

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS IASA I

DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL FÓSFORO
SOBRE LA INDUCCIÓN FLORAL EN EL CULTIVO DE PIÑA
(Ananas comosus)

AUTORES

BASANTES AGUAS SANTIAGO XAVIER
CHASIPANTA USHIÑA JOSÉ EDISON

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

SANGOLQUÍ - ECUADOR

2012

RESUMEN

A fin de determinar el efecto de la nutrición de fósforo en la inducción floral aplicado en dos dosis, tres épocas y usando dos fuentes comerciales en el cultivo de piña, se llevó a cabo esta investigación en la Hcda. María Elena, Provincia de Sto. Domingo de los Tsáchilas, Km 18 vía Chone, bajo un DBCA en arreglo factorial de $2 \times 3 \times 2$, con tres repeticiones y una densidad total de 52992 plantas, correspondientes a la var. MD2. La investigación se realizó desde la plantación (15 de nov-2011) hasta la inducción floral, tiempo en el cual el crecimiento y desarrollo del cultivo fue evaluado cada 25 días, mediante la toma de datos de las variables de altura de planta, número de hojas y producción vegetativa, determinadas en 5 plantas/unidad experimental. Los resultados de estas variables fueron procesados estadísticamente y representados en curvas de crecimiento, las cuales permitieron visualizar la variación del cultivo en cuanto a producción vegetativa, contenido de humedad y extracción de nutrientes absorbidos durante todo el ciclo del cultivo hasta la época necesaria para la inducción floral (29 jun-2012). Los resultados indicaron que la producción de masa verde fue diferente para cada tratamiento y se incrementó progresivamente en cada muestreo, siendo que a los 200 dds el T2 (F1E1D2) se presentó como el mejor tratamiento ya que entró al rango de peso recomendado para la inducción floral, con un peso promedio de 2098.99 g/pl, y un error estadístico de ± 48.66 . Los demás tratamientos alcanzaron el peso recomendado a los 225 dds a excepción del T11 (F2E3D1) y T12 (F2E3D2). Los valores de peso fresco en g/pl fluctuaron desde 2439.52 ± 33.96 para el T2 como mejor tratamiento, seguido por el T9 (F2E2D1) con 2311.90 ± 123.64 y el menos productivo fue el T11 con 1970.69 ± 69.36 y T12 con 1959.03 ± 83.36 g/pl, cuyos pesos todavía no entraron al rango para inducir a la planta. En conclusión a esta variable los tratamientos se agrupan en tres categorías: T2, T3, T5, T6, T7 y T9 como los tratamientos de mejor respuesta y T1, T4, T8 y T10 de baja respuesta, en tanto que T11 y T12 fueron los

tratamientos que aún falta peso para la inducción floral, lo que indica que la aplicación del P vía foliar a los 90 dds, no cubre las necesidades del cultivo.

Para la variable de altura de planta, el mejor tratamiento fue el T3 (F1E2D1) con un promedio de 99.6 cm/pl, seguido del T2 con un promedio de 98.67 cm/pl y el más bajo fue el T6 (F1E3D2) con 92.08 cm/pl. En tanto que, para la variable número de hojas los tratamientos T4 (F1E2D2), T2 y T6 fueron los mejores con un promedio de 41 hojas/pl, y el que produjo menor cantidad de hojas fue el T10 (F2E2D2) con un promedio de 38 hojas/pl. Con los datos obtenidos se concluye que la fertilización fosfatada vía edáfica tuvo mayor efecto que la aplicación vía foliar para acelerar la inducción floral, ya que desde los 150 dds los tratamientos aplicados vía suelo tuvieron mayor estabilidad en los datos de crecimiento. Un ejemplo de esto fue el T2 (F1E1D2) fuente 12-40-0, aplicado al suelo a los 15 dds con una dosis de 180 Kg P. ha⁻¹, el cual tuvo los mejores resultados en todas las variables en estudio y tuvo mejor estabilidad a lo largo del ensayo hasta la inducción floral, la cual se reflejó a los 225 dds, con un peso promedio de 2,44 Kg.pl⁻¹, parámetro de peso recomendado por la Empresa, por lo que dicho tratamiento se recomienda a los productores de piña MD2, para el programa de fertilización.

SUMMARY

In order to determine the effect of nutrition of phosphorus in floral induction applied in two doses three times and using two trade sources in pineapple, was carried out this investigation in the Hcda. Maria Elena, province of Sto Domingo de los Tsáchilas, 18 Km via Chone, under a DBCA in factorial arrangement of $2 \times 3 \times 2$, with three replications and a total 52 992 plant density, corresponding to the var. MD2. The study was conducted from planting (nov 15, 2011) to floral induction, time in which the growth and development of the crop was evaluated every 25 days, taking data from variables of plant height, number of leaves and vegetative production, identified in 5 plants/experimental unit. The results of these variables were statistically processed and represented in growth curves, which allow to visualize the variation of the crop in terms of vegetative production, content of humidity and extraction of nutrients absorbed during the entire cycle of the crop until the necessary time to flower induction (jun 29, 2012). The results indicated that the production of green mass was different for each treatment and gradually increased in each sampling being that 200 das T2 (F1E1D2) was presented as the best treatment since he entered the weight range recommended for floral, with an average of 2098.99 weight induction g/pl, and ± 48.66 statistical error. The other treatment reached the recommended weight 225 das with the exception of the (F2E3D1) and T11 T12 (F2E3D2). Fresh weight in g/pl values ranged from 2439.52 ± 33.96 to T2 as the best treatment, followed by the T9 (F2E2D1) with 2311.90 ± 123.64 and the less productive was the T11 1970.69 ± 69.36 and T12 with 1959.03 ± 83.36 g. pl-1, whose weights do not yet enter the range to induce the plant. In conclusion to this variable the treatments are grouped into three categories: T2, T3, T5, T6, T7 and T9 as treatments for better response and T1, T4, T8 and T10 of low response, while T11 and

T12 were treatments that even missing weight for flower induction, which indicates that the application of the P via foliar 90 dds. It does not cover the needs of the crop.

For the plant height variable, the best treatment was T3 (F1E2D1) with an average of 99.6 cm/pl, followed by the T2 with an average of 98.67 lowest cm/pl and was T6 (F1E3D2) with 92.08-cm/pl. Whereas, for the number of leaves variable T4 (F1E2D2), T2 and T6 treatments were the best with an average of 41 leaves /pl, and which produced fewer leaves was T10 (F2E2D2) with an average of 38 leaves /pl. The data obtained is concludes that phosphate via soil fertilization had greater effect than via foliar application to speed up the floral induction, since from 150 das treatments applied via soil had greater stability in the growth data. An example of this is the T2 (F1E1D2) source 12-40-0, applied to the soil with a dose of 180 Kg P. ha⁻¹ das 15, which had the best results in all the variables in study and had better stability throughout the trial to floral induction, which reflected 225 das, with an average weight of 2.44 Kg.pl⁻¹ parameter of weight recommended by the company, so that treatment is recommended to the producers of pineapple MD2 for fertilization program.

CERTIFICACIÓN

Ing. Agr. M.Sc Norman Soria

Ing. Agr. M.Sc Emilio Basantes

Certifican:

Que el trabajo titulado **“DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL FÓSFORO SOBRE LA INDUCCIÓN FLORAL EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*)”**, realizado por los señores SANTIAGO XAVIER BASANTES AGUAS y JOSÉ EDISON CHASIPANTA USHIÑA, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a la falta de investigación sobre la nutrición del fósforo en el cultivo de piña MD2 y a los resultados innovadores, se recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de dos documentos empastados y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Santiago Xavier Basantes Aguas y José Edison Chasipanta Ushiña que lo entregue a Ing. Patricia Falconí, en su calidad de Coordinadora de la Carrera.

Sangolquí, septiembre del 2012

Ing. Agr. M.Sc Norman Soria

DIRECTOR

Ing. Agr. M.Sc Emilio Basantes

CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

BASANTES AGUAS SANTIAGO XAVIER

CHASIPANTA USHIÑA JOSÉ EDISON

Declaramos que:

El proyecto de grado denominado “**DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL FÓSFORO SOBRE LA INDUCCIÓN FLORAL EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*)**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, septiembre del 2012

Santiago Xavier Basantes Aguas

José Edison Chasipanta Ushiña

AUTORIZACIÓN

Nosotros: BASANTES AGUAS SANTIAGO XAVIER

CHASIPANTA USHIÑA JOSÉ EDISON

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL FÓSFORO SOBRE LA INDUCCIÓN FLORAL EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*)”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, septiembre del 2012

Santiago Xavier Basantes Aguas

José Edison Chasipanta Ushiña

DEDICATORIA

A mis padres, esposa e hijos por acompañarme durante todo el trayecto de mi vida los cuales me motivan a seguir alcanzando nuevas y mejores cosas y así ser un buen ejemplo para la sociedad.

Santiago Basantes

La presente investigación, primeramente dedico a Dios por ser la fuerza que inspira mi confianza y mi fe. A mis padres María Hortencia y Arcenio por ser siempre un apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado cuando los necesito y confiar sinceramente en mí. A mis hermanos Corina, Patricio, Segundo y Rosita por compartir cada momento de sus vidas conmigo y brindarme su comprensión y afecto. En general a todos mis tíos y primos que siempre han sido un motivo más de superación.

José Chasipanta

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar con éxitos el presente trabajo y por bendecirme para llegar a esta nueva etapa de mi vida.

A mi esposa Vanessa e hijos Emilio Santiago y Matías Josué, quienes me brindaron su amor, cariño, estímulo y su apoyo constante durante todo este trayecto.

A mis padres Emilio Basantes y Nelly Aguas, parte fundamental en mi vida, quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas, gracias por su apoyo y paciencia y por estar conmigo en todo momento. A mi codirector de tesis y principalmente como mi padre quien mediante su conocimiento, guía, experiencia, atinados consejos y correcciones ha logrado llevar a cabo con buenos resultados nuestro primer proyecto profesional juntos.

