Tetranychus urticae*	Afecta las hojas de la planta de piña. Estos pequeños artrópodos succionan la savia de la planta, lo	Para controlar la araña roja, se pueden utilizar acaricidas y mantener una buena

		que resulta en un debilitamiento general. Los síntomas incluyen la presencia de telarañas en el envés de las hojas y manchas amarillas en la superficie superior.	humedad relativa en el cultivo.
Mosca de la fruta	*Anastrepha spp*	Afecta los frutos de la piña. Estos insectos ponen sus huevos en la superficie de la piña, y las larvas se alimentan de la pulpa, causando daños significativos. Los síntomas incluyen la presencia de manchas suaves y hundimientos en la superficie de la fruta	Para prevenir esta plaga, se recomienda el uso de trampas y aplicaciones de insecticidas específicos.
Sinfílidos y caracoles	*Achatinoidea*	Afectan el suelo en el cultivo de la piña. Estos organismos se alimentan de las raíces y partes subterráneas de la planta, causando daños significativos.	Para controlar estas plagas, se pueden utilizar barreras físicas, trampas y productos químicos adecuados.
Tecla	*Apinus pinea*	Afecta los frutos de la piña. Estos insectos ponen sus huevos en la superficie de la fruta, y las larvas se alimentan de la pulpa, causando daños visibles. Los síntomas incluyen la presencia de galerías y manchas hundidas en los frutos.	Para controlar la tecla, se pueden utilizar trampas, aplicaciones de insecticidas y la eliminación de frutos afectados.
Picudo	*Scyphophorus acupunctatus*	Afecta el tallo de la planta de piña. Estos insectos perforan el tallo y se alimentan de su tejido, debilitando la planta. Los síntomas incluyen la presencia de agujeros en el tallo y el marchitamiento de la planta	Para prevenir el ataque del picudo, se pueden implementar medidas de control cultural, como la eliminación de plantas infestadas y el uso de trampas.
Gusano soldado	*Helicoverpa armigera*	Afecta los frutos de la piña. Estas larvas se alimentan de la pulpa de la fruta, causando daños internos y externos. Los síntomas incluyen la presencia de galerías y manchas hundidas en los frutos	Para controlar el gusano soldado, se pueden utilizar trampas, aplicaciones de insecticidas y la eliminación de frutos afectados.

Fuente: (Tinoco, 2023).

2.1.13. Enfermedades

Tabla 2.4 Principales enfermedades de la piña y su control.

Nombre común	Nombre científico	¿Cómo afecta?	Prevención y control
Fusariosis	*Fusarium oxysporum*	Enfermedad fúngica que afecta las raíces de la planta de piña. Los síntomas incluyen el amarillamiento y marchitamiento de las hojas, así como el deterioro de las raíces.	Para prevenir esta enfermedad, es importante utilizar plántulas sanas y evitar el exceso de humedad en el suelo. Se controla primordialmente con la utilización de fungicidas.
Antracnosis	*Colletotrichum acutatum*	Enfermedad causada por hongos que afecta los frutos de la piña. Los síntomas incluyen la aparición de manchas negras en la superficie de la fruta, que luego se expanden y pueden provocar la pudrición del fruto.	Para prevenir esta enfermedad, se recomienda una buena ventilación en el cultivo y la aplicación de fungicidas específicos.
Mancha de agua	*Diaspis bromeliae*	Enfermedad bacteriana que afecta las hojas de la planta de piña. Los síntomas incluyen la aparición de manchas amarillas o marrones en las hojas, que luego se vuelven necróticas.	Para prevenir esta enfermedad, es importante mantener una buena higiene en el cultivo y evitar el exceso de humedad en las hojas.
Podredumbre del corazón	*Celatitis Capitata*	Enfermedad causada por hongos que afecta el centro de la planta de piña. Los síntomas incluyen el marchitamiento de las hojas centrales y la descomposición de la parte central de la planta.	Para prevenir esta enfermedad, es fundamental utilizar plántulas sanas y evitar el exceso de humedad en el suelo.
Phytophthora	*Phytophthora cinnamomi*	Enfermedad fúngica que afecta las raíces. Los síntomas incluyen el marchitamiento de las hojas y el amarillamiento de las partes afectadas.	Para prevenir esta enfermedad, es importante mantener un buen drenaje del suelo y evitar el encharcamiento.
Erwinia	*Erwinia amylovora*	Enfermedad bacteriana que afecta principalmente los frutos de la piña. Los síntomas incluyen la aparición de manchas blandas y hundidas en los frutos, así como un olor desagradable.	Para prevenir esta enfermedad, se recomienda una buena higiene en el cultivo y evitar daños en los frutos durante la cosecha.
Pudrición negra	*Telaviopsis paradoxa*	Hongo que afecta los frutos de la piña. Los síntomas incluyen la aparición de manchas pardas en la superficie de la fruta, que luego se expanden y pueden causar la pudrición del fruto.	Para prevenir esta enfermedad, se recomienda una buena ventilación en el cultivo y la aplicación de fungicidas
Pudrición parda de los ojos	*Penicillium sp.*	Hongo que puede afectar tanto las hojas como los frutos de la piña. Los síntomas incluyen la aparición de manchas verdes o azuladas en los tejidos afectados	Para prevenir se recomienda una buena higiene en el cultivo y evitar lesiones durante la manipulación.

Fuente: (Tinoco, 2023).

2.1.14. Cosecha

La cosecha normal se inicia de los 5.5 a los 6.5 meses después del tratamiento de inducción floral, dependiendo de la época del año en la que desarrollo el fruto y las condiciones de temperatura y humedad durante su formación y crecimiento. El momento adecuado para la cosecha de este fruto, depende del destino. Si es para exportación, se debe cosechar cuando la fruta esté completamente sazona, en las primeras etapas de maduración, pero verde; si es para el mercado nacional, la fruta se cosecha recién madura, no en estado avanzado de madurez. La cosecha es manual; la fruta de Cayena se hace girar para desprenderla del pedúnculo, es cortada en el pedúnculo con un cuchillo, con cuidado de no golpear o herir la fruta. Para el transporte, los frutos se colocan acostados sobre una cama de hojas o aserrín y en capas alternas con capas de las coronas, las cuales disminuyen el daño. Se debe evitar hacer estibas muy altas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018). Para determinar el momento óptimo de cosecha de la piña se ha definido tres grados de maduración: (Yelene et al., 2011).

- ✓ **Maduración inicial:** frutos cuya madures es incipiente, presentando una coloración amarilla-anaranjada solamente en la base del fruto.
- ✓ **Pintón**: frutas de maduración intermedia, cuya coloración amarillo-anaranjada se extiende desde la base hasta la mitad del fruto.
- ✓ **Maduro:** cuya pigmentación amarillo-anaranjada sobre pasa la mitad del fruto.

2.1.15. Manejo postcosecha:

La fruta de la piña se cosecha cuando alcanza firmeza y maduración. Las piñas no mejoran su calidad de consumo después de la cosecha. El contenido de azúcar no aumenta después de la cosecha. Por lo tanto, la fruta debe recogerse en el estado de madurez óptimo para el mercado al que se destina. (FAGRO, 2022).

2.1.15.1. Índices de calidad

- ✓ Uniformidad de tamaño y forma
- ✓ Firmeza

- ✓ Ausencia de deterioro
- ✓ Ausencia de quemaduras de sol, escaldado, grietas, magulladuras, descomposición interna, mancha marrón endógena, gomosis y daños por insectos.
- ✓ Parte superior (hojas de la corona) – color verde, longitud media y rectitud
- ✓ Rango de sólidos solubles – 11-18%; acidez titulable (principalmente ácido ascórbico) – 0.51-0.6%; y ácido ascórbico – 20-65 mg/100 g de peso fresco, dependiendo del cultivar y del estado de maduración (FAGRO, 2022).

2.1.15.2. Control

- ✓ Manipulación cuidadosa para minimizar las lesiones mecánicas.
- ✓ Enfriamiento rápido y mantenimiento de una temperatura y humedad relativa óptimas durante todas las operaciones de manipulación postcosecha (FAGRO, 2022).

2.2.15.3. Encerado

La fruta de la piña debe ser encerada después de su limpieza y secado. Existen varios tipos de ceras apropiadas para las piñas, que pueden aplicarse por inmersión o por pulverización. Las ceras más utilizadas para las piñas son mezclas de carnauba y parafina o de polietileno y parafina. El tipo de cera elegido debe ser aprobado por el país importador, si el destino del mercado es la exportación. La cera debe aplicarse sólo en la superficie de la fruta y no en la corona, ya que muchas ceras causan daños en la corona. Los efectos beneficiosos de la cera incluyen una reducción del “pardeamiento” interno de la fruta, una menor pérdida de humedad y un aspecto externo más brillante (FAGRO, 2022).

2.3. Fertilización

2.3.1. Fertilización Química

Se requiere de una fertilización intensiva acompañada del uso de reguladores de crecimiento para obtener buenos rendimientos y frutos de buen tamaño. La piña es

un cultivo que para su crecimiento y desarrollo requiere de una gran cantidad de nutrimentos. Cuando no se aplican, tanto la planta como el fruto presentan problemas de peso, forma y calidad. Una hectárea de piña extrae alrededor de 350 kilogramos de nitrógeno, 50 de fósforo, 450 de potasio, 80 de magnesio, 150 de calcio y 120 de azufre, La fertilización se distribuye durante todo el período de cultivo, realizando en promedio dos o tres aplicaciones al suelo y de ocho a 15 aplicaciones foliares, en aspersión total. El producto más utilizado para las fertilizaciones sólidas, es la mezcla física 12-8-12-4, a razón de 25 g por planta. Mientras, para las foliares, se utiliza urea, nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de calcio, fosfato diamónico (18-46-00), sulfato de potasio, sulfato de magnesio y una serie de productos como fuentes de micro-elementos (Fe, Ca, B, etc.); las concentraciones totales de las mezclas nunca deben rebasar el 5%, de preferencia aplicarlas al 2.5% cuando las plantas están pequeñas, se está en proceso de emisión de a inflorescencia o las temperaturas ambientales y de las plantas es elevada. Las dosis finales o totales de elemento por planta, es en promedio de 12-6-14-4 gramos de N-P-K-Mg, además del resto de micro-elementos requeridos. Las aplicaciones solidas se realizan en los meses dos y cuatro después de la siembra, mientras que las foliares a partir del mes seis hasta el 14, con una frecuencia quincenal. Posterior a la cosecha de fruta, se puede realizar una aplicación adicional si la plantación tiene como objetivo la reproducción de material vegetativo (Uriza & SAGARPA, 2011).

2.3.2. fertilización Orgánica

La fertilización orgánica consiste en agregar fuentes nutritivas producidas a base de materiales 100% de origen natural (Briseño, 2019). La fertilización orgánica tiene como objetivo aportarle al suelo los nutrientes necesarios para favorecer su fertilidad; A diferencia de, la agricultura convencional, en la ecológica se fomenta un aporte progresivo a la tierra de los nutrientes y estos se irán liberando en función de las necesidades del cultivo, de este modo, las plantas podrán crecer y nutrirse mejor y de manera más natural. Estos nutrientes se crean gracias a la materia orgánica, que varía según la calidad del suelo y el tipo de agricultura que se haya desarrollado en él; con el paso de las cosechas, el suelo va perdiendo fertilidad y se vuelve menos

nutritivo para las plantas, por eso es necesario ayudarlo con un aporte extra a través de la fertilización orgánica, sin fertilizantes químicos. La fertilización orgánica actúa de forma indirecta y lenta. Aun así, supone una mejora en la textura y la estructura del suelo, que incrementa la capacidad de retención de nutrientes, esto hace que los nutrientes sean liberados progresivamente en la medida que la planta los necesite (Rodríguez, 2020).

2.3.2.1. Fertilizantes orgánicos

El suelo está compuesto por seres vivos, en su mayoría bacterias y hongos, encargados de la transformación y mineralización de la materia orgánica. La población microbiana del suelo mejora sus condiciones y aporta los nutrientes necesarios a las plantas. Existen diferentes tipos de fertilizantes orgánicos (Rodríguez, 2020).

2.3.2.2. Humus líquido de lombriz

Es una forma fácil de aportar ácidos fúlvicos y húmicos, ya que se puede hacer a través del riego. Esta es una técnica permite la reproducción de lombrices en cautiverio (cajones, lechos, camas) para producir humus sólido y líquido (ácido húmico); abonos que son ricos en macro y micro elementos y además contienen una enorme carga microbiana. El Humus es el estado más avanzado en la descomposición de la materia orgánica y ayuda a mejorar las condiciones físico-químicas del suelo. Para aplicar materia orgánica debe ser enterrado para que penetre bien en el suelo (Rodríguez, 2020).

2.3.2.3. Compost

El compost es una mezcla de materiales orgánicos (estiércoles de animales, residuos de cosecha y residuos de basuras domésticas) que fomentan su degradación y descomposición. Es el resultado de un proceso biológico denominado compostaje, que consiste en la descomposición controlada de materia orgánica en unas condiciones específicas con la intervención de bacterias y hongos. El producto final se usa para fertilizar y enriquecer la tierra de los cultivos. Este abono y la materia

orgánica da cuerpo a los suelos arenosos y ligeros y mejora el drenaje en los suelos arcillosos (Rodríguez, 2020).

2.3.2.4. Abonos verdes

Se consigue gracias al cultivo de plantas de crecimiento rápido, sembradas para ser enterradas en el mismo lugar. Así se devuelva a la superficie del suelo los nutrientes que han sacado de las zonas más profundas. De esta forma los nutrientes son más fáciles de asimilar para las plantas. Este tipo de abono, además de nutrir los cultivos, protege de la erosión y dificulta la invasión de malas hierbas (Rodríguez, 2020).

2.3.2.5. Guano de isla

Es una mezcla de excrementos de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. Se considera uno de los abonos naturales de mayor calidad del mundo por su alto contenido de nutrientes. Se usa principalmente en cultivos de patatas y hortalizas. Debe aplicarse pulverizado a una profundidad aceptable, o taparlo inmediatamente para evitar las pérdidas de amoniaco. Se puede mezclar con otros abonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr una mejor eficiencia (Rodríguez, 2020).