A mis hermanos Fabián y María José, mi sobrino Issac y mi cuñada Mireya, por los consejos y ánimos permanentes para concluir una etapa más en mi vida.

Mi logro es el de todos ustedes, ¡los amo!

A mi amigo y compañero de tesis, con quien se desarrolló la amistad y la empatía necesaria para trabajar en equipo, en sí a todos mis amigos de la Universidad por los momentos buenos que hemos pasado, por el apoyo y consejo incondicional dentro y fuera de las aulas.

A la Empresa TERRASOL e Ingenieros Fernando Saltarén, Gustavo Vallejo, Alan Coronel y Hernán López, por el espacio otorgado en la Hacienda, por su apertura a la investigación, por los conocimientos y recomendaciones brindadas para realizar de la mejor manera este proyecto.

De igual manera a mi Director y Codirector de tesis por su atenta lectura de este trabajo y por sus comentarios, sugerencias en el proceso de la Tesis.

Santiago Xavier Basantes Aguas

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a DIOS por darme el regalo de la vida, por brindarme su amor y enseñarme a valorar lo hermoso que puede ser la vida, siguiendo sus enseñanzas impregnadas en la Biblia.

A mis padres María Hortencia y Arcenio por saber guiarme por un buen camino educándome con sabiduría, buenos principios y valores, por apoyarme siempre tanto moral como económicamente, por brindarme su amor y comprensión y sacrificarse día a día para darme la oportunidad de estudiar y ser un ejemplo de lucha y tenacidad.

A todos mis hermanos por estar siempre a mi lado y ser parte de lo que soy, porque una persona no se forma sola si no es con el apoyo y el ejemplo de los seres más queridos.

A todos mis tíos y primos en general por ser parte de mi educación, por brindarme todo su apoyo y darme palabras de aliento y confianza.

A la Empresa TERRASOL por abrirnos las puertas para realizar el proyecto de investigación en sus instalaciones.

A todo el personal de la Hacienda María Elena de TERRASOL que fue el lugar donde se llevo a cabo el proyecto, por compartir sus conocimientos sobre el cultivo de piña, su afecto y confianza.

A los Ingenieros Emilio Basantes, Norman Soria y Gustavo Vallejo por todas sus valiosas enseñanzas, sugerencias y aportes durante todo el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A Santiago por ser más que un compañero un amigo por brindarme siempre su apoyo y compañía, gracias por brindarme tu valiosa amistad y comportarte todo este tiempo como un hermano.

A todos mis compañeros y amigos en general por compartir momentos de alegría y brindarme siempre buenos consejos y palabras de aliento para seguir adelante durante toda la carrera universitaria.

José Edison Chasipanta Ushuña

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad de los autores.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
1.3 Alcance de la investigación.....	3

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	7
2.1.1 Cultivo de piña MD2	8
2.2 EL FÓSFORO EN EL SISTEMA SUELO-PLANTA.....	9
2.2.1 Funciones del fósforo en la planta	9
2.2.2 Deficiencia de P en los cultivos.....	10
2.2.3 Contenido de fósforo en el suelo.....	10
2.2.4 Disponibilidad de P para los cultivos.....	11
2.3 ANÁLISIS DE FÓSFORO EN EL SUELO_.....	12
2.4 EFICIENCIA DE FÓSFORO.....	13
2.4.1 Eficiencia Agronómica (EA).....	13
2.5 CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES.....	13
2.5.1 Factores internos.....	14
2.5.2 Factores externos.....	14
2.5.3 Importancia y utilidad de las curvas de absorción.....	14

2.5.4 Estimación de dosis de fertilización.....	14
2.6 FERTILIZANTES.....	15
2.6.1 Micro esencial 12- 40-0-10 S-Zn.....	15
2.6.2 Fosfato mono potásico, MKP (KH ₂ PO ₄).....	15
2.7 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PIÑA.....	16
2.7.1 Taxonomía.....	16
2.7.2 Planta.....	16
2.7.3 Tallo.....	16
2.7.4 Hojas.....	17
2.7.5 Raíz.....	18
2.7.6 Flor.....	18
2.7.7 Fruto.....	20
2.8 FERTILIZACIÓN.....	20
2.8.1 Deficiencias de fósforo.....	21
2.9 INDUCCIÓN FLORAL.....	21
2.9.1 Ventajas.....	23
2.9.2 Desventajas.....	23
2.10 DIFERENCIACIÓN FLORAL.....	23

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Materiales.....	25
3.2 Ubicación del lugar de investigación.....	25
3.2.1 Ubicación Política.....	25
3.2.2 Ubicación Geográfica.....	26
3.2.3 Ubicación Ecológica.....	26
3.3 MÉTODOS.....	26

3.3.1 Diseño experimental.....	26
3.3.1.1 Factores a probar.....	26
3.3.1.2 Tipo de diseño.....	28
3.3.1.3 Repeticiones o bloques.....	28
3.3.1.4 Características de las Unidad Experimental.....	28
3.3.2 Análisis Estadístico.....	30
3.3.2.1 Esquema de análisis de varianza.....	30
3.3.2.2 Coeficiente de variación.....	30
3.3.2.3 Análisis funcional.....	31
3.3.2.4 Regresiones y correlaciones.....	31
3.3.3 Análisis Económico.....	31
3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	31
3.4.1 Condiciones climáticas.....	31
3.4.1.1 Clima.....	31
3.4.1.2 Suelo.....	33
3.4.1.3 Altitud.....	33
3.4.2 Establecimiento del ensayo en el campo.....	33
3.4.2.1 Preparación del suelo	33
3.4.3 Plantación.....	36
3.4.3.1 Distancia de plantación.....	38
3.4.4 Delimitación de las unidades experimentales.....	38
3.4.5 Resiembra.....	40
3.4.6 Control fitosanitario.....	40
3.4.6.1 Malezas.....	41
3.4.6.2 Plagas y enfermedades.....	42
3.4.7 Riego.....	42
3.4.8 Fertilización.....	43
3.4.9 Inducción floral.....	44

3.5 VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	44
3.5.1 Peso fresco.....	45
3.5.2 Peso seco.....	46
3.5.3 Altura de planta y número de hojas.....	46
3.5.4 Extracción de nutrientes.....	47
3.5.5 Ciclo de crecimiento del cultivo.....	48

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Producción de masa verde.....	49
4.2 Altura de planta.....	58
4.3 Producción de hojas.....	63
4.4 Producción de masa seca.....	67
4.5 Extracción del fósforo (Kg/ha).....	70
4.6 Contenido foliar del P.....	71
4.7 Análisis económico.....	72

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES

75

CAPÍTULO 6 RECOMENDACIONES

76

CAPÍTULO 7 BIBLIOGRAFÍA

77

CAPÍTULO 8 ANEXOS

ANEXOS A Análisis de suelo.....	82
ANEXOS B Análisis foliares 5 y 8 meses de edad – Tratamiento 2.....	84
ANEXOS C Tabla de interpretación para análisis de suelo y foliar en piña	86

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Clasificación de las hojas de Piña.....	17
CUADRO 2. Nomenclatura y descripción de los tratamientos del ensayo.....	27
CUADRO 3. Cantidad de fertilizante necesario en el ensayo.....	27
CUADRO 4. Esquema del análisis de varianza para determinar el efecto de nutrición del Fósforo en la Inducción Floral en diferentes niveles y épocas usando dos fuentes comerciales.....	30
CUADRO 5. Programa para el Control de Malezas, Plagas y Enfermedades desde la siembra hasta la Inducción Floral.....	40
CUADRO 6. Registro de riego durante el ensayo.....	42
CUADRO 7. Cronograma de muestreos durante el ensayo.....	45
CUADRO 8. Resultados de producción de masa verde (g/pl) bajo el efecto de tres factores correspondientes a fuentes, épocas y dosis de fósforo desde la plantación hasta la inducción floral en Piña.....	49
CUADRO 9. Efecto de los tratamientos sobre la producción de masa verde (g/pl) durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.....	53
CUADRO 10. Efecto de la fuente de P sobre la producción de masa verde (g/pl) en el ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.....	55
CUADRO 11. Efecto de la época de aplicación del P sobre la producción de masa verde (g/pl) desde la siembra hasta la inducción floral....	56
CUADRO 12. Medidas de resumen de la interacción <i>fuentes-dosis</i> sobre la producción de masa verde (g/pl) a los 225 dds.....	56
CUADRO 13. Resultados del crecimiento vegetativo (cm/pl) bajo el efecto de tres factores correspondientes a fuentes, épocas y dosis de fósforo desde la plantación hasta la inducción floral en Piña...	59
CUADRO 14. Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento vegetativo (cm/pl) durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.	60

CUADRO 15. Resultados de la producción de hojas/planta bajo el efecto de tres factores correspondientes a fuentes, épocas y dosis de fósforo desde la plantación hasta la inducción floral en Piña...	63
CUADRO 16. Efecto de los tratamientos sobre la producción de hojas/pl durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.....	65
CUADRO 17. Efecto de la fuente de P sobre la producción de hojas desde los 175 dds hasta los 225 dds, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.....	66
CUADRO 18. Efecto de la época de aplicación del P sobre la producción de hojas a los 200 dds.....	67
CUADRO 19. Medidas de resumen de la interacción <i>época-dosis</i> sobre sobre la producción de hojas a los 200 dds.....	67
CUADRO 20. Resultados de la producción de masa seca (g/pl) bajo el efecto de tres factores correspondientes a fuentes, épocas y dosis de fósforo desde la plantación hasta la inducción floral en Piña....	68
CUADRO 21. Efecto de los tratamientos sobre la producción de masa seca (g/pl) durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.....	69
CUADRO 22. Costos fijos hasta las 35 semanas de edad del cultivo de piña con un peso promedio de 2200 gramos/pl y costos variables para cada uno de los tratamientos en relación a las dosis utilizadas de Microesencial y MKP.....	72
CUADRO 23. Edad a la inducción floral para cada uno de los tratamientos; ahorro obtenido y costo fijo por tratamiento.....	73
CUADRO 24. Costo total por tratamiento.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ciclo del fósforo en el sistema suelo-planta. Adaptado de (IPNI, Cono Sur). madrimasd.org	11
FIGURA 2. Esquema de la relación entre las fracciones de P del suelo de acuerdo a su labilidad y disponibilidad de P para las plantas ...	12
FIGURA 3. Curva de producción de masa verde en función del tiempo.....	52
FIGURA 4. Curva de crecimiento vegetativo del cultivo de piña en función del tiempo.....	62
FIGURA 5. Curva de producción de hojas en función del tiempo.....	66
FIGURA 6. Curva de producción de masa seca en función del tiempo en el cultivo de piña.....	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Diferencias estadísticas entre tratamientos a los 25 y 225 dds..	54
GRÁFICO 2. Curvas de crecimiento vegetativo representadas a través de Tendencia lineal, exponencial y polinomial, en función del tiempo.....	57
GRÁFICO 3. Diferencias estadísticas entre tratamientos a los 25 dds.....	61
GRÁFICO 4. Diferencias estadísticas entre tratamientos a los 200 dds	65
GRÁFICO 5. Cantidades de P absorbidas por la planta de piña, en 4 evaluaciones.....	70
GRÁFICO 6. Evaluación del contenido de P en la planta de piña a los 5 y 8 meses de edad del cultivo.....	71

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La piña es un producto de exportación y de consumo nacional, siendo necesario realizar investigaciones que ayuden a aumentar su rendimiento, calidad y por lo tanto a abastecer la demanda en el mercado nacional e internacional, por lo que, el agricultor al no contar con estudios sobre requerimientos nutricionales de Fósforo, disponibilidad del elemento, que tiene efecto en el crecimiento del cultivo no han alcanzado rendimientos que logren satisfacer sus necesidades tanto en producción y productividad.

Esta falta de conocimiento de la nutrición del P, tiene efecto en el momento de detectar el período de tiempo para realizar la inducción floral, por falta de disponibilidad del fósforo en la solución del suelo, ya que este elemento es altamente fijado en el suelo por la presencia de Al, Fe, Ca, Zn, siendo necesario corregir el suelo para lograr pH adecuados y buscar fuentes que se adecuen a las condiciones de dicho suelo, pues la planta absorbe dependiendo del pH como HPO_4^- , H_2PO_4^- y PO_4^- . (Basantes, 2010).

TERRASOL es una empresa dedicada a la producción y exportación de la piña var. MD2, pero no cuenta con un sustento científico acerca de los efectos de la nutrición del fósforo en la inducción floral de piña, en la cual usan el Fertilizante Fosfato mono potásico (MKP) como fuente comercial del fósforo en la fertilización del cultivo; al no contar con un paquete tecnológico adecuado de la nutrición de Fósforo que indique cuáles son las dosis, fuentes, épocas adecuadas de aplicación para obtener mayores rendimientos y su efecto en el ciclo del cultivo, inducción floral y calidad, ha sido necesario realizar este estudio para evaluar la nutrición mineral del P en 2 dosis, 3 épocas y dos fuentes comerciales como el Microesencial 12-40-0 y el Fosfato mono

potásico (MKP), los cuales inciden en la Inducción floral y por ende en el tiempo para la cosecha, rendimiento y calidad del fruto.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 GENERAL

- Determinar el efecto de la nutrición de fósforo en la inducción floral aplicado en dos dosis, tres épocas y usando dos fuentes comerciales.

1.1.2 ESPECÍFICOS

- Establecer la mejor fuente, dosis y época de aplicación del fósforo para alcanzar la inducción floral en el cultivo de Piña.
- Conocer la época y dosis de mayor absorción de fósforo que incidan en la inducción floral; y elaborar curvas de crecimiento de la piña con el fin de calcular los requerimientos del cultivo en base a las variables de crecimiento.
- Realizar regresiones y correlaciones entre las fuentes, dosis y épocas de aplicación para evaluar el mejor tratamiento que incida en el crecimiento e inducción floral.
- Efectuar el análisis económico marginal de cada uno de los tratamientos.

1.2. HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo. El uso de dosis, épocas y fuentes de aplicación del fósforo inciden favorablemente en la inducción floral y desarrollo del cultivo.

1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados alcanzados en esta investigación servirán como fuente de información básica para los productores de piña de Santo Domingo y zonas de características agrológicas similares, que estén interesados en dar uso a la tecnología aplicada a este experimento para mejorar sus prácticas agrícolas, producción e ingresos aplicando la fertilización fosfatada en las dosis, épocas y fuentes comerciales, empleadas en este ensayo.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

La piña es originaria de Sudamérica, concretamente de Brasil, allí la encontraron los colonizadores españoles y portugueses. Los indígenas la llamaban *Ananas*, que significa “fruta excelente”. Los valores nutricionales de la piña por 100 gramos de producto comestible, corresponden a: 85% de agua, energía 49 Kcal; proteína 0.4 g; grasa 0,4 g; hidratos de carbono 11,2 g; fibra 1.2 g; K 113.0 mg; Mg 14 mg; Ca 13 mg; P 8 mg; micros Fe, Cu, Zn, Mn y Se (trazas); Vitamina A, 2 mg; Vitamina C, 2 mg; Folato 10.6 mg (Acido fólico o vitamina B9) y Vit. E, 0.1 mg. Esta fruta de inconfundible aroma y estupendo sabor, es beneficiosa para la circulación y también facilita la digestión. <http://www.euroresidentes.com/Alimentoina.htm>

El Ecuador posee condiciones agroclimáticas favorables para el establecimiento y producción, siendo la región del litoral propicia para el cultivo de piña (*Ananas comosus*). Según datos oficiales de la Asociación de Productores de Piña del Ecuador (ASOPIÑA) que agrupa a exportadores y productores de la Costa y la Sierra del país, donde se encuentran empresas como DOLE, TERRASOL, AGROEDEN, entre otras; ha indicado que actualmente se exportan 100 contenedores semanales a los diferentes mercados de destino de la fruta, con una producción cercana a las 2,500 has. La superficie cosechada en el año 2010 correspondió a 7,922 Ha, con un total nacional de aprox. 370,000 Tm. (*Pro Ecuador, 2011*).

El cultivo crece en suelos de origen sedimentario y metamórfico y en suelos derivados de ceniza volcánica. La expansión del área de cultivo se fundamenta en la disponibilidad de nuevos materiales de piña, particularmente del híbrido MD2 de alto rendimiento, excelente sabor y buena aceptación en los mercados internacionales. Es comúnmente aceptado que la piña se desarrolla mejor en suelos ácidos, sin embargo, se

debe saber que condiciones ácidas extremas incrementan la fijación del fósforo y pueden causar problemas aún en cultivos tolerantes como la piña.

Las principales zonas de cultivo de piña se encuentran en las Provincias de El Oro, Guayas, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Manabí y debido a su importancia en los últimos años se han expandido en la zona de Quevedo, Santo Domingo y la Concordia con nuevas áreas de cultivo, con fines de exportación. La Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, es una zona importante en la producción de piña, cuya extensión plantada cubre el 23% del total nacional existente, lo cual indica que es una zona importante por su ubicación geográfica, condiciones climáticas que favorecen su crecimiento y rendimiento.

Según Murcia citado por Bernal (2006), los cambios climáticos que ocurren en la zona, producen variaciones fisiológicas en el cultivo de piña, que afectan en la uniformidad del desarrollo (peso y tamaño), incremento de la floración natural (espontánea) en las plantas que lleva a la madurez prematura de los frutos de piña. Debe aclararse que la floración natural puede ser beneficioso para piñas de consumo nacional aunque no puede cubrir los requerimientos para un mercado externo. Aunque en los últimos tiempos se han empleado programas de fertilización, riegos programados, drenajes, control de malezas, plagas y enfermedades, el problema de la desuniformidad del cultivo y de floraciones naturales han continuado, lo que ha incidido en la calidad del fruto, variabilidad de calibres, desigualdad en la madurez de los frutos lo cual incrementa los costos de producción.

La temperatura variante existente en la zona, referente a las horas diurnas y nocturnas, tiende a descender a valores por debajo del umbral mínimo (18°C), lo cual es un factor causante del estrés fisiológico, que provoca alteraciones en el desarrollo y en la floración, dando como resultado lento desarrollo de las plantas y floraciones espontáneas. En el cultivo de la Empresa Terrasol, desde los 8 a 8,6 meses de edad, al

realizar el muestreo del lote para los pesos promedios, se ha observado que existe una amplia variabilidad de pesos que se alejan y se acercan en relación al peso óptimo de 2400 g/planta, parámetro sugerido por Empresa Terrasol. Este hecho generalmente provoca una desprogramación en semanas para realizar la inducción floral, ya que en algunos casos se debe esperar a que el peso promedio resultante del muestreo de todo el cultivo este en 2400 g.

La presencia de plantas que ya han florecido de forma natural (al quinto, sexto o séptimo mes de cultivo) antes de que alcancen el punto de inicio de diferenciación floral, que externamente se lo detecta por el peso fresco alcanzado (2400 g/pl), es decir el peso fisiológico adecuado para iniciar la inducción artificial y lograr la mayo eficacia en la uniformidad de la floración, da como resultado los incrementos en los costos de producción.

Los agricultores a menudo cuestionan la relevancia de las recomendaciones de fertilización, a pesar de la larga historia y la gran cantidad de investigaciones sobre calibraciones de los análisis de suelos. Los agricultores se preguntan si los suelos y los cultivos que manejan están representados en la investigación en la cual se apoyan las recomendaciones. El enlace entre las recomendaciones y la investigación a menudo se pierde o no es clara, si los datos no se organizan sistemáticamente. El predecir la respuesta de un cultivo a la aplicación de nutrientes es todavía un reto, incluso después de muchas décadas de investigación, lo cual ha sido motivo para realizar esta investigación.

El análisis de suelos puede distinguir adecuadamente suelos con alta y baja probabilidad de respuesta del cultivo para la mayoría de los nutrientes. Sin embargo, esto solo representa una pequeña parte de la variabilidad total de respuesta de los cultivos a través de sitios y años. El complementar esta información demanda de

inversión y esfuerzo, pero este esfuerzo puede ser compensado con un mejor manejo de las recomendaciones de fertilización.