2.3.2.6. Bocashi

El bocashi es un término de origen japonés que significa “materia orgánica fermentada”. Es una técnica de compostaje acelerado que produce un fertilizante orgánico rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos para el suelo. El bocashi mejora la estructura del suelo aumentando su porosidad y disminuyendo su densidad gracias a que promueve la proliferación de la entomofauna y microfauna, aumentando la capacidad de retener agua y nutrientes, y permitiendo una mejor aireación. El bocashi es rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro y zinc, los cuales son absorbidos y aprovechados por las plantas. está repleto de microorganismos beneficiosos para el suelo, como bacterias, hongos y otros microorganismos, los cuales ayudan a descomponer la materia orgánica y mejorar la calidad del suelo (Fernández, 2023).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación será desarrollo en dos partes, la etapa de campo se realizó en el sitio denominado el Callejón de los Aguilar, en el municipio de Isla, Veracruz, con coordenadas 18°06’57.2’’ LN y 95°33’30.6’’ LO. El clima en la región es cálido-húmedo con una temperatura promedio de 24.9 ºC.; su precipitación pluvial media anual es de 2,316 milímetros. El suelo donde se estableció el ensayo fue de textura de migajón arenoso, con 63.2% de arena, 9.8% de arcilla y 27% de limo; con pH ácido de 4.02, 1.45% de materia orgánica, 12.0, 37.3, 80.0, 126.0, 73.8, 0.40 y 3.58 mg kg-1 de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Mn, respectivamente. Uno de los cultivos más importantes en la región es la piña.

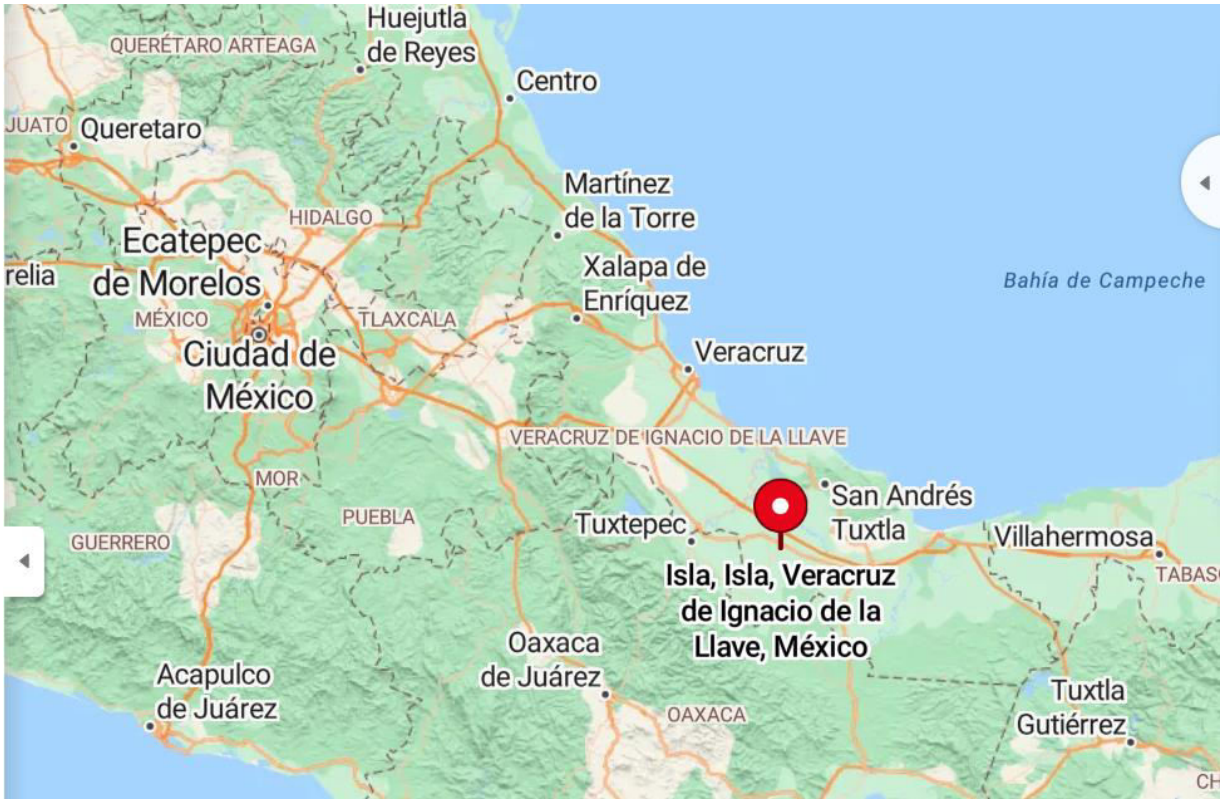


Figura 3.1 Mapa de ubicación del municipio de Islas Veracruz (Aguirre, 2017).

La segunda etapa que fue la analítica se realizó en el Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP, Campo Experimental Bajío, ubicado en carretera Celaya San Miguel Allende Km. 6.5 Celaya, Gto, C.P. 38110. Con coordenadas 20°30'44"LN- 100°49'09"LO (INIFAP, 2018).

Figura 3.2 Mapa de ubicación de la institución (INEGI, 2017).

3.2. Tratamientos y diseño experimental

Los factores de estudios fueron el acolchado plástico (con y sin) y los tratamientos de fertilización. Los tratamientos de fertilización consistieron en niveles de fertilización de N y K (100%, 75% y 50%), comparado con un testigo, resultando un total de 4 tratamientos. El 100% de la dosis de N y K corresponde a 870 kg ha^{-1}.

Tabla 3.1 Cantidad de N, P, K y Mg suministrado a las plantas de piña MD2 en función de los tratamientos de fertilización en Isla, Veracruz.

Tratamiento	N	K	N	P	K	Mg
	(%)		g planta^{-1}			
1	100	100	15.0	6.0	15.0	4.0
2	75	75	11.3	6.0	11.3	4.0
3	50	50	7.5	6.0	7.5	4.0
4	00	00	0	0	0	0

La cantidad de P, Mg y micronutrientes, fue similar en todos los tratamientos que incluyeron los niveles de N y K. Para esos mismos tratamientos, la dosis total de nutrientes fue aplicada 89% en forma sólida y 11% en forma líquida. Tanto para la fertilización sólida como para la fertilización líquida, el fertilizante se depositó en las hojas axilares más cercanas al suelo. Para aplicar N, P, K y Mg de forma sólida su utilizaron los fertilizantes sulfato de amonio (21% de N), di fosfato de amonio (18%-46% de N-P), cloruro de potasio (60% de K) y sulfato de magnesio (9.8% de Mg). Para la fertilización liquida se utilizaron los fertilizantes urea (46% de N), di fosfato de amonio, cloruro de potasio soluble (60% de K) y sulfato de magnesio.

El diseño experimental utilizado fue factorial de 2 x 4 x 5, con arreglo de tratamientos en parcelas divididas. La parcela grande corresponde al acolchado plástico y la parcela chica a los tratamientos de fertilización. En cada tratamiento se consideraron 4 repeticiones. La unidad experimental constó de dos camas de doble hilera de 6 m, cada cama de 1.2 m de ancho entre centro y centro, amplitud de calle ancha de 80 cm y amplitud de calle angosta de 45 cm, con 32 cm entre plantas, resultando en promedio de 70 plantas en cada unidad experimenta.

Figura 3.3 Distribución de unidades experimentales en campo.

3.2. Aplicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en la etapa analítica, las muestras fueron enviadas en fresco por paquetería desde el municipio de Islas Veracruz hasta el laboratorio nacional de fertilidad de suelos, donde se les dio seguimiento y se secaron para poder facilitar los análisis correspondientes los cuales fueron:

3.3 Métodos analíticos

3.3.1. Determinación de peso seco en planta

Se efectuó método gravimétrico. La determinación del peso seco en plantas es un parámetro importante para calcular el rendimiento de materia seca de un cultivo. El

tejido vegetal es sometido a una temperatura mayor al punto de ebullición del agua para asegurar que tanto el agua superficial como la contenida en la mayor parte de los tejidos son eliminadas. El agua que contiene la muestra de tejido vegetal se elimina en una estufa a 95€" - 105*C. Cuando a la muestra se le va a determinar también el contenido nutrimental, se seca a una temperatura no mayor a 70%C y se calcula el peso seco real por medio de una curva calibrada específicamente para el cultivo en cuestión. El resultado es calculado por diferencia de pesos y se reporta en gramos (Jones Jr., *et. a*l. 1991).

3..2. Determinación de fosforo total en plantas

Se efectuó mediante el método de vanadato-molibdato amarillo, donde el ortofosfato contenido en la matriz vegetal se torna de color amarillo en soluciones ácidas, lo cual se mide a través de espectrofotometría de UV visible en una longitud de onda de 470 nm (Alcántar-González y Sandoval-Villa, 1999). Este método no es aplicable a materiales que dan extractos coloreados o a soluciones que contengan además de Ortofosfatos, otros iones que formen complejos coloreados con el Molibdovanadato. Mediante una digestión previa preferentemente con Ácidos Nítrico y Perclórico, el fósforo es convertido a Ortofosfato, una alícuota de ese extracto reacciona con el Molibdovanadato de Amonio formando un complejo de color amarillo muy estable, se determina la Absorbancia de esa solución y se compara con una curva estándar de Fósforo (Chapman, 1966).

3.3.3. Solubilización de minerales en plantas

El proceso de digestión húmeda, se basa en una digestión con una combinación de Ácidos Sulfúrico (HSO,), Nítrico (HNOs) y Perclórico (HCIO,). Además, puede agregarse Peróxido de Hidrógeno (H>O>) para completar la digestión. No se recomienda usar H:SO; si se tiene un tejido vegetal alto en Calcio pues se formará Sulfato de Calcio insoluble (Caso,) obteniendo valores reducidos de Calcio y otros elementos por coprecipitación. la elección del método de la destrucción de la materia orgánica dependerá de los elementos a ser determinados y del contenido mineral esperado en el tejido. El HNOs es el ácido más utilizado en la mayoría se las

mezclas de digestión, sirve para destruir la materia fácilmente oxidable. El HCIO; se utiliza para acelerar y completar la digestión y aun cuando es altamente reactivo y oxidante con compuestos fácilmente oxidables como la materia orgánica, si se utiliza adecuadamente permitiendo que la muestra reaccione primero con el HNO; nos permite tener un digestado eficiente en poco tiempo. En el extracto obtenido es posible determinar la mayoría de los minerales en las muestras de Plantas (Williams, 1984)

3.3.4. Determinación de azufre total en plantas

Se efectuó mediante el método turbidimétrico. Las cantidades de azufre total en material vegetal varían de 1,000 a 15,000 ppm (0.1 a 1.5 %). La digestión húmeda con ácido nítrico sirve para destruir la materia fácilmente oxidable y oxidar el azufre de sulfuros originados por la hidrólisis de algunos compuestos orgánicos, el ácido perclórico oxida el resto de la materia orgánica. En este método interfieren el color y los sólidos suspendidos, así como la sílice en concentraciones mayores a 500 mg L^{-1}. En medio ácido, el Ion Sulfato se precipita con Cloruro de Bario en condiciones que permiten la formación de cristales de Sulfato de Bario de tamaño uniforme. Se mide la absorbancia de la suspensión de dicho Sulfato por medio de un Espectrofotómetro y se determina la concentración del azufre total contra una curva de calibración (Lemoch, 1975).

3.3.5. Determinación de nutrimentos

Las determinaciones de K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn y Zn se efectuaron mediante espectrofotometría de absorción atómica, que es la técnica instrumental más ampliamente utilizada para la determinación rutinaria de muchos de los elementos que contienen los tejidos vegetales. El funcionamiento del Espectrofotómetro de Absorción atómica se basa en el principio de que los átomos en su estado basal de energía pueden absorber energía electromagnética cuando se enfoca sobre ellos la radiación de una longitud de onda apropiada. La muestra de tejido vegetal en solución es aspirada y pulverizada en gotas finísimas que entran a la flama, generalmente de aire —acetileno (2100K a 2400 K), donde se producen átomos en

estado basal los cuales absorben la energía luminosa que pasa sobre la flama y que proviene de la lámpara de cátodo fotomultiplicador, que convierte la energía luminosa en energía eléctrica, es posible cuantificar la concentración del elemento presente en la muestra (Watson e Isaac, 1990).

3.3.6. Determinación de nitrógeno total en plantas

La determinación de nitrógeno total se efectuó por método de microkjeldahl. Este procedimiento involucra dos pasos: Digestión de la muestra para convertir el Nitrógeno a Amonio, y Determinación del Amonio en el digestado. La digestión de la muestra se efectúa por calentamiento de la muestra con Ácido Sulfúrico concentrado y sustancias como los Sulfatos de Potasio o Sodio que promueven la oxidación de la materia orgánica y la conversión del nitrógeno orgánico a Amonio por incremento de la temperatura de digestión y también emplea catalizadores como el Cobre y el Selenio, que aumentan la velocidad de oxidación de la materia orgánica por el Ácido Sulfúrico. El Amonio en el digestado es liberado por destilación con Hidróxido de Sodio y atrapado en Ácido Bórico para ser determinado por titulación con Ácido Clorhídrico (Williams, 1984).

3.4. Análisis estadístico

Se efectuará el análisis de variancia (ANOVA) de acuerdo al diseño experimental con el programa SAS 9.4 el cual se destaca por su capacidad para realizar análisis estadísticos avanzados y técnicas de modelado predictivo, tiene una alta precisión en el análisis, y visualización de reportes simplificados, pues puede analizar grandes volúmenes de datos en un solo análisis con un error mínimo.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en el contenido de macro y micro elementos en los distintos órganos de piña MD2 evaluados en este estudio mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p<0.05$) (Tabla 4.1), lo cual se atribuyó al diferente nivel que hubo en el contenido de nutrimentos en cada uno de estos. Por ejemplo, el contenido de N en hoja fue el doble al que hubo en cáscara y pedúnculo, al final del ciclo de cultivo; mientras que el contenido de fósforo en cáscara fue entre 61 y 77 % mayor respecto con el que se hubo en hoja y pedúnculo. Por otra parte, el contenido de K fue más del doble en hoja y pedúnculo, comparado con los otros tipos de órganos. La raíz por otra parte, destacó por su elevado contenido de Fe, que fue infinitamente más alto comparado con los demás tipos de órganos evaluados en este estudio (Tabla 4.1).