Los estudios de absorción contabilizan de una forma u otra, la extracción o consumo de nutrientes de un cultivo para su ciclo de producción. Estos estudios no constituyen una herramienta de diagnóstico como el análisis foliar, sino más bien, contribuye a dar solidez a los programas de fertilización. Concretamente, permiten conocer la cantidad de nutriente que es absorbida por un cultivo para producir un rendimiento dado, en un tiempo definido.

El balance del fósforo disponible para las plantas se manifiesta a manera de: Pérdidas: en la cosecha que sale de la finca, erosión del suelo y fijación en formas no disponibles. Ganancias: Fertilizantes fosfatados y meteorización lenta de los minerales primarios. Redistribuciones: Desechos animales, humanos, residuos de cultivos y rocas fosfóricas. Con excepción de la pequeña contribución hecha por la meteorización de los minerales primarios, los fertilizantes fosfatados representan la única fuente nueva de fósforo disponible que ingresa en el sistema suelo-planta. El fósforo en los residuos animales y vegetales se origina en el suelo y por esta razón no son ganancias sino simplemente redistribuciones de fósforo dentro del sistema. El fósforo presente en los fertilizantes fosfatados sirve para reemplazar en el suelo el fósforo exportado en la cosecha y para mejorar la fertilidad de los suelos deficientes en este elemento. Si no existiese este reemplazo la producción de alimentos no podría sostenerse.

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La piña es una planta *herbácea*, dentro de la cual existen unas 1.400 especies de la familia *Bromeliáceas*, donde se destacan 3 especies:

- *Ananas sativus*
- *Ananas comusus*, y
- *Ananas lucidus*

Las variedades más conocidas son: Cayena lisa, Queen (Australia y Sudáfrica), Variedad: Golden Sweet (MD2). Red Spanish (Costa Rica y Cuba), Pernambuco (Brasil), **Nacional** (*Milagreña o Peroleras*); Enanas (Baby Sudáfrica), Amazonas (Sudamérica).

2.1.1 Cultivo de piña MD2

En nuestro país la piña se cosecha durante todo el año y de manera escalonada, por lo que, no todas las plantaciones están en una misma fase sino que unas hectáreas están en sembrío, crecimiento vegetativo, inducción floral, floración, y las otras están en la época de cosecha. Y es así como el Ecuador durante todo el año mantiene la producción y cosecha de piña.

La variedad MD2, también llamada Amarilla o Dorada, es un cultivar híbrido derivado de la Cayena lisa. La planta es de rápido crecimiento, ciclo más corto; rendimientos y de tamaño de la fruta altos. La fruta es muy dulce y jugosa, aunque más susceptible de daño mecánico que la Champaka. (Jiménez, 1999; Montero *et al.*, 2005). Este cultivo ha cobrado gran importancia en los últimos años en Ecuador, no solo por su elevado aporte de divisas, sino por la fuente de empleos directos e indirectos.



La piña es conocida como un alimento que ayuda a la digestión, debido a que contiene *bromelina*, una enzima que actúa sobre la proteína y es utilizada como

ablandador de carne. La piña es un fruto que puede utilizarse para su consumo en fresco, en jugo, mermelada, etc.

2.2. EL FÓSFORO EN EL SISTEMA SUELO-PLANTA

El fósforo, P es uno de los 17 nutrientes considerados esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Junto con el nitrógeno (N), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg) conforman el grupo de macronutrientes por las cantidades requeridas (kg/ha) y la frecuencia con que se encuentran en cantidades deficientes para los cultivos (%)

2.2.1 Funciones del fósforo en la planta

El P es un elemento esencial dentro de la planta y está formando parte de enzimas, ácidos nucleicos y proteínas. Entre las principales funciones de P se indican:

- Transferencia y almacenaje de energía: El P juega un papel vital virtualmente en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los fosfatos son constituyentes del ATP que son intermediarios en vías metabólicas de síntesis y degradación de azúcares, almidón, ácidos grasos, activación de enzimas y es el motor energético para la regulación osmótica de la célula, ya que regula el ingreso y salida de nutrientes por actividad de la *ATPasa-H⁺*. La energía química de las membranas se convierte en un gradiente electroquímico de protones necesario para transportar solutos a través de la membrana. (*Basantes, 2010*).
- Constituyente de ácidos nucleicos ADN y ARN, por lo tanto involucrado en la transferencia de características genéticas.
- El P dentro de la planta es fácilmente movilizado y cuando ocurren las deficiencias, el P se transloca de los tejidos viejos a tejidos meristemáticos activos y por esta razón los síntomas aparecen en las hojas viejas de la planta y que se evidencia por una pérdida apreciable de rendimiento.

- La falta de P lleva a la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas. El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento de la raíz también se reduce produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes.

2.2.2 Deficiencia de P en los cultivos

- Según Boschetti (2001), las deficiencias de P afectan en mayor medida al crecimiento que a la fotosíntesis. Las plantas con deficiencias de P presentan menor expansión y área foliar, y un menor número de hojas. En contraste, los contenidos de proteína y clorofila por unidad de área foliar no son muy afectados por deficiencias de P. El mayor efecto sobre el crecimiento foliar que sobre el contenido de clorofila explica los colores verdes más oscuros observados en plantas deficientes en P. Generalmente, el P inadecuado deprime los procesos de utilización de carbohidratos, aun cuando continua la producción de estos compuestos por medio de la fotosíntesis.

2.2.3 Contenido de P en el suelo

Los contenidos de P total dependen del material parental, del grado de meteorización, la ocurrencia de lavado y los efectos antrópicos del cultivo (extracción por cosechas, aplicación de abonos y fertilizantes). El contenido de P total tiende a ser más bajo en suelos ácidos tropicales que en suelos calcáreos, los cuales presentan una cantidad apreciable de apatitas y una nula incidencia de pérdidas por lavado. Los suelos bajo cultivo pierden P a través de la remoción en los productos de cosecha (granos, frutos, forrajes) y, eventualmente, por erosión. Los primeros efectos se ven en las caídas del P orgánico, ya que la materia orgánica disminuye rápidamente cuando los suelos se cultivan: un 1% de pérdida de MO puede representar una pérdida de 80-120 kg/ha de P de la capa superficial (Boschetti, 2001).

La Figura 1 muestra las relaciones entre las distintas formas de P en los suelos. Básicamente, las plantas toman el P soluble que está en la solución del suelo, el cual resulta del equilibrio con las formas lábiles de P inorgánico y P orgánico; y el proveniente del fertilizante y de los residuos vegetales.

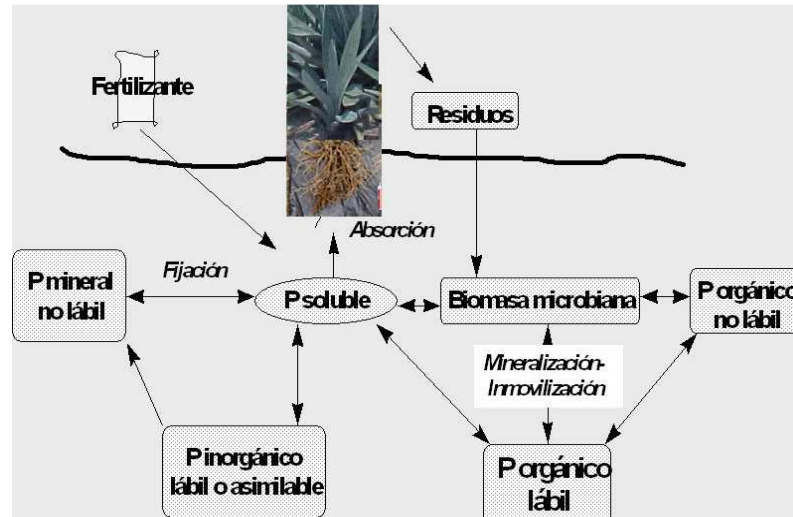


Figura 1. Ciclo del fósforo en el sistema suelo-planta. Adaptado de (IPNI, Cono Sur). madrimasd.org.

2.2.4 Disponibilidad de P para los cultivos

Desde un punto de vista agronómico, la *disponibilidad de P para las plantas* se puede visualizar a partir del esquema de la Figura 2. Las plantas absorben el P desde la fracción soluble en el suelo, la que a su vez es reabastecida por una fracción lábil de naturaleza orgánica e inorgánica. Esta fracción de P lábil está en equilibrio con fracciones moderadamente lábiles y de muy baja labilidad (Ciampitti, 2009). Dada la baja concentración de P soluble, el abastecimiento de P desde la fracción lábil es de extrema importancia para garantizar un adecuado suministro de P a las plantas. Los extractantes que se utilizan en los análisis de suelo buscan cuantificar la fracción lábil y también incluyen la fracción soluble.

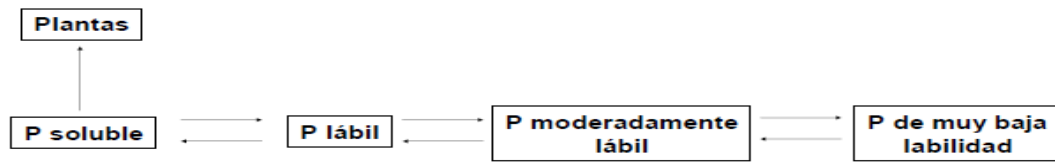


Figura 2. Esquema de la relación entre las fracciones de P del suelo de acuerdo a su labilidad y disponibilidad de P para las plantas.

Los principales factores que afectan la disponibilidad de P para los cultivos y la respuesta a la fertilización fosfatada son los siguientes:

Del suelo

- Físicos: Textura, Aireación, Compactación, Temperatura, Humedad.
- Químicos: Mineralogía, pH, Materia orgánica, Capacidad de absorción, Interacción con otros nutrientes.
- Biológicos: Residuos, Raíces, Bacterias, Micorrizas.

De la planta

- Desarrollo y distribución de raíces, Especie, Híbrido o Variedad, Nivel de rendimiento.