4.1. Factores primarios

A nivel de los factores primarios, hubo diferencias significativas ($p<0.05$) en fertilización y tipo de órgano ($p<0.05$). Por otra parte, a nivel de acolchado sólo hubo diferencias significativas ($p<0.05$) en el contenido de Mg. Con base en valores de referencia de suficiencia nutrimental de este cultivo, que han sido reportados por Rebolledo (2002) (Tabla 6), se observó que el factor de estudio fertilización proporcionó mayor suficiencia nutrimental en el cultivo a nivel de N. Los rangos de suficiencia nutricional en el contenido de este elemento, a nivel foliar, tienen un rango que va de 1.5 a 2.5 % (Tabla 4.1), lo cual se alcanzó en el rango más bajo con las dosis más altas de fertilización en el sistema de cultivo sin acolchado; mientras que con acolchado el tratamiento con mayor dosis de fertilizante alcanzó un rango de suficiencia de 2 %. Por otra parte, el contenido de K, a nivel foliar, fue elevado en todos tratamientos, considerando que, el nivel de suficiencia en hoja tiene un rango que va de 2.5 a 4.0 %, mientras que, este elemento, en los diferentes tratamientos, tuvieron un contenido de K que fluctuó entre 5.5 y 6.5 %, muy por encima del nivel de suficiencia óptimo, por lo cual se concluye que no hubo efecto en el contenido de K foliar por la aplicación del fertilizante KCL, lo cual se debe a la abundancia de K en el

suelo donde se efectuó el experimento. Los suelos de México suelen tener niveles altos de K, por lo que no siempre se recomienda su uso en programas nutricionales; sin embargo, en este caso se tenían niveles bajos de K siendo este imprescindible en el crecimiento de la planta de piña.

Tabla 4.1 Resultados promedio de contenido nutrimental en piña MD2.

Trat.	A	O	Fertilización N	Fertilización K	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
			%		%							ppm			
1	1	1	100	100	0.72	0.25	3.28	0.19	0.16	0.32	0.02	59.8	14.0	58.6	5.5
2	1	1	75	75	0.90	0.18	3.39	0.16	0.14	0.04	0.02	49.8	14.1	35.0	6.3
3	1	1	50	50	0.87	0.19	3.07	0.19	0.14	0.03	0.03	71.9	12.4	62.1	6.4
4	1	1	00	00	0.70	0.20	3.00	0.19	0.14	0.04	0.03	45.5	16.8	49.4	6.3
5	2	1	100	100	0.73	0.18	3.06	0.20	0.14	0.10	0.02	50.0	15.3	40.3	5.6
6	2	1	75	75	0.64	0.13	2.91	0.18	0.13	0.02	0.02	38.5	12.0	47.9	5.3
7	2	1	50	50	0.49	0.26	3.00	0.34	0.13	0.26	0.03	49.7	16.3	52.7	5.3
8	2	1	00	00	0.78	0.14	3.10	0.21	0.13	0.03	0.03	39.3	14.0	80.0	6.3
9	1	2	100	100	1.54	0.12	6.69	0.22	0.29	0.50	0.14	103.0	25.2	135.6	9.5
10	1	2	75	75	1.49	0.10	5.93	0.17	0.28	0.06	0.09	61.4	18.7	113.6	8.4
11	1	2	50	50	1.55	0.12	6.29	0.23	0.36	0.46	0.14	72.3	26.1	190.5	10.9
12	1	2	00	00	1.05	0.14	6.00	0.24	0.27	0.06	0.18	64.1	22.6	200.6	10.3
13	2	2	100	100	1.92	0.08	6.13	0.18	0.26	0.09	0.12	105.3	14.2	126.6	9.3
14	2	2	75	75	1.58	0.11	6.63	0.20	0.28	0.04	0.16	75.2	13.9	152.1	10.0
15	2	2	50	50	1.52	0.08	6.00	0.22	0.33	0.07	0.13	99.5	16.2	191.6	10.8
16	2	2	00	00	0.91	0.11	5.17	0.21	0.24	0.15	0.18	61.7	17.0	196.5	12.0
17	1	3	100	100	0.81	0.11	6.05	0.10	0.10	0.55	0.04	32.9	6.6	26.6	4.8
18	1	3	75	75	0.68	0.09	5.80	0.10	0.11	0.01	0.03	39.3	5.7	27.3	5.5
19	1	3	50	50	0.75	0.17	5.32	0.10	0.12	0.04	0.04	29.8	4.9	37.8	4.9
20	1	3	00	00	0.49	0.08	5.53	0.11	0.07	0.07	0.04	29.7	8.4	33.0	5.7
21	2	3	100	100	0.87	0.14	6.11	0.10	0.10	0.06	0.04	36.6	13.3	27.3	3.7
22	2	3	75	75	0.70	0.10	5.94	0.10	0.11	0.11	0.04	48.1	7.2	40.0	4.3
23	2	3	50	50	0.72	0.07	5.85	0.10	0.11	0.11	0.04	28.4	9.3	32.8	4.8
24	2	3	00	00	0.41	0.20	5.11	0.10	0.07	0.06	0.04	35.9	6.2	38.4	5.7
25	1	4	100	100	0.81	0.04	0.76	0.14	0.10	0.06	0.08	591.8	29.9	32.6	44.7
26	1	4	75	75	0.91	0.05	0.72	0.13	0.10	0.02	0.07	635.0	27.9	28.9	27.0
27	1	4	50	50	0.64	0.06	0.52	0.13	0.08	0.63	0.07	737.4	40.8	31.2	40.9
28	1	4	00	00	0.64	0.08	0.58	0.13	0.09	0.11	0.08	1152.7	39.5	33.9	30.3
29	2	4	100	100	0.58	0.03	0.72	0.13	0.09	0.07	0.34	485.6	14.4	23.3	19.6
30	2	4	75	75	0.57	0.03	0.58	0.15	0.10	0.19	0.07	604.3	22.1	32.1	26.8
31	2	4	50	50	0.59	0.04	0.72	0.15	0.11	0.68	0.08	1088.6	32.0	28.3	33.2
32	2	4	00	00	0.57	0.05	0.65	0.14	0.08	0.62	0.09	746.7	10.9	27.4	32.4
33	1	5	100	100	1.37	0.23	4.50	0.17	0.49	0.16	0.10	14.1	15.6	17.8	6.4
34	1	5	75	75	0.93	0.28	3.30	0.15	0.50	0.06	0.10	11.1	6.6	25.4	4.6
35	1	5	50	50	1.06	0.13	2.87	0.21	0.49	0.32	0.03	8.4	8.2	27.7	5.7
36	1	5	00	00	1.10	0.18	3.54	0.26	0.27	0.31	0.14	5.5	10.4	36.2	8.0
37	2	5	100	100	1.36	0.13	4.53	0.26	0.33	0.07	0.07	41.2	9.7	47.6	5.4
38	2	5	75	75	1.34	0.17	2.63	0.19	0.35	0.33	0.06	52.7	8.0	24.9	4.6
39	2	5	50	50	0.78	0.20	2.80	0.19	0.41	0.48	0.61	23.3	8.4	18.4	4.7
40	2	5	00	00	1.01	0.16	1.72	0.23	0.16	0.17	0.08	98.1	4.4	33.4	5.9

A: acolchado. 1 sin acolchar y 2 acolchado.
O: órgano. 1 Cáscara, 2 hoja, 3 pedúnculo, 4 raíz y 5 tallo

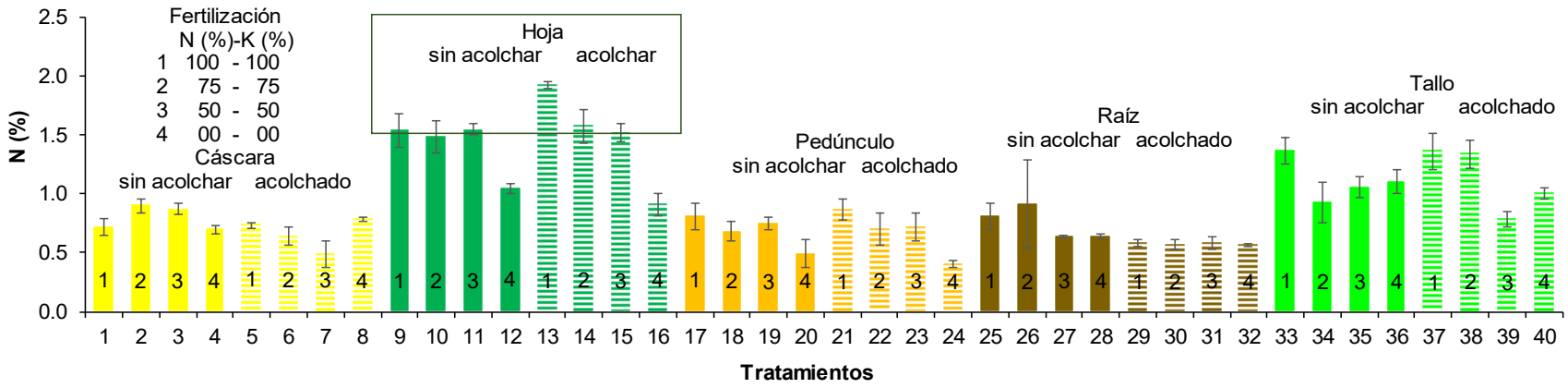


Figura 4.1 Contenido de N en piña MD2 por efecto del acolchado y la fertilización de N y K.

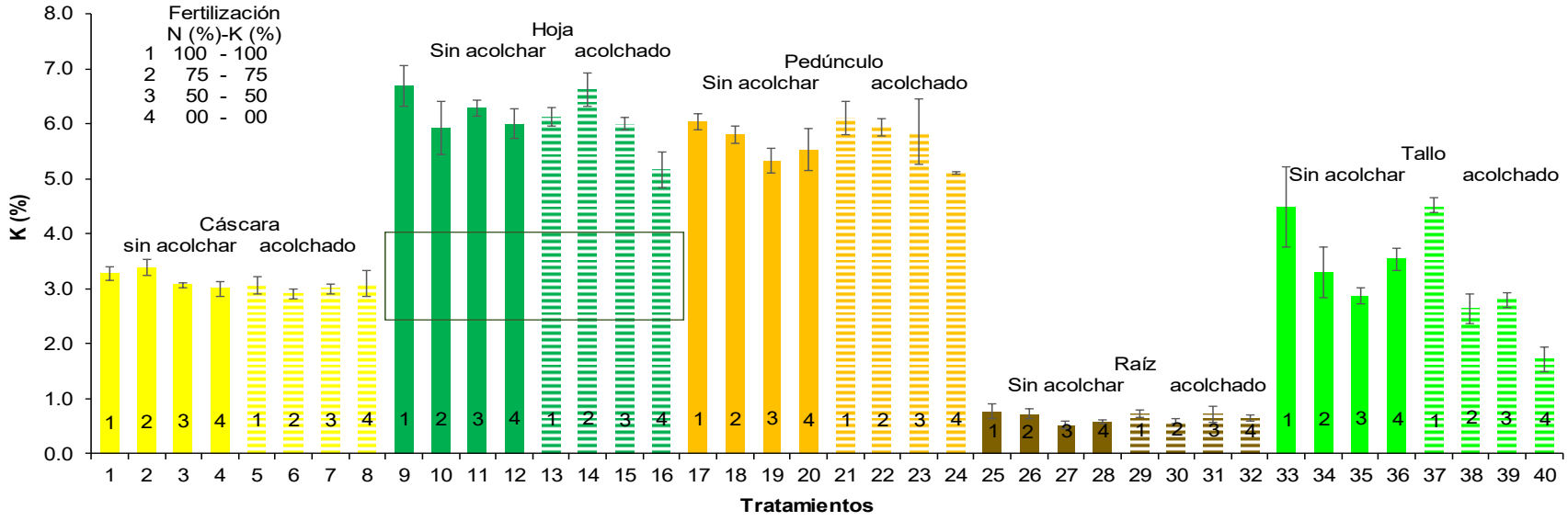


Figura 4.2 Contenido de K en piña MD2 por efecto del acolchado y la fertilización de N y K.

A nivel del factor de estudio sistema de cultivo (acolchado y no acolchado) no hubo diferencias significativas ($p<0.05$) en la nutrición vegetal entre un sistema y otro, a excepción del contenido de Mg en el sistema de producción con acolchado (Tabla 6). El tratamiento 1, que correspondió a la aplicación del 100% de N y K fue el que presentó el mayor contenido de N ($P<0.05$) (Tabla 4.1).

Los contenidos nutrimentales de N y K cáscara, hoja, pedúnculo, raíz y tallo se presentan en los gráficos 4 y 5. El N a nivel de sistema de producción, es decir, acolchado o no acolchado se observó una variación mínima tanto en N como en K; sin embargo, el porcentaje de este último fue mayor al que hubo de N en cascara, hoja, pedúnculo y tallo; mientras que en raíz fue la excepción, es decir, hubo mayor porcentaje de N (0.57 a 0.91) que de K (0.68 a 0.76 %). El K es uno de los principales nutrientes que requiere la planta para la etapa fenológica de fructificación, por ello su alto contenido a nivel del pedúnculo y la hoja, que mediante procesos fisiológicos la planta lo trasloca hasta el fruto. Respecto a la comparación de N y K en pedúnculo, entre los sistemas de producción de acolchado y sin acolchar, ambos presentaron porcentaje semejantes de microelementos (tabla 4.1).

Tabla 4.2 Valores de suficiencia nutrimental en piña.

Elemento	Nivel adecuado			Unidades
	a)	b)	c)	
Nitrógeno	1.5-2.5	1.5-2.5	1.4-1.8	%
Fosforo	0.1-0.2	0.15-0.35	0.12-0.20	%
Potasio	3.0-3.5	2.5-4.0	3.0-4.5	%
Calcio	0.4-0.6	0.4-0.8	0.4-0.6	%
Magnesio	0.25-0.4	0.25-0.5	0.25-0.50	%
Azufre	0.1-0.2	0.15-0.25		%
Fierro	50-150	100-200	200-300*	mg/kg
Cobre	10-50	10-50	8-15*	mg/kg
Zinc	20-40	25-70	20-30*	mg/kg
Manganeso	60-200	50-200	130-170*	mg/kg
Boro	20-25	15-30	15-30	mg/kg

Fuente: Uriza, Torres Aguilar, Santoyo, Zetina y Rebolledo (2018).