2.3 ANÁLISIS DE FÓSFORO EN EL SUELO

El nivel del fósforo en los análisis de suelos da una medida del contenido de P que será suministrado a la solución del suelo, y no indica la cantidad total del fósforo en el suelo, porque la cantidad de fósforo disponible es mucho menor que la cantidad total.

El nivel de fósforo en los análisis de suelos es, en realidad, un índice que ayuda a predecir los requerimientos de los fertilizantes fosfatados de los cultivos. Las recomendaciones para la aplicación de fertilizantes se determinan sobre la base de ensayos de campo realizados en muchos suelos y cultivos.

Es importante tener en cuenta que el análisis de suelo es un componente crítico en la producción de cultivos y el manejo de los suelos (Bullock, 2000).

2.4 EFICIENCIA DE FÓSFORO

El fósforo en la mayoría de los suelos generalmente es retenido y por esta razón puede afectar el rendimiento de los cultivos y la fertilidad del suelo, aún por varios años después de su aplicación. Este impacto se denomina *Efecto Residual*. En consecuencia, la eficiencia de una aplicación puede evaluarse para un solo ciclo de cultivo o para varios. La evaluación adecuada de los efectos residuales requiere de períodos largos para capturar de forma adecuada el real impacto del proceso. Johnston y Syers, 2009.

Existen dos formas de evaluar la eficiencia de nutrientes: La *eficiencia agronómica (EA)* y el *Balance parcial de nutrientes (BPN)*.

2.4.1 Eficiencia Agronómica (EA)

Considera cuanto incremento en rendimiento, se logra por unidad de nutriente aplicado. Bruulsema, (2005), define mediante la siguiente ecuación:

$$EA = (R - R_0) / D$$

Donde: R es el rendimiento fertilizado (kg/ha), R_0 es el rendimiento sin fertilizar (kg/ha) y D es la dosis del nutriente aplicado (kg/ha). Por esta razón, la EA es una expresión sin unidades. Murrell.

2.5 CURVAS DE ABSORCION DE NUTRIENTES

Una curva de absorción es la representación gráfica de la extracción de nutrientes, que representa las cantidades de este elemento extraídas por la planta durante su ciclo de vida. Esta curva se obtiene correlacionando la variable extracción de nutrientes con el ciclo del cultivo, medido en días después de la siembra o plantación. Basantes (2010). La extracción de nutrientes depende de diferentes factores tanto internos como externos, los más sobresalientes son:

2.5.1 Factores internos.

- *El potencial genético de la planta* se refiere a la calidad de la variedad que es fundamental para la obtención de elevados rendimientos, juntamente con la mejoría del ambiente y de las condiciones de manejo del cultivo. Los recursos genéticos de los cultivos, variaron mucho a lo largo de las últimas décadas. Por esta razón es ideal determinar la curva de extracción para cada cultivar.
- *Edad de la planta o estado de desarrollo de la misma:* La curva necesariamente debe reflejar los cambios nutricionales dependientes de la fenología de la planta. Con esto se pueden asociar puntos de máxima absorción con puntos claves de desarrollo como prefloración, floración, fructificación etc.

2.5.2 Factores externos

Los factores externos son aquellos relacionados con el ambiente donde se desarrolla la planta como la temperatura, humedad, brillo solar, etc.

2.5.3 Importancia y utilidad de las curvas de absorción

Conociendo el comportamiento de las curvas de absorción se determinan las épocas de mayor absorción de nutrientes durante el ciclo de crecimiento. Esto a su vez permite definir las épocas de aplicación de los fertilizantes en los programas de fertilización, que generalmente deberán ocurrir 1 a 2 semanas antes de este pico de alto requerimiento de nutrientes. Con esto se logra maximizar el aprovechamiento de los fertilizantes. Las curvas de absorción permiten también conocer la calidad nutritiva, en cuanto a contenidos de nutrientes, de las partes de la planta de consumo humano o animal.

2.5.4 Estimación de dosis de fertilización

Conociendo el consumo total de nutrientes de un cultivo, lo primero que se puede hacer es estimar la dosis de nutrientes necesarias para obtener un rendimiento dado. Esto se logra confrontando el consumo total con las cantidades presentes en el suelo

para determinar las cantidades de nutrientes necesarios para llegar a la meta de rendimiento establecida. Este método funciona mejor en cultivos perennes donde existe muy poca información de calibración del análisis de suelos para determinar las dosis de nutrientes (Bertsch, 2005).

2.6 FERTILIZANTES

2.6.1 Micro esencial 12- 40-0-10 S-Zn

Es un fertilizante compuesto granulado, desarrollado para suplir eficientemente las necesidades de fósforo, nitrógeno, azufre y zinc en la mayoría de los cultivos. Es principalmente recomendado en la fertilización inicial de cultivos por su alta concentración de fósforo en forma de MAP (fosfato mono amónico), así como su contenido balanceado de nitrógeno (N), azufre (S) y zinc (Zn). Provee nitrógeno, fósforo, azufre y zinc en las formas en que son absorbidos por la planta, lo que asegura un buen desarrollo en los estados iniciales del cultivo.

2.6.2 Fosfato mono potásico, MKP (KH_2PO_4)

Es un fertilizante compuesto que se presenta en polvo o granular, de baja toxicidad y soluble en agua por lo que responde a una reacción ácida. Su aportación en nutrientes para los cultivos es de 52 % de P_2O_5 y 34 % de K_2O . Por su solubilidad puede lixiviarse por lo que su uso debe ser periódico. Por su alta y rápida asimilación y por su contenido de potasio es recomendado para cultivos al inicio de la fase vegetativa y durante el desarrollo de floración y fructificación, ya que su carácter ácido favorece el aprovechamiento de los nutrientes minerales de la zona fértil del suelo, siendo además inductor de floración y fructificación en los cultivos.

2.7 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PIÑA

2.7.1 Taxonomía

Reino..... Vegetal
División..... Monocotiledóneas
Clase..... Liliopsida
Orden..... Bromeliácea
Familia..... Bromeliaceae
Género..... *Ananas*
Especie..... *comosus*
Variedad..... MD2

2.7.2 Planta

Es una planta herbácea perenne, que presentan una inflorescencia terminal, en la cual, algunas yemas laterales inician su crecimiento para formar una nueva planta generalmente después de la cosecha del fruto para determinar una segunda producción del cultivo.

2.7.3 Tallo

Tiene una consistencia carnosa. Aquí se desarrolla yemas axilares las cuales tienden a alargarse de manera lateral y forman los denominados *puyones* los mismos que son utilizados como material de propagación del cultivo.



Planta de Piña MD2



Fotos tomadas en el ensayo

2.7.4 Hojas

Son suculentas, sésiles y superpuestas formando una roseta de tal manera que las hojas más jóvenes se localizan en el centro y las viejas en el exterior. Una planta se le considera adulta cuando posee 70-80 hojas. Son de color verde claro y angosto. Pac, 2005., sin embargo Morazán, 2010 menciona que el número de hojas para esta variedad está entre los 50-70 por planta. Para una mejor descripción y manejo del cultivo y de acuerdo a su crecimiento, desarrollo y posición se le clasifica de la siguiente manera:

CUADRO 1: Clasificación de las hojas de Piña

HOJAS	CARACTERÍSTICAS
A	Hojas que en el momento de separar el retoño están ya totalmente desarrolladas.
B	Son las que en tal momento no han terminado aún su crecimiento.
C	Estas son las más viejas producidas después de la implantación del retoño; la única restricción que presenta su limbo es la del “cuello” de la base o cuello basal.
D	Son las hojas adultas mejor desarrolladas, forman un ángulo de 45 ⁰ con el tallo, son las más largas de la planta y se usan para realizar los análisis foliares.
E	Están fijadas sobre la espaldilla del tallo, tienen una forma lanceolada típica, pero con una base en los bordes ligeramente convergentes cuya anchura no excede de la mayor del limbo.
F	Son las hojas jóvenes de la roseta visible exteriormente su anchura máxima se sitúa entre el tercio y la mitad de su altura; los bordes del limbo de su base son claramente convergentes.



Posición de la hoja "D"

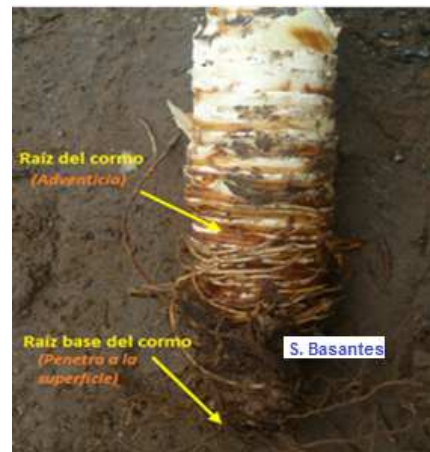
Lo característico del cultivo es que las hojas forman un canal por lo que aumenta su rigidez y permite que la planta recoja en su base toda precipitación que se produzca, siendo aprovechado por las raíces adventicias localizadas alrededor del cormo. La cara inferior de la hoja, está cubierta de tricomas, las cuales tienen mucha importancia en la economía del agua al reflejar la luz y evitar así el recalentamiento de la planta.

2.7.5 Raíz

Por ser una planta monocotiledónea presenta un sistema radicular pivotante fibroso cuando su propagación es a través de semillas, pero cuando su propagación es a través de material vegetativo “puyones” posee un sistema radical fibroso la cual es superficial y puede alcanzar en el mejor de los casos una profundidad de 60-70 cm, cuya longitud es aproximadamente 2 m.

La planta presenta 2 tipos de sistema radicular, debido a su material de propagación:

- a) Las adventicias que se originan alrededor del cormo y son las encargadas de capturar el agua y nutrientes acumuladas en la base de las hojas.
- b) Raíces que emergen de la base del cormo las mismas que penetran hacia la superficie del suelo para capturar el agua y nutrientes a mayor profundidad. Su aparecimiento se da en aproximadamente a las 2-3 semanas después de la plantación.