4.2. Interacción de factores de estudio

La interacción de los factores de estudio, es decir, el efecto recíproco entre 2 o más factores, o la modificación del efecto de un factor por la acción de otro se presenta en la Tabla 4.3. Se observó que las interacciones de segundo nivel que mostraron diferencias significativas fue variable, dependiendo principalmente de tipo de órgano (O) y la naturaleza del elemento. Entre las interacciones simples entre los factores de estudio que destacan por su significancia ($p<0.05$) se encuentran F x O en el contenido de N, y las interacciones F x A, F x O y A x O en el contenido de K, que fueron las fuentes de fertilización a las que atribuyen los efectos entre tratamientos y factores de estudio. Hubo diferencias altamente significativas ($p<0.01$) en el contenido de otros elementos (Tabla 4.3) como Mg, S, Na y Fe, y significativas ($p<0.05$) en el contenido de Zn, Mg y Cu. No hubo diferencias significativas ($p<0.05$) nivel del Ca.

Tabla 4.3 Análisis estadístico de factores de estudio del análisis nutrimental.

Elemento	Fuente	Grados de libertad	Anova SS	Cuadrado medio	F Value	Pr > F
N	Fertilización (F)	3	1.51	0.50	14.6	<.0001
	Acolchado (A)	1	0.07	0.07	1.9	0.1719
	Órgano (O)	4	11.45	2.86	83.2	<.0001
	F x A	3	0.16	0.05	1.5	0.2147
	F x O	12	1.61	0.13	3.9	0.0001
	A x O	4	0.26	0.07	1.9	0.1155
	F x A x O	12	0.77	0.06	1.9	0.0505
P	Fertilización (F)	3	0.00	0.00	0.3	0.852
	Acolchado (A)	1	0.01	0.01	4.5	0.0366
	Órgano (O)	4	0.35	0.09	35.6	<.0001
	F x A	3	0.01	0.00	1.1	0.3464
	F x O	12	0.04	0.00	1.4	0.175
	A x O	4	0.01	0.00	1.1	0.3735
	F x A x O	12	0.08	0.01	2.8	0.0027
K	Fertilización (F)	3	8.81	2.94	15.1	<.0001
	Acolchado (A)	1	1.06	1.06	5.5	0.02
	Órgano (O)	4	471.85	117.96	606.0	<.0001
	F x A	3	1.70	0.57	2.9	0.04
	F x O	12	9.07	0.76	3.9	0.00
	A x O	4	1.89	0.47	2.4	0.05
	F x A x O	12	4.58	0.38	2.0	0.04
Ca	Fertilización (F)	3	0.02	0.01	1.6	0.20
	Acolchado (A)	1	0.00	0.00	1.2	0.27
	Órgano (O)	4	0.24	0.06	16.3	<.0001
	F x A	3	0.01	0.00	0.5	0.66
	F x O	12	0.03	0.00	0.8	0.67
	A x O	4	0.01	0.00	0.8	0.51
	F x A x O	12	0.04	0.00	0.8	0.63

Tabla 4.4 Continuación…

Elemento	Fuente	Grados de libertad	Anova SS	Cuadrado medio	F Value	Pr > F
Mg	Fertilización (F)	3	0.10	0.03	19.9	<.0001
	Acolchado (A)	1	0.03	0.03	17.1	<.0001
	órgano (O)	4	1.52	0.38	227.9	<.0001
	F x A	3	0.00	0.00	0.2	0.89
	F x O	12	0.15	0.01	7.7	<.0001
	A x O	4	0.06	0.02	9.6	<.0001
	F x A x O	12	0.01	0.00	0.4	0.96
S	Fertilización (F)	3	0.75	0.25	149.9	<.0001
	Acolchado (A)	1	0.00	0.00	1.0	0.32
	órgano (O)	4	0.61	0.15	91.0	<.0001
	F x A	3	0.55	0.18	110.2	<.0001
	F x O	12	1.51	0.13	75.3	<.0001
	A x O	4	0.46	0.11	68.9	<.0001
	F x A x O	12	0.63	0.05	31.5	<.0001
Na	Fertilización (F)	3	0.04	0.01	2.8	0.05
	Acolchado (A)	1	0.04	0.04	8.6	0.00
	Órgano (O)	4	0.32	0.08	15.9	<.0001
	F x A	3	0.07	0.02	4.4	0.01
	F x O	12	0.30	0.02	4.9	<.0001
	A x O	4	0.06	0.02	3.0	0.02
	F x A x O	12	0.45	0.04	7.4	<.0001
Fe	Fertilización (F)	3	139250	46417	29.6	<.0001
	Acolchado (A)	1	3	3	0.0	0.96
	Órgano (O)	4	9599744	2399936	1529.7	<.0001
	F x A	3	73140	24380	15.5	<.0001
	F x O	12	640977	53415	34.1	<.0001
	A x O	4	27092	6773	4.3	0.00
	F x A x O	12	369995	30833	19.7	<.0001
Zn	Fertilización (F)	3	229.75	76.58	1.1	0.37
	Acolchado (A)	1	602.20	602.20	8.4	0.00
	Órgano (O)	4	6148.19	1537.05	21.3	<.0001
	F x A	3	250.17	83.39	1.2	0.33
	F x O	12	730.48	60.87	0.8	0.60
	A x O	4	1140.32	285.08	4.0	0.01
	F x A x O	12	432.64	36.05	0.5	0.91
Mn	Fertilización (F)	3	9057	3019	7.2	0.00
	Acolchado (A)	1	252	252	0.6	0.44
	órgano (O)	4	320131	80033	190.6	<.0001
	F x A	3	1447	482	1.2	0.33
	F x O	12	17530	1461	3.5	0.00
	A x O	4	377	94	0.2	0.92
	F x A x O	12	4600	383	0.9	0.54
Cu	Fertilización (F)	3	105.96	35.32	2.1	0.11
	Acolchado (A)	1	99.35	99.35	5.8	0.02
	órgano (O)	4	12628.61	3157.15	185.5	<.0001
	F x A	3	155.02	51.67	3.0	0.03
	F x O	12	249.63	20.80	1.2	0.28
	A x O	4	272.01	68.00	4.0	0.01
	F x A x O	12	539.79	44.98	2.6	0.01

La interacción entre los factores de estudio, correspondientes al tercer nivel (F x A x O), fue significativa ($p<0.05$) solamente en el contenido de P, K, S, Na , Fe, Zn y Cu. Sin embargo, es importante destacar que el tipo de órgano, considerando su contrastante nivel de contenido nutrimental, aporta un importante efecto como factor que influye en la modificación de los otros factores de estudio, aunque no se reflejó en el contenido de N, Mg, Ca, Zn y Mn.

4.3. Parámetros de rendimiento

Hubo un incremento en el peso total de planta y el rendimiento de piña a medida que aumentó la dosis de N, más que de K y el efecto mejoró en plantas producidas sin acolchado plástico (Tabla 4.4). El efecto negativo del acolchado plástico se atribuyó a la humedad del suelo. El experimento inició a finales de otoño, con una humedad del suelo por debajo de la capacidad de campo. El plástico al ser impermeable disminuyó el aprovechamiento de lluvia presentada entre diciembre y junio. Los resultados mostraron que con el 50% de N y K, en un periodo de 16 meses, es posible obtener plantas con peso fresco total de entre 3.9 y 4.1 kg, frutos de entre 2.2 y 2.3 kg, y rendimientos de entre 96 y 105 t ha^{-1}, estos valores equivalen al 85 %-89%, 91%-95% y 96%-97% de peso de fresco total de planta, peso de fruto y rendimiento, que se puede alcanzar con el 100% de la dosis de N y K, respectivamente.

Tabla 4.5 Resultados de parámetros de planta.

Factores	**Peso**			
	Planta	**Fruto**	**Tallo**	**Pedúnculo**
Acolchado	**kg unidad^{-1}**			
Con acolchado	3.91±0.83a	2.17±0.27a	0.59±0.12a	0.15±0.02a
Sin acolchado	4.05±0.80a	2.27±0.30a	0.60±0.11a	0.16±0.03a
Fertilización (%)				
100N + 100K	4.69±0.97a	2.41±0.16a	0.70±0.09a	0.16±0.01a
75N + 75K	4.13±0.96ab	2.36±0.37ab	0.60±0.11ab	0.17±0.02a
50N + 50K	4.00±0.73ab	2.20±0.15ab	0.64±0.11ab	0.16±0.02a
00N + 00K	3.21±0.68b	1.84±0.29a	0.48±0.08b	0.14±0.03a

Hubo una estrecha relación entre contenido de N foliar y peso de órgano en los diferentes órganos de la planta en ambos sistemas de cultivo (acolchado y sin acolchar) (Figura 4.3), lo cual confirma que las dosis crecientes de fertilización nitrogenada fue el factor determínate en la respuesta en el desarrollo y producción del cultivo de piña MD2.

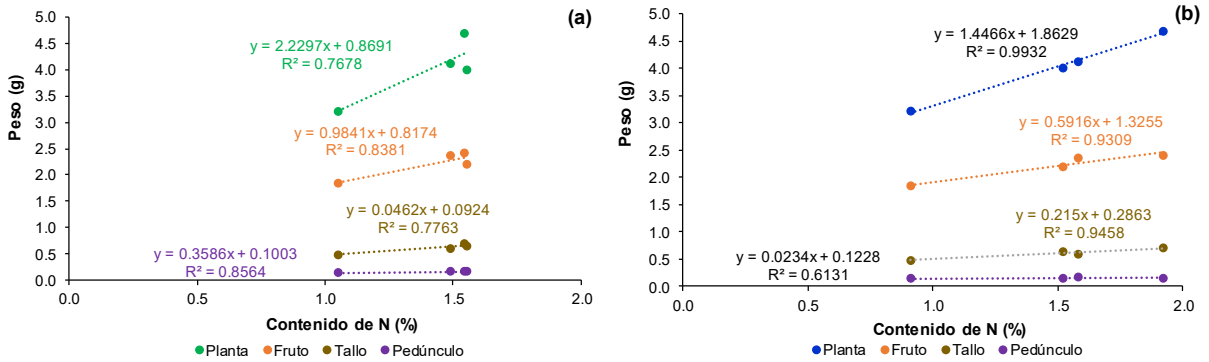


Figura 4.3 Relación entre contenido de N foliar y peso de órganos. (a) Sin acolchado y (b) con acolchado.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con base en los objetivos planteados se concluye que la nutrición del cultivo de piña MD2 tuvo respuesta por efecto de la aplicación de las dosis crecientes de fertilización nitrogenada. Hubo una estrecha correlación entre el contenido de N y el pesó de los órganos vegetales de la planta. Con base en lo anterior se acepta la hipótesis

No hubo efecto en la nutrición del cultivo por efecto de la aplicación de las dosis crecientes del fertilizante potásico, por la alta oferta que tuvo el suelo en la disponibilidad de este nutrimento. Se rechaza la hipótesis.

A nivel de la interacción de los factores de estudio destacó fertilización x órgano; sin embargo, el tipo de órgano aporta un importante efecto como factor que influye en la modificación de los otros factores de estudio, por su natural diferencia en el contenido nutrimental que existe entre ellos.

No hubo efecto en la nutrición del cultivo por el sistema de cultivo de acolchado o sin acolchar.

5.2. Recomendaciones

Con base en los resultados de la presente investigación, se recomienda, para las condiciones edáficas y climáticas en que se llevó a cabo el estudio, la aplicación de 15 g planta^{-1} de fertilizante nitrogenado.

Se recomienda no aplicar potasio en la fertilización de piña MD2, si los suelos son ricos en la disponibilidad de este elemento para la nutrición del cultivo.

Se recomienda efectuar otro ensayo para verificar el efecto del acolchado en la producción de piña MD2, ya que en el presente estudio no se detectaron diferencias significativas por este factor.

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Aguirre, L. 2017. Estado de Veracruz de la República Mexicana - México Real. Recuperado de https://www.pinterest.com/pin/532409987181431909/. Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023.

Alcántar-Gónzalez, G. y M. Sandoval-Villa. 1999. Manual de análisis químicos de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial no. 10 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. pp:47-48.

Agroproyectos. 2021. Guía técnica de cultivo de piña PDF. Agroproyectos. Recuperado de https://agroproyectos.org/cultivo-de-pina-manejo-agronomico/#:~:text=Luminosidad%3A%20El%20n%C3%BAmero%20de%20horas%20brillo%20solar%20por,de%20az%C3%BAcar%2C%20elevando%20la%20acidez%20de%20la%20fruta. Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023

Chacón, J. Y. V. 2020. Piña: características, hábitat, propiedades, cultivo. *Lifeder*. Recuperado de https://www.lifeder.com/pina/ Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2023

Chapman, H.D. (ed.). (1966). Diagnostic criterio for plant and soils, Division of agricultura, University of California, Riverside, CA. U.S.A. Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2023

FAGRO. 2022. Manejo postcosecha piña (*Ananas comosus*). https://blogdefagro.com/2022/01/24/manejo-postcosecha-pina-ananas-comosus/#:~:text=Manipulaci%C3%B3n%20cuidadosa%20para%20minimizar%20las%20lesiones%20mec%C3%A1nicas.%20Enfriamiento,postcosecha.%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20fungicidas%2C%20como%20el%20tiabendazol%20%28TBZ%29. Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023

Fernández, B. 2023. Que es el bocashi, sus beneficios y como prepararlo. Recuperado de https://tierrasustentable.com/agricultura/agricultura-regenerativa/que-es-el-bocashi-sus-beneficios-y-como-prepararlo/ Fecha de consulta: 29 de febrero del 2024

Fonseca, R. 2010. Fertilización mediante el método de Stroller en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido MD-2, en la finca El tremedal S.A. San Carlos, Costa Rica. de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2893/Fertilizaci%C3%B3n%20mediante%20el%20m%C3%A9todo%20de%20Stroller%20en%20el%20cultivo%20de%20pi%C3%B1a%20(Ananas%20comosus)%20(L.)%20Merr.%20H%C3%ADbrido%20MD-2,%20en%20la%20finca%20el%20Tremedal%20S.A.%20San%20Carlos,%20Costa%20Rica.pdf Fecha de consulta: 12 de septiembre del 202

Gobierno de México. 2021. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias., de https://www.gob.mx/inifap/que-hacemos Fecha de consulta: 1 de septiembre del 2023

Herrera, W. 2001. Manejo de Suelos y Fertilización del Cultivo de Piña. Fertilidad de Suelos y Manejo de la Nutrición de Cultivos en Costa Rica. Memoria. Universidad de Costa Rica. 142 p. recuperado por: Fertilab 2020 Fecha de consulta: 1 de septiembre del 2023

Hidroponía, C. 2016. Principales características del abono orgánico bocashi. Recuperado de http://hidroponia.mx/principales-caracteristicas-del-abono-organico-bocashi/#:~:text=El%20Bocashi%20ofrece%20una%20cantidad%20importante%20de%20beneficios%2C,m%C3%A1s%20sanas%20y%20con%20una%20estructura%20m%C3%A1s%20fuerte. Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023

Huamancha, C. M., Ventura, R. B., Fernández, D. R., Amez, S. B., & Otiniano, A. J.(2020. Efecto de la fertilización mineral y de un fertilizante biológico en piña [*Ananas comosus* (L.) Merr.] en el cultivar MD2 ('Golden'). *SciElo*. Recuperado 12 de septiembre de 2023, de http://www.scielo.org.co Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023

Infoagro, R. 2022. Producción de piña en México y el mundo - Revista InfoAgro México. Recuperado de https://mexico.infoagro.com/produccion-de-pina-en-mexico-y-el-mundo/ Fecha de consulta: 16 de septiembre del 2023

Jones Jr. J., B.W. Benton, and H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro-Macro. Publishing, Inc., Athens Ga., U.S.A. Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2023

Lalangui M. 2020. Cultivos de clima tropical: Cultivo de la Piña. Universidad Técnica de Machala., de: https://es.slideshare.net/katherine1994_01/cultivo-de-la-pia-54829214 Fecha de consulta: 27 de noviembre del 2023

Lemoch, I. 1975, Determination of sulphur in plants by turbidimetric and colorimetric methods inomparison to a gravimetric method. Anal. Chem. 47: 1462-1464 Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2023

Li, G. 2023. Piña: propiedades y usos en la cocina. *Cocina y Come*. Recuperado de https://www.cocinaycome.com/pina-propiedades-y-usos-en-la-cocina/#Propiedades%20Y%20Beneficios Fecha de consulta: 16 de septiembre del 2023

Lorente, G. Y. 2019. Fertilización foliar en plantas de piña «MD-2»., de http://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa/article/view/30/453 Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2023

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2018. PIÑA Ananas comosus L. Recuperado 28 de febrero de 2024, de https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658pina

Pérez-Romero, J., Salgado-García, S., Córdova-Sánchez, S., Del Carmen Lagunes-Espinoza, L., & Ortiz-García, C. F. 2020. Evaluación de parámetros de crecimiento en piña “cabezona” (Ananas comosus (L.) Merr.) en respuesta a la fertilización NPK. Agro Productividad, 13(8). https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1797

Pineda, J. A. 2023. Cultivo de piña. *encolombia.com*. Recuperado de https://encolombia.com/economia/agroindustria/cultivo/cultivodepinacontenido/ Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2023

Pitanorte. 2023. Plantas de Piña Tropical (----Variedad MD-2----). Recuperado de https://www.pitanorte.com/producto/planta-pina-tropical-md2/ Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023

Rojas, J. M. 2019. *Efecto de la fertilización post forzamiento sobre la calidad y el rendimiento de la fruta de piña (Ananas Comosus (L.) Merr.) Híbrido MD-2 Alajuela, Costa Rica* (Trabajo Final De Graduación). Instituto Tecnológico De Costa Rica Sede Regional San Carlos. Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023

Tinoco, M. 2023. Plagas y enfermedades comunes en el cultivo de la piña. Infofrut. Recuperado de https://infofrut.com/plagas-y-enfermedades-comunes-en-el-cultivo-de-la-pina/ Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023

Uriza-Ávila, D. E., Torres-Ávila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V. H., Zetina-Lezama, R., y Rebolledo-Martínez, A. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección Trópico Húmedo. Chapingo, Estado de México. México: UACh

Uriza & SAGARPA. 2011. Paquete tecnológico de piña MD-2. Recuperado 29 de febrero de 2024, de https://agroproyectos.org/cultivo-de-pina-manejo-agronomico/

Uriza D.E., Torres A., Aguilar J., Santoyo V.H., Zetina R. y Rebolledo A. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección Trópico húmedo. Chapingo, Estado de México: UACh. Fecha de consulta: 1 de septiembre del 2023

Urrea, L. A., Ospina, Y. E., & Bastidas, H. (2018). Dos métodos de fertilización en el cultivo de piña (*Ananas sativus*) hibrido MD2., de https://www.researchgate.net/publication/353462621_Dos_metodos_de_fertilizacion_en_el_cultivo_de_pina_Ananas_sativus_hibrido_MD2 Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2023

Stewart, J. (2022). Cómo monitorear el crecimiento del cultivo de la piña - TrackitAgro. Recuperado de https://www.trackitagro.com/como-monitorear-el-crecimiento-del-cultivo-de-la-pina/#:~:text=Humedad%3A%20Una%20de%20las%20caracter%C3%ADsticas%20de%20la%20pi%C3%B1a,si%20no%20se%20tienen%20las%20condiciones%20clim%C3%A1ticas%20correspondientes. Fecha de consulta: 13 de septiembre del 2023

Watson, M.E. and Robert A. Isaac, 1990, Analytical Instruments for Soil and Plant Analysis. InR.L. Westerman (ed) Soil Testing and Plant Analysiss. 3. Edition. SSSA Book Series N" 3, Madison WIS U.S.A. Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2023

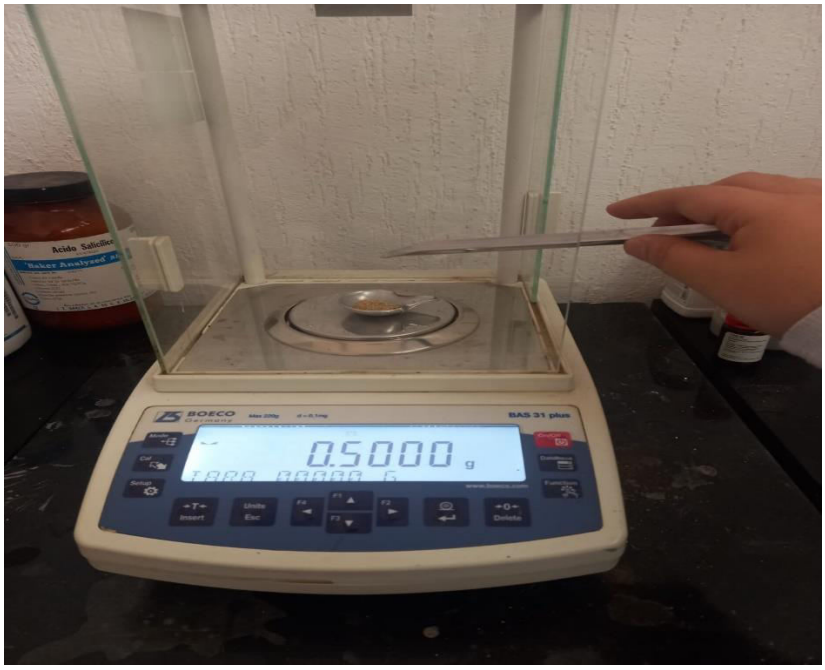
Williams, S. (ed.), 1984, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 14”. Edition, 3:3.014. Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2023

Yelene, G. T., Annia, G. P., Antihus, H. G., & Jesús, P. P. (2011). Estudio de la variación del Índice de Color durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente. Recuperado de http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000400002 Fecha de consulta: 29 de febrero del 2024

CAPÍTULO VII. ANEXOS.

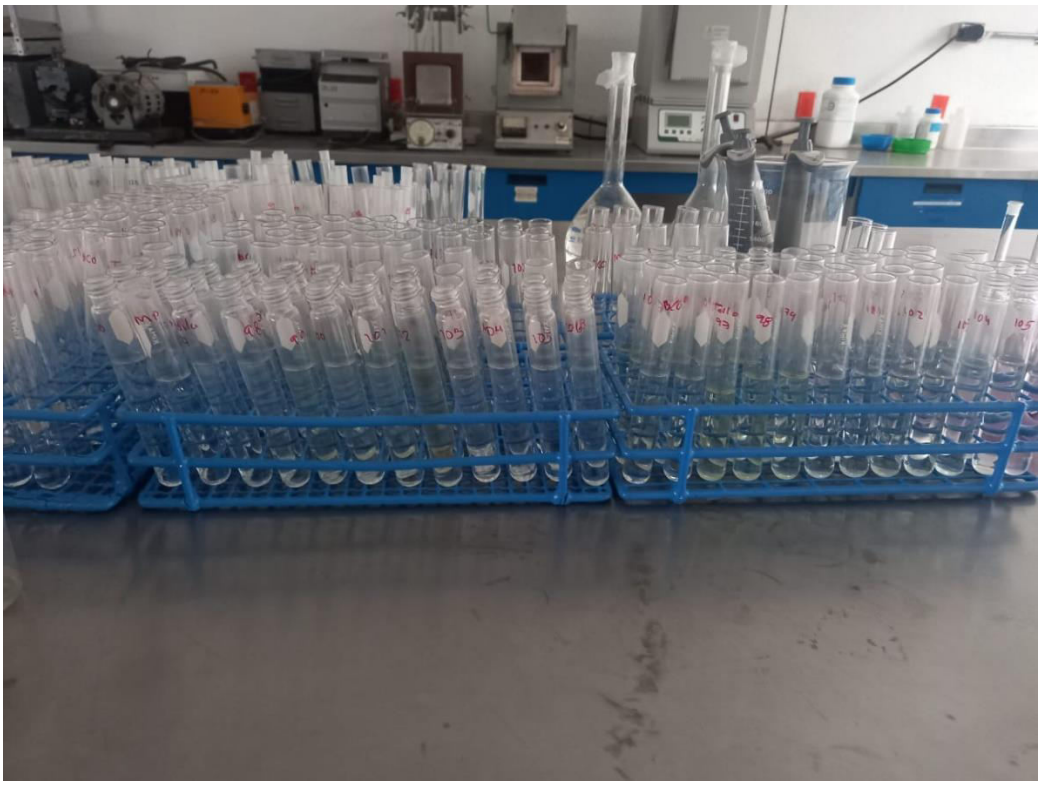
Anexo 1. Muestras secas de los distintos órganos vegetales de las piñas de MD2.

Anexo 1. Peso de las muestras a digerir



Anexo 2. Digestor de muestras para el fácil análisis

Anexo 3. Muestras digeridas listas para análisis.



Anexo 4. Destilación de muestras para cálculo de nitrógeno total.

Anexo 5. Equipo de absorción atómica

Anexo. 6 Calculo de azufre, boro y fósforo en espectrofotómetro

Anexo 7. Base de datos completa.