Tipos de Raíz

2.7.6 Flor

La inflorescencia es una espiga que sobresale del meristemo apical de la planta. Tiene forma de espiral y está compuesta de 150-200 flores individuales dispuestas alrededor del eje central. El conjunto de estas flores individuales dan origen al fruto (Bonatti, et al, 2005).

Está formado por tres sépalos, tres pétalos, seis estambres situados en dos verticilos, un pistilo tricarpelar con ovario ínfero. Los pétalos liguliformes, azul-púrpura, tienen una base blancuzca y llevan sobre su cara daxial las escamas carnosas. El conjunto de la corola forma un tubo alargado, ligeramente más ancho en su extremidad y en el centro del cual emergen los tres estigmas violeta pálido del estilo. Tres glándulas nectaríferas desembocan por conductos diferentes en las base del estilo. Las flores son auto estériles.

Antes de la floración se han efectuado todas las divisiones celulares, por lo que en esta etapa se puede predecir el tamaño final de la fruta. Los posteriores aumentos de peso y volumen son únicamente la consecuencia de modificaciones de tamaño y peso de las células, es decir se da acumulación de fluídos y simplemente la célula se va llenando hasta alcanzar su respectivo tamaño.

Después de la *antesis*, todas las piezas florales, exceptuando el estilo y los estambres y pétalos, que se marchitan, contribuyen a formar el fruto partenocárpico, es decir que se produce bajo condiciones naturales ya que sus óvulos son inmaduros. La corona, que se ha ido desarrollando mientras ha durado la formación del fruto, entra en estado de letargo cuando aquel está ya maduro y sólo reanudará su desarrollo una vez plantada. En la variedad MD2, aparece a las 8 semanas pos-inducción lo que se denomina la vellota.



Vellota



Fruta madura (25 semanas pos inducción)

2.7.7 Fruto

El fruto de la piña es una *sorosis*, y es el conjunto de cada frutículo individual. Nace en el ápice del pedúnculo, cuya parte comestible consiste en los ovarios, base de los sépalos, brácteas y la corteza del eje. La cáscara está formada por los sépalos y brácteas de la flor. Es un fruto no climatérico. El desarrollo y maduración de la fruta se da en secuencia, es decir, desde su base hasta la parte superior (Morazán, 2010).

La maduración completa se da a las 25-26 semanas pos-inducción dependiendo de la época del año. Algo muy importante es que el peso de la fruta madura depende directamente del peso de la planta alcanzada al momento de la Inducción floral. El desarrollo del fruto depende del área foliar de la planta alcanzada en la inducción floral, ya que después de esta etapa ya no se forman nuevas hojas

2.8 FERTILIZACIÓN

Se debe establecer un adecuado programa de fertilización al cultivo, para obtener buenos rendimientos y calidad de exportación, por lo que se debe considerar los siguientes aspectos: suelo, precipitación, manejo de drenajes, variedad, etc. El rendimiento del cultivo de piña es influenciado por la disponibilidad de nutrientes para la planta en el suelo debido a que si no se encuentran en cantidades adecuadas, se deben adicionar fertilizantes químicos o enmiendas para suplir las necesidades y corregir deficiencias. El análisis químico del suelo complementado con el análisis foliar suministran una información muy valiosa para diseñar un programa de fertilización para el cultivo (Villegas, et al, 2007).

Un programa de fertilización debe considerar los siguientes pasos:

- Análisis de suelo (antes de la siembra) o plantación.
- Aplicación de carbonato de calcio u otras enmiendas.

- Aplicación de fertilizante al suelo: hasta los 90 días después de la plantación.
- Ciclos de aplicaciones foliares (cada 15-18 días).
- Análisis foliar (a los 5-8 meses).
- Programa de aplicaciones foliares pos- forzamiento

2.8.1 Deficiencias de fósforo

En la composición y descomposición de los hidratos de carbono, al ácido fosfórico es, en cierto modo, la clave de todas las transformaciones por las que la planta adquiere la energía para sus procesos metabólicos. La piña solo absorbe cantidades reducidas de fósforo ya que aprovecha todo lo absorbido. Los síntomas visuales de deficiencia no son particularmente específicos: el crecimiento disminuye y las hojas más viejas toman una coloración morada y con necrosis en los extremos. Se presenta en suelos muy ácidos y es difícil de corregir. El material de siembra tarda mucho en desarrollarse y en general una planta deficiente en fósforo tiene poco desarrollo. Generalmente se aplica todo el fósforo en los primeros meses de la siembra, pero es recomendable su aplicación en las diferentes etapas de desarrollo de la planta.

2.9 INDUCCIÓN FLORAL

Es el cambio de la yema vegetativa a reproductiva. Desde el punto de vista fisiológico, el ápice de la planta es vegetativo y dará lugar a solo hojas, pero conforme avanza la edad de la planta y por supuesto su madurez, se llegará a una etapa en que el ápice tendrá capacidad de cambiar de vegetativo a reproductivo o sea formar un primordio floral. Toda esta etapa es la que se conoce como período juvenil. Laboratorios agroenzimas. En el cultivo de piña existe *floración natural* a causa del estrés de la planta, lo cual es provocado por diferentes factores como son: mala nutrición, mal manejo, temperaturas por debajo del umbral de crecimiento (<18°C), días cortos, etc.

La floración natural de la piña en plantaciones comerciales, ocasiona serias pérdidas económicas, además de desorganizar la producción (Vento, 2011). El estrés provocado por las bajas temperatura induce la síntesis de la hormona etileno, la misma que inicia los cambios de procesos químicos que dan lugar al cambio de estado vegetativo a floral. Para evitar estos inconvenientes se realiza la ***inducción artificial de la floración***, mediante la aplicación de hormonas a la planta, pero se debe tener en cuenta que esta actividad no lo controla totalmente ya que como se mencionó anteriormente depende de muchos factores para poder erradicar o evitar este gran problema que tienen todos los productores de piña. En la actualidad se utilizan con mucho éxito algunas sustancias como reguladores de crecimiento (fitohormonas) que juegan un papel importante en diversos procesos fisiológicos de la planta. En el mercado existen productos que inducen a una floración homogénea de la plantación, favoreciendo así la recolección y acortando el periodo de la cosecha, entre ellos están: Acetileno, Etileno, Ethrel o Etheption, ANA (Ácido Naftaleno Acético) (Bolaños, 2003).

Cuando la plantación se ha destinado para una segunda cosecha, esta práctica se lo realiza a las 23-26 semanas después de la primera cosecha. Esta actividad es efectiva siempre y cuando la planta tenga una cierta edad sensible para inducirlo, un peso específico que es de 2,4 kg. Es importante mencionar que existe una relación entre el peso de la planta a la inducción con el peso de la fruta a cosechar. Los productos utilizados son: gas etileno 5-6 lbs + 36 Kg de carbón activado en 6000 L de agua. Dicha aplicación se la hace de manera mecánica con el Aguilón, cuyo momento más apropiado para realizarla es en días nublados, por la tarde o noche ya que el carbón activado es un producto inflamable.

Una vez realizado la primera aplicación para la Inducción floral, se procede a realizar su respectivo control para ver la eficiencia que obtuvo el producto, para lo cual, a los 7 días pos inducción se le hace la *prueba del Meristemo*, la cual consiste en cortar un cierto número de plantas por la mitad y observar si el meristemo apical presenta una

pequeña punta lo cual indica que ha cambiado de un estado vegetativo a reproductivo; si menos del 95% de las plantas están forzadas, se recomienda realizar una segunda aplicación para de esta manera tener el 100% de plantas forzadas (Arias y López, 2007).

2.9.1 Ventajas

- Homogeniza la floración y/o cosecha.
- Programación de cosecha de acuerdo a las necesidades del mercado y del productor.
- Se obtiene frutos de tamaño uniforme.
- Reduce el ciclo del cultivo
- Aumenta un 20% en el rendimiento.

2.9.2 Desventajas

- El carbón activado es un producto inflamable, por lo que se recomienda no fumar en el momento de preparar la solución y durante su aplicación.
- No se debe fertilizar el cultivo con nitrógeno en las 4 semanas antes de comenzar la inducción pues altas concentraciones de nitrógeno en la planta, disminuyen considerablemente la eficiencia, ya que generan crecimiento vegetativo nuevo en vez de promover el crecimiento reproductivo.

2.10 DIFERENCIACIÓN FLORAL

Se presenta de manera progresiva después de la inducción hasta que las flores acumulen todas sus partes. Una vez que comienza esta diferenciación, se inicia la formación de las distintas partes de cada flor individual las cuales crecen principalmente por división celular. La formación de la flor ocurre antes de que se abra la flor dentro de la inflorescencia. El ovario es lo que eventualmente será el fruto.

De 5 a 10 flores se abren cada día, a partir de la base, por un período de 10 a 20 días. Tanto el polen como los óvulos son funcionales; sin embargo no forman semillas a

menos que se efectúe una polinización cruzada (Samson, 1991). Conforme va creciendo cada ovario hay una fase de crecimiento por división o multiplicación de células y otra fase por alargamiento de las células previamente formadas. La etapa de división celular de cada ovario es de aproximadamente 20-30 días y luego continúa su crecimiento por alargamiento celular. En la medida que haya mayor cantidad de células formadas en la primer etapa, habrá mayor potencial de tamaño final del fruto.

El fruto compuesto está formado por la unión de pequeños frutos individuales con las brácteas y el eje central de la inflorescencia; la maduración toma de 5 a 6 meses.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

- Puyones categoría grande del híbrido MD2
- Fertilizantes: Microesencial 12-40-0, Fosfato Monopotásico (MKP), Urea, Muriato de Potasio, Sulfatos de Mg-Zn-Fe-Mn, Nitrato de calcio, Acido bórico, Liborex
- Biol
- Insecticidas: Clorpirifos, Diazinon, Sevin
- Fungicidas: Acido fosforoso, Metalic
- Herbicidas: Diuron, Galoper
- Balanza de precisión
- Flexómetro
- Estufa
- Machetes
- Estacas
- Piola
- Letreros
- Etiquetas
- Fundas plásticas y de papel
- Calculadora
- Computadora
- Cuaderno de campo
- Aguilón

3.2 UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Ubicación Política

El Proyecto se realizó en la Empresa TERRASOL, ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Hacienda María Elena, km 18 vía a Chone.