Trat.	Bloque	Fertilización	Acolchado	Órgano	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
					%							ppm			
1	1	1	1	1	0.71	0.20	3.24	0.25	0.19	0.28	0.023	67.31	18.77	50.31	5.13
1	2	1	1	1	0.84	0.38	3.51	0.18	0.13	0.45	0.018	54.38	12.38	91.83	5.57
1	3	1	1	1	0.61	0.17	3.08	0.14	0.14	0.24	0.009	57.63	10.88	33.59	5.85
				Promedio	**0.72**	**0.25**	**3.28**	**0.19**	**0.16**	**0.32**	**0.02**	**59.77**	**14.01**	**58.58**	**5.52**
				D. estándar	**0.12**	**0.12**	**0.22**	**0.06**	**0.03**	**0.11**	**0.01**	**6.73**	**4.19**	**29.99**	**0.36**
				E. estándar	**0.07**	**0.07**	**0.13**	**0.03**	**0.02**	**0.07**	**0.00**	**3.88**	**2.42**	**17.32**	**0.21**
				Variación (%)	**16.46**	**46.15**	**6.63**	**29.54**	**20.89**	**34.87**	**43.83**	**11.25**	**29.93**	**51.20**	**6.60**
2	1	2	1	1	0.81	0.21	3.15	0.18	0.14	0.03	0.024	48.50	17.66	43.83	6.95
2	2	2	1	1	0.89	0.19	3.38	0.14	0.13	0.07	0.019	48.36	13.65	20.36	5.92
2	3	2	1	1	1.01	0.15	3.64	0.17	0.16	0.01	0.027	52.60	11.03	40.95	6.10
				Promedio	**0.90**	**0.18**	**3.39**	**0.16**	**0.14**	**0.04**	**0.02**	**49.82**	**14.11**	**35.05**	**6.33**
				D. estándar	**0.10**	**0.03**	**0.25**	**0.02**	**0.01**	**0.03**	**0.00**	**2.41**	**3.34**	**12.80**	**0.55**
				E. estándar	**0.06**	**0.02**	**0.14**	**0.01**	**0.01**	**0.02**	**0.00**	**1.39**	**1.93**	**7.39**	**0.32**
				Variación (%)	**11.23**	**14.58**	**7.33**	**14.12**	**9.72**	**90.70**	**16.05**	**4.83**	**23.64**	**36.52**	**8.64**
3	1	3	1	1	0.91	0.20	2.97	0.19	0.13	0.00	0.031	73.58	13.78	59.09	6.99
3	2	3	1	1	0.79	0.20	3.12	0.22	0.15	0.08	0.026	74.08	13.71	75.66	6.43
3	3	3	1	1	0.92	0.16	3.11	0.16	0.15	0.01	0.023	68.12	9.78	51.43	5.81
				Promedio	**0.87**	**0.19**	**3.07**	**0.19**	**0.14**	**0.03**	**0.03**	**71.93**	**12.42**	**62.06**	**6.41**
				D. estándar	**0.07**	**0.02**	**0.08**	**0.03**	**0.01**	**0.04**	**0.00**	**3.31**	**2.29**	**12.38**	**0.59**
				E. estándar	**0.04**	**0.01**	**0.05**	**0.02**	**0.01**	**0.02**	**0.00**	**1.91**	**1.32**	**7.15**	**0.34**
				Variación (%)	**8.38**	**11.95**	**2.68**	**13.93**	**9.60**	**132.72**	**14.85**	**4.60**	**18.40**	**19.96**	**9.21**
4	1	4	1	1	0.77	0.22	3.18	0.21	0.17	0.06	0.028	48.06	24.91	47.14	5.56
4	2	4	1	1	0.67	0.17	3.08	0.16	0.13	0.06	0.022	44.33	11.73	57.86	5.77
4	3	4	1	1	0.66	0.21	2.74	0.22	0.13	0.01	0.030	44.02	13.75	43.19	7.62
				Promedio	**0.70**	**0.20**	**3.00**	**0.19**	**0.14**	**0.04**	**0.03**	**45.47**	**16.80**	**49.40**	**6.31**
				D. estándar	**0.06**	**0.03**	**0.23**	**0.03**	**0.02**	**0.03**	**0.00**	**2.25**	**7.10**	**7.59**	**1.13**
				E. estándar	**0.04**	**0.01**	**0.13**	**0.02**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**1.30**	**4.10**	**4.38**	**0.65**
				Variación (%)	**9.09**	**12.54**	**7.79**	**14.27**	**16.19**	**58.24**	**16.36**	**4.95**	**42.26**	**15.36**	**17.97**
5	1	1	2	1	0.76	0.18	3.04	0.21	0.14	0.08	0.023	53.90	13.74	39.64	5.29
5	2	1	2	1	0.76	0.23	3.34	0.18	0.14	0.15	0.018	50.07	19.46	43.80	6.29
5	3	1	2	1	0.69	0.13	2.79	0.21	0.13	0.07	0.023	46.17	12.73	37.61	5.12
				Promedio	**0.73**	**0.18**	**3.06**	**0.20**	**0.14**	**0.10**	**0.02**	**50.05**	**15.31**	**40.35**	**5.57**
				D. estándar	**0.04**	**0.05**	**0.27**	**0.01**	**0.01**	**0.04**	**0.00**	**3.86**	**3.63**	**3.15**	**0.63**
				E. estándar	**0.02**	**0.03**	**0.16**	**0.01**	**0.00**	**0.02**	**0.00**	**2.23**	**2.10**	**1.82**	**0.36**
				Variación (%)	**5.29**	**27.71**	**8.90**	**7.31**	**6.16**	**41.33**	**15.26**	**7.72**	**23.72**	**7.82**	**11.34**
6	1	2	2	1	0.66	0.16	2.93	0.24	0.14	0.02	0.018	40.56	13.43	58.61	5.54
6	2	2	2	1	0.50	0.10	3.06	0.14	0.12	0.02	0.033	35.80	11.24	38.98	5.90
6	3	2	2	1	0.77	0.13	2.73	0.17	0.13	0.03	0.022	39.22	11.40	46.14	4.49
				Promedio	**0.64**	**0.13**	**2.91**	**0.18**	**0.13**	**0.02**	**0.02**	**38.53**	**12.02**	**47.91**	**5.31**
				D. estándar	**0.13**	**0.03**	**0.16**	**0.05**	**0.01**	**0.00**	**0.01**	**2.46**	**1.22**	**9.93**	**0.73**
				E. estándar	**0.08**	**0.02**	**0.09**	**0.03**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.42**	**0.70**	**5.74**	**0.42**
				Variación (%)	**20.92**	**23.33**	**5.62**	**26.53**	**5.46**	**23.08**	**32.70**	**6.38**	**10.13**	**20.73**	**13.80**
7	1	3	2	1	0.62	0.17	2.97	0.68	0.13	0.26	0.026	51.95	16.04	64.30	4.90
7	2	3	2	1	0.25	0.24	3.18	0.18	0.14	0.37	0.019	50.88	21.50	47.48	5.45
7	3	3	2	1	0.59	0.37	2.85	0.15	0.11	0.15	0.032	46.25	11.25	46.26	5.42
				Promedio	**0.49**	**0.26**	**3.00**	**0.34**	**0.13**	**0.26**	**0.03**	**49.69**	**16.26**	**52.68**	**5.26**
				D. estándar	**0.20**	**0.10**	**0.17**	**0.30**	**0.02**	**0.11**	**0.01**	**3.03**	**5.13**	**10.08**	**0.31**
				E. estándar	**0.12**	**0.06**	**0.10**	**0.17**	**0.01**	**0.06**	**0.00**	**1.75**	**2.96**	**5.82**	**0.18**
				Variación (%)	**41.95**	**38.15**	**5.53**	**88.22**	**12.12**	**42.60**	**26.93**	**6.10**	**31.54**	**19.14**	**5.82**
8	1	4	2	1	0.79	0.14	3.03	0.19	0.12	0.04	0.028	39.14	13.75	62.50	6.21
8	2	4	2	1	0.81	0.19	3.55	0.22	0.13	0.02	0.030	40.12	13.55	85.39	6.43
8	3	4	2	1	0.76	0.11	2.72	0.20	0.14	0.02	0.023	38.54	14.66	92.06	6.33
				Promedio	**0.78**	**0.14**	**3.10**	**0.21**	**0.13**	**0.03**	**0.03**	**39.27**	**13.99**	**79.98**	**6.32**
				D. estándar	**0.03**	**0.04**	**0.42**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**0.80**	**0.59**	**15.51**	**0.11**
				E. estándar	**0.01**	**0.02**	**0.24**	**0.01**	**0.00**	**0.01**	**0.00**	**0.46**	**0.34**	**8.95**	**0.06**
				Variación (%)	**3.27**	**26.99**	**13.49**	**6.66**	**4.84**	**33.31**	**13.20**	**2.03**	**4.25**	**19.39**	**1.76**
9	1	1	1	2	1.41	0.13	7.23	0.29	0.28	0.458	0.164	100.82	36.43	174.06	9.69
9	2	1	1	2	1.40	0.10	5.97	0.18	0.27	0.567	0.127	108.63	22.01	102.03	8.74
9	3	1	1	2	1.82	0.14	6.86	0.19	0.32	0.470	0.138	99.54	17.19	130.57	10.13
				Promedio	**1.54**	**0.12**	**6.69**	**0.22**	**0.29**	**0.50**	**0.14**	**103.00**	**25.21**	**135.55**	**9.52**
				D. estándar	**0.24**	**0.02**	**0.65**	**0.06**	**0.02**	**0.06**	**0.02**	**4.92**	**10.01**	**36.27**	**0.71**
				E. estándar	**0.14**	**0.01**	**0.37**	**0.03**	**0.01**	**0.03**	**0.01**	**2.84**	**5.78**	**20.94**	**0.41**
				Variación (%)	**15.44**	**18.12**	**9.69**	**26.90**	**8.57**	**12.03**	**13.11**	**4.78**	**39.70**	**26.76**	**7.49**
10	1	2	1	2	1.36	0.07	5.31	0.16	0.20	0.070	0.090	63.28	18.68	185.64	9.56
10	2	2	1	2	1.35	0.09	6.87	0.15	0.29	0.067	0.093	58.11	26.41	39.95	6.10
10	3	2	1	2	1.77	0.14	5.62	0.21	0.35	0.045	0.099	62.86	10.98	115.19	9.56
				Promedio	**1.49**	**0.10**	**5.93**	**0.17**	**0.28**	**0.06**	**0.09**	**61.42**	**18.69**	**113.60**	**8.41**
				D. estándar	**0.24**	**0.03**	**0.83**	**0.03**	**0.07**	**0.01**	**0.00**	**2.87**	**7.72**	**72.86**	**2.00**
				E. estándar	**0.14**	**0.02**	**0.48**	**0.02**	**0.04**	**0.01**	**0.00**	**1.66**	**4.45**	**42.06**	**1.15**
				Variación (%)	**15.96**	**32.97**	**13.93**	**15.84**	**26.44**	**21.84**	**4.94**	**4.68**	**41.28**	**64.14**	**23.76**

Anexo 8. Continuación…

Trat.	Bloque	Fertilización	Acolchado	Órgano	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
					%							ppm			
11	1	3	1	2	1.60	0.11	6.04	0.21	0.33	0.435	0.137	72.53	49.93	194.49	11.04
11	2	3	1	2	1.60	0.08	6.29	0.23	0.34	0.416	0.155	68.63	14.11	176.26	10.40
11	3	3	1	2	1.46	0.17	6.54	0.26	0.41	0.527	0.126	75.59	14.36	200.77	11.14
				Promedio	**1.55**	**0.12**	**6.29**	**0.23**	**0.36**	**0.46**	**0.14**	**72.25**	**26.13**	**190.51**	**10.86**
				D. estándar	**0.08**	**0.05**	**0.25**	**0.03**	**0.04**	**0.06**	**0.01**	**3.49**	**20.61**	**12.73**	**0.40**
				E. estándar	**0.04**	**0.03**	**0.14**	**0.02**	**0.02**	**0.03**	**0.01**	**2.01**	**11.90**	**7.35**	**0.23**
				Variación (%)	**5.00**	**38.07**	**3.93**	**11.97**	**11.80**	**12.89**	**10.59**	**4.83**	**78.85**	**6.68**	**3.67**
12	1	4	1	2	1.01	0.10	5.77	0.21	0.23	0.057	0.166	62.90	34.58	188.90	9.45
12	2	4	1	2	1.01	0.11	5.69	0.20	0.27	0.073	0.213	63.90	11.95	213.29	8.93
12	3	4	1	2	1.13	0.21	6.53	0.30	0.29	0.060	0.166	65.52	21.38	199.75	12.48
				Promedio	**1.05**	**0.14**	**6.00**	**0.24**	**0.27**	**0.06**	**0.18**	**64.11**	**22.64**	**200.65**	**10.29**
				D. estándar	**0.07**	**0.06**	**0.47**	**0.05**	**0.03**	**0.01**	**0.03**	**1.32**	**11.37**	**12.22**	**1.91**
				E. estándar	**0.04**	**0.03**	**0.27**	**0.03**	**0.02**	**0.00**	**0.02**	**0.76**	**6.56**	**7.05**	**1.11**
				Variación (%)	**6.48**	**40.18**	**7.76**	**22.08**	**11.14**	**13.41**	**14.77**	**2.06**	**50.22**	**6.09**	**18.61**
13	1	1	2	2	1.87	0.08	5.90	0.19	0.26	0.086	0.138	106.45	12.52	109.40	9.28
13	2	1	2	2	1.97	0.06	6.45	0.17	0.27	0.091	0.101	100.10	20.15	150.00	8.76
13	3	1	2	2	1.93	0.11	6.05	0.19	0.26	0.105	0.113	109.47	10.00	120.53	9.99
				Promedio	**1.92**	**0.08**	**6.13**	**0.18**	**0.26**	**0.09**	**0.12**	**105.34**	**14.22**	**126.64**	**9.34**
				D. estándar	**0.05**	**0.02**	**0.29**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.02**	**4.78**	**5.29**	**20.98**	**0.62**
				E. estándar	**0.03**	**0.01**	**0.17**	**0.00**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**2.76**	**3.05**	**12.11**	**0.36**
				Variación (%)	**2.67**	**24.16**	**4.67**	**4.74**	**3.61**	**10.23**	**15.83**	**4.54**	**37.17**	**16.57**	**6.64**
14	1	2	2	2	1.29	0.09	6.04	0.21	0.29	0.038	0.159	76.26	15.74	181.64	10.40
14	2	2	2	2	1.75	0.08	6.91	0.20	0.30	0.041	0.124	77.14	12.64	148.64	9.67
14	3	2	2	2	1.70	0.15	6.93	0.21	0.27	0.049	0.184	72.33	13.33	126.04	9.95
				Promedio	**1.58**	**0.11**	**6.63**	**0.20**	**0.28**	**0.04**	**0.16**	**75.24**	**13.91**	**152.11**	**10.01**
				D. estándar	**0.25**	**0.04**	**0.51**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.03**	**2.56**	**1.63**	**27.96**	**0.37**
				E. estándar	**0.14**	**0.02**	**0.30**	**0.00**	**0.01**	**0.00**	**0.02**	**1.48**	**0.94**	**16.14**	**0.21**
				Variación (%)	**15.74**	**34.88**	**7.73**	**3.14**	**4.38**	**13.22**	**19.40**	**3.40**	**11.71**	**18.38**	**3.67**
15	1	3	2	2	1.65	0.08	6.19	0.28	0.36	0.064	0.120	104.98	15.96	225.89	10.18
15	2	3	2	2	1.55	0.08	5.79	0.18	0.30	0.067	0.142	93.86	19.29	112.51	11.76
15	3	3	2	2	1.38	0.08	6.04	0.19	0.32	0.066	0.119	99.80	13.49	236.28	10.47
				Promedio	**1.52**	**0.08**	**6.00**	**0.22**	**0.33**	**0.07**	**0.13**	**99.55**	**16.25**	**191.56**	**10.80**
				D. estándar	**0.14**	**0.00**	**0.20**	**0.06**	**0.03**	**0.00**	**0.01**	**5.56**	**2.91**	**68.65**	**0.84**
				E. estándar	**0.08**	**0.00**	**0.12**	**0.03**	**0.02**	**0.00**	**0.01**	**3.21**	**1.68**	**39.64**	**0.49**
				Variación (%)	**8.91**	**3.15**	**3.38**	**26.43**	**8.58**	**2.39**	**10.20**	**5.58**	**17.93**	**35.84**	**7.78**
16	1	4	2	2	0.77	0.10	4.54	0.17	0.21	0.157	0.168	59.11	15.28	163.33	10.04
16	2	4	2	2	1.09	0.11	5.67	0.20	0.25	0.138	0.189	68.32	18.41	202.99	13.72
16	3	4	2	2	0.87	0.12	5.29	0.26	0.26	0.143	0.179	57.66	17.25	223.23	12.29
				Promedio	**0.91**	**0.11**	**5.17**	**0.21**	**0.24**	**0.15**	**0.18**	**61.70**	**16.98**	**196.52**	**12.02**
				D. estándar	**0.16**	**0.01**	**0.57**	**0.04**	**0.03**	**0.01**	**0.01**	**5.78**	**1.58**	**30.47**	**1.85**
				E. estándar	**0.09**	**0.01**	**0.33**	**0.03**	**0.02**	**0.01**	**0.01**	**3.34**	**0.91**	**17.59**	**1.07**
				Variación (%)	**17.88**	**11.22**	**11.11**	**21.20**	**11.94**	**6.80**	**5.86**	**9.37**	**9.33**	**15.50**	**15.42**
17	1	1	1	3	0.91	0.07	5.78	0.12	0.10	0.567	0.049	35.17	7.14	35.19	8.31
17	2	1	1	3	0.92	0.11	6.06	0.10	0.11	0.560	0.033	36.92	6.44	23.66	3.30
17	3	1	1	3	0.59	0.14	6.30	0.09	0.09	0.510	0.052	26.66	6.08	20.94	2.82
				Promedio	**0.81**	**0.11**	**6.05**	**0.10**	**0.10**	**0.55**	**0.04**	**32.92**	**6.55**	**26.59**	**4.81**
				D. estándar	**0.19**	**0.04**	**0.26**	**0.01**	**0.01**	**0.03**	**0.01**	**5.49**	**0.53**	**7.57**	**3.04**
				E. estándar	**0.11**	**0.02**	**0.15**	**0.01**	**0.01**	**0.02**	**0.01**	**3.17**	**0.31**	**4.37**	**1.76**
				Variación (%)	**23.48**	**33.57**	**4.30**	**14.74**	**10.49**	**5.67**	**23.04**	**16.67**	**8.16**	**28.45**	**63.29**
18	1	2	1	3	0.71	0.13	6.11	0.11	0.09	0.016	0.031	37.48	8.68	36.58	9.72
18	2	2	1	3	0.82	0.08	5.57	0.09	0.09	0.007	0.027	36.54	4.08	17.45	3.28
18	3	2	1	3	0.52	0.07	5.73	0.10	0.14	0.016	0.036	44.01	4.47	27.83	3.45
				Promedio	**0.68**	**0.09**	**5.80**	**0.10**	**0.11**	**0.01**	**0.03**	**39.34**	**5.74**	**27.28**	**5.48**
				D. estándar	**0.15**	**0.03**	**0.28**	**0.01**	**0.03**	**0.00**	**0.00**	**4.07**	**2.55**	**9.57**	**3.67**
				E. estándar	**0.09**	**0.02**	**0.16**	**0.01**	**0.02**	**0.00**	**0.00**	**2.35**	**1.47**	**5.53**	**2.12**
				Variación (%)	**22.31**	**30.12**	**4.79**	**10.65**	**28.61**	**38.00**	**14.10**	**10.34**	**44.45**	**35.09**	**66.92**
19	1	3	1	3	0.79	0.26	5.76	0.11	0.12	0.030	0.036	35.69	3.75	35.52	5.24
19	2	3	1	3	0.64	0.12	5.01	0.12	0.13	0.032	0.041	30.09	5.09	43.62	4.76
19	3	3	1	3	0.81	0.12	5.20	0.09	0.11	0.055	0.034	23.62	5.75	34.21	4.55
				Promedio	**0.75**	**0.17**	**5.32**	**0.10**	**0.12**	**0.04**	**0.04**	**29.80**	**4.86**	**37.78**	**4.85**
				D. estándar	**0.09**	**0.08**	**0.39**	**0.02**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**6.04**	**1.02**	**5.10**	**0.35**
				E. estándar	**0.05**	**0.05**	**0.22**	**0.01**	**0.00**	**0.01**	**0.00**	**3.49**	**0.59**	**2.94**	**0.20**
				Variación (%)	**12.42**	**48.90**	**7.32**	**15.20**	**4.93**	**35.88**	**9.43**	**20.27**	**20.93**	**13.49**	**7.24**
20	1	4	1	3	0.44	0.06	5.40	0.10	0.06	0.070	0.030	31.77	6.50	28.79	4.53
20	2	4	1	3	0.32	0.05	4.96	0.10	0.07	0.047	0.037	24.70	14.85	30.35	4.25
20	3	4	1	3	0.72	0.12	6.24	0.14	0.08	0.086	0.049	32.51	3.89	39.81	8.26
				Promedio	**0.49**	**0.08**	**5.53**	**0.11**	**0.07**	**0.07**	**0.04**	**29.66**	**8.42**	**32.98**	**5.68**
				D. estándar	**0.21**	**0.04**	**0.65**	**0.02**	**0.01**	**0.02**	**0.01**	**4.31**	**5.72**	**5.96**	**2.24**
				E. estándar	**0.12**	**0.02**	**0.38**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**2.49**	**3.30**	**3.44**	**1.29**
				Variación (%)	**42.08**	**54.02**	**11.76**	**19.10**	**17.25**	**29.05**	**25.06**	**14.54**	**68.02**	**18.09**	**39.42**

Anexo 8. Continuación…

Trat.	Bloque	Fertilización	Acolchado	Órgano	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
					%							ppm			
21	1	1	2	3	1.01	0.10	6.04	0.11	0.12	0.051	0.029	37.69	16.27	26.24	3.83
21	2	1	2	3	0.91	0.16	6.66	0.10	0.10	0.075	0.037	41.85	14.26	22.80	3.42
21	3	1	2	3	0.69	0.15	5.63	0.10	0.10	0.063	0.040	30.41	9.36	32.82	3.81
				Promedio	**0.87**	**0.14**	**6.11**	**0.10**	**0.10**	**0.06**	**0.04**	**36.65**	**13.30**	**27.29**	**3.68**
				D. estándar	**0.16**	**0.04**	**0.52**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**5.79**	**3.55**	**5.09**	**0.23**
				E. estándar	**0.09**	**0.02**	**0.30**	**0.00**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**3.34**	**2.05**	**2.94**	**0.13**
				Variación (%)	**18.80**	**25.67**	**8.47**	**4.85**	**12.99**	**18.97**	**16.62**	**15.80**	**26.74**	**18.66**	**6.26**
22	1	2	2	3	0.76	0.07	6.24	0.11	0.11	0.144	0.038	48.13	13.21	40.06	4.12
22	2	2	2	3	0.44	0.06	5.74	0.10	0.11	0.090	0.031	54.23	4.00	42.92	4.85
22	3	2	2	3	0.91	0.18	5.84	0.11	0.12	0.099	0.054	41.88	4.52	37.12	3.80
				Promedio	**0.70**	**0.10**	**5.94**	**0.10**	**0.11**	**0.11**	**0.04**	**48.08**	**7.24**	**40.03**	**4.26**
				D. estándar	**0.24**	**0.07**	**0.27**	**0.00**	**0.01**	**0.03**	**0.01**	**6.18**	**5.17**	**2.90**	**0.54**
				E. estándar	**0.14**	**0.04**	**0.15**	**0.00**	**0.00**	**0.02**	**0.01**	**3.57**	**2.98**	**1.67**	**0.31**
				Variación (%)	**34.31**	**62.42**	**4.47**	**1.41**	**5.86**	**26.07**	**28.27**	**12.85**	**71.38**	**7.23**	**12.60**
23	1	3	2	3	0.87	0.06	6.43	0.11	0.12	0.098	0.042	27.76	5.23	31.31	4.71
23	2	3	2	3	0.79	0.08	6.47	0.10	0.11	0.113	0.030	28.16	14.79	18.80	4.45
23	3	3	2	3	0.49	0.07	4.67	0.09	0.09	0.113	0.040	29.34	7.93	48.31	5.17
				Promedio	**0.72**	**0.07**	**5.85**	**0.10**	**0.11**	**0.11**	**0.04**	**28.42**	**9.32**	**32.81**	**4.78**
				D. estándar	**0.20**	**0.01**	**1.03**	**0.01**	**0.02**	**0.01**	**0.01**	**0.82**	**4.93**	**14.81**	**0.36**
				E. estándar	**0.12**	**0.01**	**0.59**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.47**	**2.85**	**8.55**	**0.21**
				Variación (%)	**28.35**	**14.39**	**17.54**	**11.66**	**15.97**	**7.95**	**17.85**	**2.88**	**52.90**	**45.14**	**7.58**
24	1	4	2	3	0.47	0.22	5.08	0.10	0.06	0.057	0.031	38.10	10.33	28.45	4.83
24	2	4	2	3	0.37	0.21	5.14	0.11	0.07	0.049	0.060	35.06	4.83	36.32	5.79
24	3	4	2	3	0.39	0.17	5.12	0.09	0.07	0.063	0.043	34.43	3.40	50.30	6.41
				Promedio	**0.41**	**0.20**	**5.11**	**0.10**	**0.07**	**0.06**	**0.04**	**35.87**	**6.19**	**38.35**	**5.68**
				D. estándar	**0.05**	**0.03**	**0.03**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**1.96**	**3.66**	**11.07**	**0.80**
				E. estándar	**0.03**	**0.02**	**0.02**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.01**	**1.13**	**2.11**	**6.39**	**0.46**
				Variación (%)	**13.21**	**12.91**	**0.64**	**8.81**	**7.77**	**12.42**	**32.24**	**5.48**	**59.13**	**28.86**	**14.02**
25	1	1	1	4	1.01	0.01	0.50	0.13	0.09	0.049	0.094	553.10	47.69	37.51	56.64
25	2	1	1	4	0.81	0.01	0.81	0.14	0.11	0.087	0.059	591.73	25.49	27.80	44.51
25	3	1	1	4	0.62	0.09	0.97	0.15	0.10	0.052	0.080	630.49	16.56	32.56	32.93
				Promedio	**0.81**	**0.04**	**0.76**	**0.14**	**0.10**	**0.06**	**0.08**	**591.77**	**29.91**	**32.63**	**44.70**
				D. estándar	**0.19**	**0.05**	**0.24**	**0.01**	**0.01**	**0.02**	**0.02**	**38.70**	**16.03**	**4.86**	**11.86**
				E. estándar	**0.11**	**0.03**	**0.14**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**22.34**	**9.25**	**2.81**	**6.85**
				Variación (%)	**23.80**	**127.66**	**31.13**	**6.60**	**9.93**	**33.90**	**22.25**	**6.54**	**53.58**	**14.89**	**26.53**
26	1	2	1	4	0.50	0.03	0.61	0.12	0.08	0.013	0.057	630.54	37.91	28.66	19.57
26	2	2	1	4	1.66	0.03	0.91	0.14	0.10	0.017	0.065	639.24	14.78	26.71	19.73
26	3	2	1	4	0.57	0.09	0.64	0.14	0.12	0.019	0.082	635.21	31.06	31.26	41.62
				Promedio	**0.91**	**0.05**	**0.72**	**0.13**	**0.10**	**0.02**	**0.07**	**635.00**	**27.91**	**28.88**	**26.97**
				D. estándar	**0.65**	**0.03**	**0.17**	**0.01**	**0.02**	**0.00**	**0.01**	**4.35**	**11.88**	**2.28**	**12.69**
				E. estándar	**0.38**	**0.02**	**0.10**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**0.01**	**2.51**	**6.86**	**1.32**	**7.32**
				Variación (%)	**71.29**	**66.37**	**22.94**	**8.07**	**17.99**	**20.29**	**18.64**	**0.69**	**42.56**	**7.89**	**47.04**
27	1	3	1	4	0.64	0.05	0.60	0.12	0.09	0.524	0.069	719.67	30.02	27.40	46.26
27	2	3	1	4	0.66	0.11	0.57	0.12	0.07	0.650	0.073	738.98	34.11	32.81	46.00
27	3	3	1	4	0.62	0.03	0.40	0.14	0.09	0.719	0.073	753.42	58.17	33.52	30.57
				Promedio	**0.64**	**0.06**	**0.52**	**0.13**	**0.08**	**0.63**	**0.07**	**737.36**	**40.77**	**31.24**	**40.94**
				D. estándar	**0.02**	**0.05**	**0.11**	**0.01**	**0.01**	**0.10**	**0.00**	**16.94**	**15.21**	**3.35**	**8.98**
				E. estándar	**0.01**	**0.03**	**0.06**	**0.01**	**0.00**	**0.06**	**0.00**	**9.78**	**8.78**	**1.93**	**5.19**
				Variación (%)	**2.63**	**71.05**	**20.64**	**10.70**	**9.29**	**15.75**	**2.70**	**2.30**	**37.32**	**10.71**	**21.94**
28	1	4	1	4	0.69	0.05	0.65	0.15	0.11	0.134	0.100	1143.07	12.46	40.23	42.11
28	2	4	1	4	0.61	0.09	0.55	0.11	0.08	0.094	0.065	1274.72	46.29	30.70	24.26
28	3	4	1	4	0.62	0.11	0.54	0.11	0.08	0.103	0.064	1040.23	59.81	30.65	24.67
				Promedio	**0.64**	**0.08**	**0.58**	**0.13**	**0.09**	**0.11**	**0.08**	**1152.67**	**39.52**	**33.86**	**30.35**
				D. estándar	**0.04**	**0.03**	**0.06**	**0.02**	**0.02**	**0.02**	**0.02**	**117.54**	**24.39**	**5.52**	**10.18**
				E. estándar	**0.03**	**0.02**	**0.03**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**67.86**	**14.08**	**3.19**	**5.88**
				Variación (%)	**6.96**	**38.01**	**10.27**	**18.77**	**22.20**	**18.70**	**27.07**	**10.20**	**61.71**	**16.30**	**33.56**
29	1	1	2	**4**	0.64	0.02	0.84	0.13	0.10	0.082	0.852	687.14	13.63	26.56	18.82
29	2	1	2	4	0.55	0.03	0.63	0.11	0.08	0.072	0.078	466.67	17.60	19.88	19.80
29	3	1	2	4	0.55	0.04	0.69	0.16	0.11	0.057	0.092	302.86	11.96	23.54	20.20
				Promedio	**0.58**	**0.03**	**0.72**	**0.13**	**0.09**	**0.07**	**0.34**	**485.56**	**14.40**	**23.33**	**19.61**
				D. estándar	**0.05**	**0.01**	**0.10**	**0.02**	**0.02**	**0.01**	**0.44**	**192.84**	**2.90**	**3.35**	**0.71**
				E. estándar	**0.03**	**0.01**	**0.06**	**0.01**	**0.01**	**0.01**	**0.26**	**111.34**	**1.67**	**1.93**	**0.41**
				Variación (%)	**8.33**	**38.46**	**14.51**	**17.16**	**16.98**	**18.27**	**130.04**	**39.71**	**20.12**	**14.34**	**3.62**
30	1	2	2	4	0.55	0.02	0.52	0.14	0.10	0.202	0.071	600.30	28.31	42.55	23.59
30	2	2	2	4	0.66	0.02	0.67	0.18	0.11	0.122	0.073	513.23	22.50	30.18	31.87
30	3	2	2	4	0.50	0.03	0.57	0.12	0.08	0.232	0.081	699.37	15.43	23.70	25.04
				Promedio	**0.57**	**0.03**	**0.58**	**0.15**	**0.10**	**0.19**	**0.07**	**604.30**	**22.08**	**32.14**	**26.83**
				D. estándar	**0.08**	**0.01**	**0.08**	**0.03**	**0.01**	**0.06**	**0.01**	**93.13**	**6.45**	**9.58**	**4.42**
				E. estándar	**0.04**	**0.00**	**0.05**	**0.02**	**0.01**	**0.03**	**0.00**	**53.77**	**3.72**	**5.53**	**2.55**
				Variación (%)	**13.48**	**28.87**	**13.54**	**18.20**	**12.24**	**30.58**	**6.81**	**15.41**	**29.21**	**29.81**	**16.47**