3.2.2 Ubicación Geográfica

- LATITUD: 0° 12' 52" S
- LONGITUD: 79° 18' 49" O
- ALTITUD: 349 m

3.2.3 Ubicación Ecológica

- Altitud: 349 m
- Temperatura media anual: 24°C
- Precipitación anual: 2400 mm
- Humedad relativa media anual: 85 %
- Velocidad promedio del viento: 3.5 m/s
- Textura del suelo: Franco arenoso-limoso, pH 5.6

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Diseño Experimental

3.3.1.1 Factores a probar

FUENTES

F1 = Microesencial 12-40-0 (*suelo*)

F2 = MKP (Fosfato Mono Potásico) (*foliar*)

ÉPOCAS (*días después de la plantación*)

E1 = 15

E2 = 45

E3 = 90

DOSIS (*Kg P.ha⁻¹*)

D 1= 120 (Micro esencial); **D 1**= 24 (MKP)

D2 = 180 (Micro esencial); **D2** = 36 (MKP)

CUADRO 2: Nomenclatura y descripción de los tratamientos del ensayo

Tratamiento	Nomenclatura	Descripción		
		Fuente	Época (ddp)	Dosis ($Kg P.ha^{-1}$)
T1	F1E1D1	Microesencial	15	120
T2	F1E1D2	Microesencial	15	180
T3	F1E2D1	Microesencial	45	120
T4	F1E2D2	Microesencial	45	180
T5	F1E3D1	Microesencial	90	120
T6	F1E3D2	Microesencial	90	180
T7	F2E1D1	MKP	15	24
T8	F2E1D2	MKP	15	36
T9	F2E2D1	MKP	45	24
T10	F2E2D2	MKP	45	36
T11	F2E3D1	MKP	90	24
T12	F2E3D2	MKP	90	36

Previo a las respectivas fertilizaciones se realizó los cálculos en base a las dosis de fósforo. ha^{-1} para saber la cantidad requerida de fertilizante a aplicar en cada unidad experimental y en todo el ensayo.

CUADRO 3: Cantidad de fertilizante necesario en el ensayo

FERTILIZANTE	FUENTES			
	Micro esencial		MKP	
	DOSIS ($kg P . ha^{-1}$)			
	120	180	24	36
Kg / ha	300	450	46	69
Kg / UE	7,43	11,14	1,14	1,71
Gramos / pl	5,04	7,6	0,8	1,16
Kg / época	22,3	33,42	3,42	5,13
Kg / ensayo	67	100,26	10,26	15,39
TOTAL (Kg)	167,3		25,65	

A continuación se procedió a pesar las diferentes cantidades del fertilizante en una balanza de precisión para ser aplicados por planta pero únicamente para el caso del Micro esencial que es edáfico, ya que para el MKP que es vía foliar, el Aguilón ya tiene su respectiva calibración para ser proporcionado por planta.



Aplicación de fertilizantes

En base a los tratamientos establecidos, se procedió a realizar la fertilización tanto edáfica como foliar. Para la fertilización edáfica previamente se hizo hoyos de 5cm a lado de cada planta con ayuda de un espeque para de esta manera depositar el fertilizante en los diferentes tratamientos, y una vez culminado esta actividad se procedió a tapar los huecos con el mismo espeque.

3.3.1.2 Tipo de diseño

Se aplicó un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) dispuestos en un arreglo factorial 2x3x2.

3.3.1.3 Repeticiones o bloques

Tres repeticiones

3.3.1.4 Características de las Unidad Experimental

- Número de UE = 36
- Área de las UE = 247,5 m²
- Largo = 27,5 m

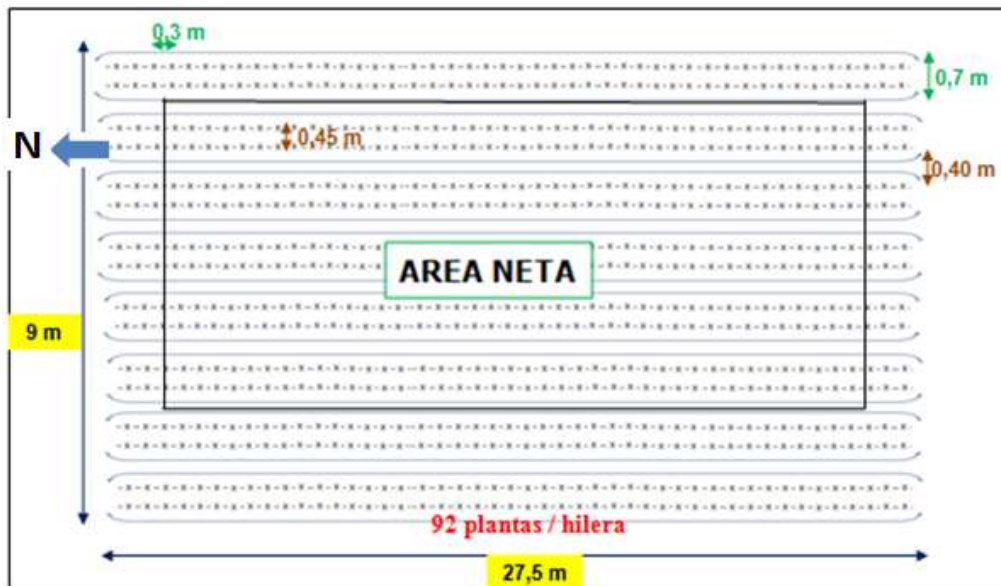
- Ancho = 9 m
- Área total del ensayo (sin calles) = 8910 m²
- Área total del ensayo (con calles) = 9900 m²
- Largo = 165 m
- Ancho = 18 m
- Área neta = 145 m²

Distancias de siembra

- Ancho de cama 0,70 m
- Entre plantas. 0,30 m
- Entre hileras 0,45 m
- Entre camas 0,40 m
- Número de plantas/parcela neta 862
- Número de plantas/parcela 1472

Cada unidad experimental (UE) estuvo conformado por 8 camas con 16 hileras. Los muestreos se realizaron en 5 camas, las mismas que fueron del 2 al 6, con la finalidad de evitar el efecto borde.

Croquis del diseño de la UE



3.3.2 Análisis Estadístico

Con los resultados obtenidos en cada unidad experimental en función de las variables tomadas se realizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan al 5%, utilizando el programa INFOSTAT que es un software para análisis estadístico de datos, que cubre las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, así como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado. <http://www.infostat.com.ar/>

3.3.2.1 Esquema de análisis de varianza

CUADRO 4. Esquema del análisis de varianza para determinar el efecto de nutrición del Fósforo en la Inducción Floral en diferentes niveles y épocas usando dos fuentes comerciales.

Fuentes de variación	G.L.
Total	35
Repeticiones	2
Tratamientos	(11)
Entre Fuentes	1
Dentro Fuente 1 (12-40-0)	(5)
Dosis	1
Épocas	2
D * E	2
Dentro Fuente 2 (MKP)	(5)
Dosis	1
Épocas	2
D * E	2
Error	22

3.3.2.2 Coeficiente de variación

Permitió medir el porcentaje (%) del error con respecto a la media. Valores altos del coeficiente de variación, indican que existe alta variabilidad en los datos, por lo tanto no estarían respaldando una verdadera evaluación de los tratamientos y en definitiva la credibilidad de los resultados y del experimento en general. Se calculó así:

$$CV = \sqrt{\frac{CME}{\bar{X}}} * 100$$

3.3.2.3 Análisis funcional

- Prueba de Duncan al 5% por cada tratamiento e interacción.

3.3.2.4 Regresiones y correlaciones

Con la finalidad de conocer el grado de intensidad entre las variables, se efectuaron regresiones y correlaciones con los datos obtenidos, durante el ciclo vegetativo del cultivo, y de esta manera determinar la fuente, época y dosis de fertilización adecuada para el cultivo de piña.

3.3.3 Análisis Económico

El análisis económico se realizó siguiendo la metodología de Perrin *et al* (1981) para lo cual se estableció el beneficio bruto que correspondió a las dosis y épocas de aplicación.

3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

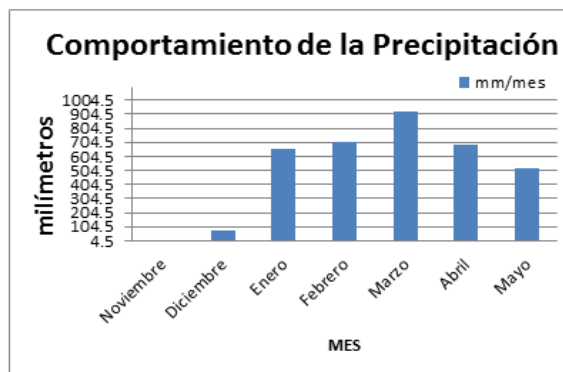
3.4.1 CONDICIONES CLIMATICAS

3.4.1.1 CLIMA

Precipitación: Total durante el tiempo del experimento: Nov 2011-Mayo 2012 (3590,5 mm).

MES	mm/mes
Noviembre	4,5
Diciembre	81
Enero	658
Febrero	707
Marzo	927,5
Abril	689
Mayo	523,5
TOTAL	3590,5

Acumulación de precipitación (Noviembre 2011 a Mayo 2012)



Comportamiento de la precipitación durante el ensayo

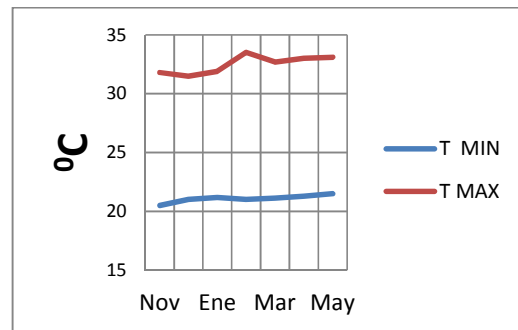
El cultivo de Piña necesita:

- 1800 mm/año.
- 75 mm/ mes.