Anexo 8. Continuación…

Trat.	Bloque	Fertilización	Acolchado	Órgano	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
					%							ppm			
31	1	3	2	4	0.69	0.01	1.01	0.16	0.12	0.666	0.068	1079.85	57.94	26.30	39.99
31	2	3	2	4	0.57	0.08	0.55	0.13	0.09	0.644	0.092	1092.90	10.59	20.99	29.02
31	3	3	2	4	0.50	0.02	0.60	0.15	0.11	0.727	0.077	1092.91	27.32	37.61	30.57
				Promedio	**0.59**	**0.04**	**0.72**	**0.15**	**0.11**	**0.68**	**0.08**	**1088.55**	**31.95**	**28.30**	**33.19**
				D. estándar	**0.09**	**0.04**	**0.25**	**0.01**	**0.02**	**0.04**	**0.01**	**7.54**	**24.01**	**8.49**	**5.94**
				E. estándar	**0.05**	**0.02**	**0.15**	**0.01**	**0.01**	**0.02**	**0.01**	**4.35**	**13.86**	**4.90**	**3.43**
				Variación (%)	**15.91**	**95.45**	**35.28**	**9.18**	**16.25**	**6.31**	**15.12**	**0.69**	**75.14**	**29.99**	**17.90**
32	1	4	2	4	0.57	0.00	0.65	0.14	0.08	0.638	0.093	715.82	10.79	21.99	32.51
32	2	4	2	4	0.59	0.11	0.54	0.14	0.09	0.561	0.086	755.37	9.85	31.66	41.67
32	3	4	2	4	0.54	0.05	0.76	0.13	0.08	0.674	0.090	768.88	12.19	28.67	23.14
				Promedio	**0.57**	**0.05**	**0.65**	**0.14**	**0.08**	**0.62**	**0.09**	**746.69**	**10.94**	**27.44**	**32.44**
				D. estándar	**0.03**	**0.06**	**0.11**	**0.01**	**0.00**	**0.06**	**0.00**	**27.57**	**1.18**	**4.95**	**9.27**
				E. estándar	**0.01**	**0.03**	**0.06**	**0.01**	**0.00**	**0.03**	**0.00**	**15.92**	**0.68**	**2.86**	**5.35**
				Variación (%)	**4.54**	**104.18**	**17.02**	**6.84**	**4.55**	**9.23**	**3.55**	**3.69**	**10.75**	**18.05**	**28.56**
33	1	1	1	5	1.19	0.13	3.47	0.13	0.32	0.171	0.09	12.80	13.75	23.54	6.15
33	2	1	1	5	1.58	0.32	5.91	0.16	0.67	0.158	0.11	17.22	20.63	20.25	5.62
33	3	1	1	5	1.33	0.24	4.11	0.21	0.47	0.142	0.11	12.18	12.50	9.57	7.29
				Promedio	**1.37**	**0.23**	**4.50**	**0.17**	**0.49**	**0.16**	**0.10**	**14.07**	**15.63**	**17.79**	**6.35**
				D. estándar	**0.20**	**0.10**	**1.26**	**0.04**	**0.17**	**0.01**	**0.01**	**2.75**	**4.38**	**7.31**	**0.85**
				E. estándar	**0.11**	**0.06**	**0.73**	**0.02**	**0.10**	**0.01**	**0.01**	**1.59**	**2.53**	**4.22**	**0.49**
				Variación (%)	**14.36**	**41.79**	**28.07**	**22.27**	**35.57**	**9.10**	**10.89**	**19.54**	**28.03**	**41.08**	**13.43**
34	1	2	1	5	1.09	0.17	2.40	0.21	0.48	0.066	0.06	12.07	8.54	44.82	5.09
34	2	2	1	5	1.11	0.29	3.96	0.15	0.54	0.052	0.10	10.80	4.92	12.97	4.05
34	3	2	1	5	0.59	0.38	3.53	0.09	0.47	0.067	0.13	10.51	6.30	18.44	4.77
				Promedio	**0.93**	**0.28**	**3.30**	**0.15**	**0.50**	**0.06**	**0.10**	**11.13**	**6.59**	**25.41**	**4.64**
				D. estándar	**0.30**	**0.11**	**0.81**	**0.06**	**0.04**	**0.01**	**0.03**	**0.83**	**1.82**	**17.03**	**0.53**
				E. estándar	**0.17**	**0.06**	**0.47**	**0.03**	**0.02**	**0.00**	**0.02**	**0.48**	**1.05**	**9.83**	**0.31**
				Variación (%)	**31.84**	**37.99**	**24.48**	**38.32**	**7.86**	**13.79**	**31.35**	**7.47**	**27.67**	**67.02**	**11.43**
35	1	3	1	5	0.99	0.12	2.63	0.18	0.55	0.329	0.03	8.81	6.79	26.21	5.18
35	2	3	1	5	1.24	0.12	3.13	0.19	0.40	0.316	0.01	9.78	8.25	27.45	6.56
35	3	3	1	5	0.94	0.15	2.86	0.27	0.52	0.323	0.06	6.48	9.47	29.34	5.27
				Promedio	**1.06**	**0.13**	**2.87**	**0.21**	**0.49**	**0.32**	**0.03**	**8.36**	**8.17**	**27.66**	**5.67**
				D. estándar	**0.16**	**0.02**	**0.25**	**0.05**	**0.08**	**0.01**	**0.02**	**1.69**	**1.34**	**1.58**	**0.77**
				E. estándar	**0.09**	**0.01**	**0.15**	**0.03**	**0.05**	**0.00**	**0.01**	**0.98**	**0.77**	**0.91**	**0.45**
				Variación (%)	**15.31**	**13.11**	**8.81**	**24.49**	**16.27**	**2.05**	**69.36**	**20.26**	**16.41**	**5.70**	**13.63**
36	1	4	1	5	1.16	0.14	3.71	0.21	0.24	0.329	0.15	4.65	8.83	38.73	7.76
36	2	4	1	5	0.90	0.17	3.77	0.20	0.25	0.302	0.15	6.27	11.61	34.60	6.81
36	3	4	1	5	1.24	0.23	3.14	0.38	0.31	0.306	0.12	5.49	10.70	35.37	9.44
				Promedio	**1.10**	**0.18**	**3.54**	**0.26**	**0.27**	**0.31**	**0.14**	**5.47**	**10.38**	**36.23**	**8.00**
				D. estándar	**0.18**	**0.05**	**0.35**	**0.10**	**0.03**	**0.02**	**0.02**	**0.81**	**1.42**	**2.20**	**1.33**
				E. estándar	**0.10**	**0.03**	**0.20**	**0.06**	**0.02**	**0.01**	**0.01**	**0.47**	**0.82**	**1.27**	**0.77**
				Variación (%)	**16.05**	**26.03**	**9.88**	**37.69**	**12.58**	**4.83**	**13.03**	**14.78**	**13.64**	**6.06**	**16.64**
37	1	1	2	5	1.23	0.18	4.80	0.21	0.31	0.08	0.06	41.1	9.58	49.38	6.56
37	2	1	2	5	1.68	0.14	4.33	0.20	0.39	0.09	0.06	41.3	9.29	45.93	4.16
37	3	1	2	5	1.18	0.08	4.46	0.38	0.29	0.06	0.08	41.2	10.11	47.61	5.50
				Promedio	**1.36**	**0.13**	**4.53**	**0.26**	**0.33**	**0.07**	**0.07**	**41.19**	**9.66**	**47.64**	**5.41**
				D. estándar	**0.28**	**0.05**	**0.24**	**0.10**	**0.05**	**0.02**	**0.01**	**0.11**	**0.41**	**1.73**	**1.20**
				E. estándar	**0.16**	**0.03**	**0.14**	**0.06**	**0.03**	**0.01**	**0.01**	**0.07**	**0.24**	**1.00**	**0.69**
				Variación (%)	**20.20**	**37.12**	**5.38**	**38.52**	**15.74**	**22.91**	**21.13**	**0.28**	**4.29**	**3.63**	**22.19**
38	1	2	2	5	1.18	0.16	2.12	0.19	0.41	0.33	0.06	49.2	6.19	24.92	3.92
38	2	2	2	5	1.58	0.18	2.76	0.18	0.28	0.28	0.05	54.6	9.40	25.54	4.89
38	3	2	2	5	1.26	0.17	3.03	0.19	0.36	0.38	0.05	54.3	8.37	24.14	4.92
				Promedio	**1.34**	**0.17**	**2.63**	**0.19**	**0.35**	**0.33**	**0.06**	**52.72**	**7.98**	**24.87**	**4.58**
				D. estándar	**0.21**	**0.01**	**0.47**	**0.01**	**0.06**	**0.05**	**0.00**	**3.05**	**1.64**	**0.70**	**0.57**
				E. estándar	**0.12**	**0.01**	**0.27**	**0.00**	**0.04**	**0.03**	**0.00**	**1.76**	**0.95**	**0.41**	**0.33**
				Variación (%)	**15.80**	**7.74**	**17.67**	**3.39**	**17.89**	**15.28**	**3.91**	**5.78**	**20.55**	**2.82**	**12.47**
39	1	3	2	5	0.89	0.14	3.06	0.22	0.44	0.44	0.60	21.9	6.61	14.11	4.10
39	2	3	2	5	0.79	0.19	2.63	0.20	0.44	0.46	0.61	22.0	9.69	22.96	4.71
39	3	3	2	5	0.67	0.28	2.70	0.16	0.37	0.53	0.63	26.0	9.02	18.11	5.32
				Promedio	**0.78**	**0.20**	**2.80**	**0.19**	**0.41**	**0.48**	**0.61**	**23.34**	**8.44**	**18.39**	**4.71**
				D. estándar	**0.11**	**0.07**	**0.23**	**0.03**	**0.04**	**0.05**	**0.02**	**2.33**	**1.62**	**4.43**	**0.61**
				E. estándar	**0.06**	**0.04**	**0.13**	**0.02**	**0.02**	**0.03**	**0.01**	**1.34**	**0.93**	**2.56**	**0.35**
				Variación (%)	**14.06**	**34.47**	**8.28**	**15.65**	**10.25**	**10.47**	**2.59**	**9.98**	**19.17**	**24.10**	**12.89**
40	1	4	2	5	1.09	0.16	2.06	0.22	0.16	0.14	0.09	102.7	4.39	33.39	5.57
40	2	4	2	5	0.92	0.15	1.30	0.19	0.12	0.15	0.09	97.6	4.76	39.79	4.38
40	3	4	2	5	1.01	0.17	1.80	0.28	0.19	0.21	0.07	94.0	4.12	27.04	7.74
				Promedio	**1.01**	**0.16**	**1.72**	**0.23**	**0.16**	**0.17**	**0.08**	**98.10**	**4.42**	**33.41**	**5.90**
				D. estándar	**0.09**	**0.01**	**0.39**	**0.04**	**0.03**	**0.04**	**0.01**	**4.38**	**0.32**	**6.37**	**1.71**
				E. estándar	**0.05**	**0.01**	**0.22**	**0.03**	**0.02**	**0.02**	**0.01**	**2.53**	**0.18**	**3.68**	**0.98**
				Variación (%)	**8.45**	**7.48**	**22.43**	**18.99**	**21.16**	**21.82**	**11.74**	**4.47**	**7.24**	**19.08**	**28.93**

GLOSARIO

Cultivo rentable. Alta capacidad de crear un beneficio económico a través de la venta del producto.

Híbrido. individuo que es producto del cruce de dos organismos de distinta especie. La palabra, como tal, proviene del latín hybrida.

Frutos no climatéricos. son aquellos que no presentan crisis climatérica, es decir, se deben recolectar casi en su punto de madurez comercial porque una vez cortados de la planta, solo madurarán un poco más, siendo para muchos cultivos una maduración casi despreciable.

Grados Brix. corresponde a un índice de refracción de una solución de sacarosa en agua al 1%.

Pesticidas. cualquier sustancia o mezcla de sustancias cuyo objetivo es: Prevenir, destruir, repeler o controlar una plaga.

Sistemas de producción intensivos. uso de las tierras de cultivo para producir el máximo rendimiento posible con el fin de maximizar beneficios y satisfacer las necesidades alimentarias del ser humano.

Acolchado. es una tarea complementaria al cultivo o cuidado de las plantas que consiste en la protección del suelo frente a la evaporación excesiva. Esta cubierta protectora que se extiende sobre la tierra principalmente, tiene como objetivo proteger las plantas y cultivos evitando que la luz incida directamente al suelo y así protegerlo de cambios bruscos de temperatura y de la erosión.