Menores a estos requerimientos se necesitan complementar con un sistema de riego por aspersión. Su morfología la hace poco exigente y soporta desde 1,000 mm/año bien distribuidos, sin embargo la falta de agua en la etapa inmediata después de la siembra, inicio de la floración y formación del fruto retarda el crecimiento de la planta y reduce el tamaño del fruto.

Temperatura: Durante el ensayo, el promedio de temperatura mínima y máxima fue de 21,1-32,5°C, respectivamente.

MES	°T MIN	°T MAX
Noviembre	20,5	31,8
Diciembre	21,0	31,5
Enero	21,2	31,9
Febrero	21,0	33,5
Marzo	21,1	32,7
Abril	21,3	33,0
Mayo	21,5	33,1
PROMEDIO	21,1	32,5



Temperaturas mínima y máxima (Noviembre 2011- Mayo 2012)

Comportamiento de la temperatura durante el ensayo

Es importante destacar que la temperatura es el factor más importante en la producción, jugando un papel fundamental en la formación, madurez y calidad del fruto. El umbral mínimo y máximo para un buen crecimiento y desarrollo del cultivo es de 18-32°C, respectivamente. Fuera de estos parámetros afectan el desarrollo normal de las plantas. Temperaturas inferiores a 18°C, aceleran la floración, disminuyendo el tamaño del fruto y haciéndolo más ácido y percedero, mientras que temperaturas superiores a 32°C, pueden quemar la epidermis y tejidos subyacentes, de igual manera disminuye la acidez, presentan daños en plantas y frutos por lo que disminuye la calidad, porque la respiración y el metabolismo se aceleran, además afecta la absorción de nutrientes.

Humedad relativa: 70-85 %

Luminosidad: Se debe tomar en cuenta que el requerimiento óptimo es de 1500 horas y el mínimo es de 1200 horas. Cuando se presenta menos de 3 horas luz/día existe disminución de 10-20% en el rendimiento. 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.

3.4.1.2 SUELO

Se estableció en un suelo profundo, buen drenaje, con textura franco arenoso-limoso y pH 5.6. Cabe mencionar que valores mayores de pH, resultan en alta incidencia de pudriciones de raíz y cogollo por hongos del género *Phytophthora*, de igual manera se produce aparición de clorosis calcárea (deficiencia de Hierro). A pH menores de 5.6 afectan el crecimiento de la raíz y la disponibilidad de nutrientes como potasio y calcio.

3.4.1.3 ALTITUD

Se estableció a una altura de 450 m, por lo que estuvo dentro del parámetro óptimo que es de 0 a 600 m. A altitudes más altas se produce plantas y frutos pequeños, cuya pulpa es pálida y sabor ácido. En tanto que a altitudes menores, el crecimiento es más acelerado con frutos grandes pero la pulpa pierde consistencia y con poca resistencia al transporte de la fruta.

3.4.2 Establecimiento del ensayo en el campo

3.4.2.1 PREPARACIÓN DE SUELO

1. Se eliminó la vegetación existente con la aplicación de un herbicida, para lo cual se utilizó el Paracuat, con el fin de que las plantas se mueran y de esta manera pasar un martillo para triturar y eliminar el cultivo anterior.



Plantas muertas por exposición del Paraquat



Martillo triturando la vegetación anterior

2. Se incorporó 7.2 toneladas de gallinaza por hectárea con la ayuda de jornaleros.
3. Se realizó 4 pases de rastra con el objetivo de desmenuzar los terrones, eliminar la proliferación de maleza e insectos y airear el suelo para que se produzca una rápida y buena descomposición de la materia orgánica.
4. Con la ayuda de 8 jornaleros/ha se realizó una recolección de todo el material vegetativo residual activo del cultivo de piña anterior, el cual representa un problema, ya que después de la siembra comienza a crecer de forma desordenada entre los puyones sembrados dificultando las actividades culturales, al mismo tiempo provoca competencia por luz, agua y nutrientes con los puyones sembrados, y de igual manera representan focos de enfermedades, por todos estos motivos deben ser eliminados del terreno ya que a la larga reduce la productividad del cultivo establecido.



Eliminación de cormos



Boleadora para encalar el suelo

5. Se encaló el suelo utilizando cal dolomita con una aplicación de 2 a 3 TM/ha, con la ayuda de una boleadora.
6. Se procedió a desinfectar el suelo utilizando 9 L clorpirifos en 12000L H₂O con la ayuda de un aguilón.

7. Se realizó dos pases de subsolador en forma cruzada de 0,30 a 0,40 m. de profundidad, la primera en sentido a la dirección de las camas y la segunda en sentido perpendicular a la dirección de las camas con el fin de proveer una aireación, drenaje interno al suelo y evitar la compactación del suelo; posteriormente se realiza una última pasada de rastra para mullir los terrones sobrantes. Es importante que el terreno quede libre de malezas y bien afinado, pues caso contrario se deberá aplicar Glifosato.

8. Se seleccionó el área de siembra, y se procedió a realizar el trazo para la plantación. Se debe tomar en cuenta que la preparación del suelo es de gran importancia para esta planta ya que cuenta con un sistema radicular frágil y superficial. De igual manera se señaló la ubicación de los hidrantes que servirán para el riego.

9. Se reguló la encamadora para realizar las respectivas camas con las siguientes medidas: 0,70 m de ancho, con una altura de 0,30 m y ancho entre camas 0,40 m; se debe recalcar que la longitud de las camas depende de la topografía del terreno. Se realizó bloques con 16 camas dejando calles de 3 m de ancho entre bloques para permitir el paso del tractor. En el interior de los bloques se realizó canales de forma transversal a las camas cada 25 m tomando en cuenta la topografía del terreno para permitir el drenaje superficial y evitar la erosión del suelo. Esta labor es importante ya que permitió que la planta pueda drenar el exceso de humedad que se acumuló en el suelo en los períodos prolongados de lluvia, que se dio entre Enero a Abril.



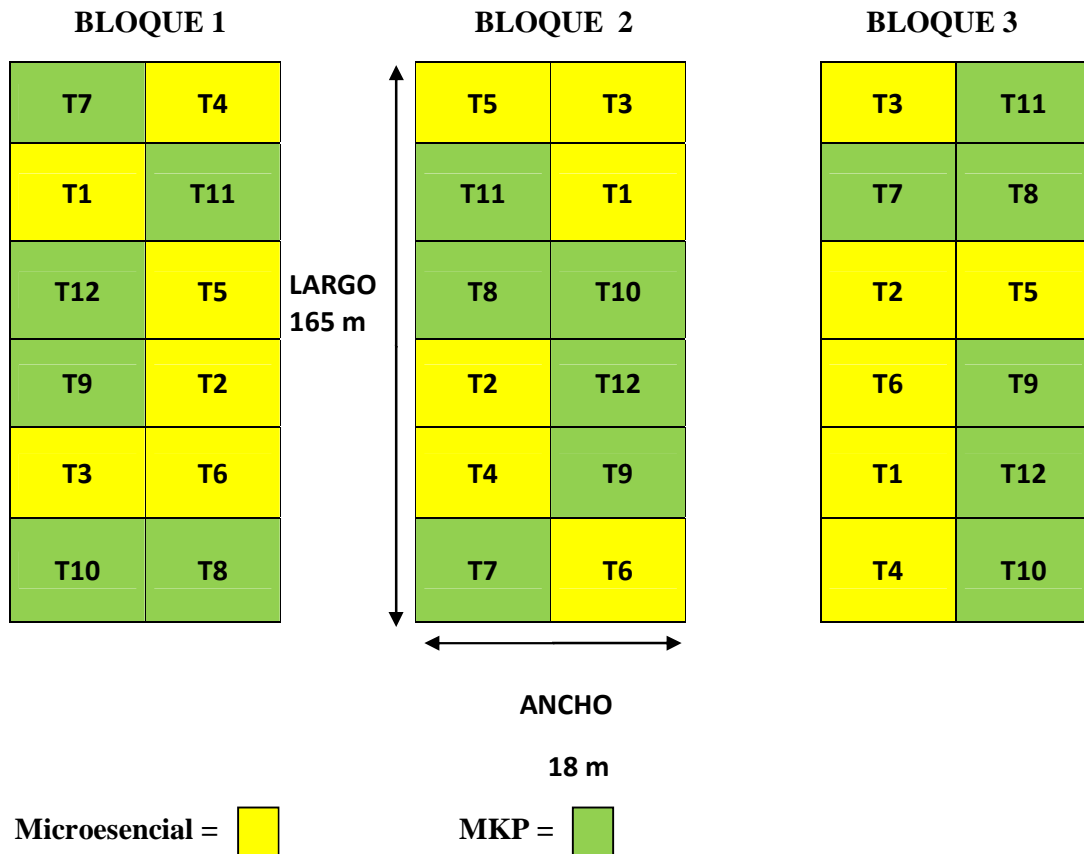


Elaboración de camas para la siembra y zanjas para drenaje

3.4.3 PLANTACIÓN

Previo a la plantación se delimitó 3 bloques seguidos que vinieron a ser las repeticiones para el ensayo; cada bloque tuvo las siguientes características:

- Largo = 165 m
- Ancho = 18 m
- Material de plantación utilizado = Puyones del híbrido MD2, categoría grande.



La plantación se realizó el 15 de Noviembre del 2011 (semana 46 del año). Los puyones fueron recolectados en el vivero los mismos que fueron transportados en el carretón hacia el área del ensayo y se procedió a descargar en los diferentes bloques. Los puyones previamente fueron desinfectados en base a los siguientes productos y dosis:

PRODUCTO	DOSIS L ⁻¹ H ₂ O
Diazol	1 cc
Vitavax	1 gr
Metalic	1 cc
Benlate	1,5 gr

Productos usados para desinfectar los Puyones



Distribución de los puyones en el ensayo

La plantación se realizó de forma manual usando una herramienta denominada *espeque* que facilitó la realización de los hoyos, con esta herramienta se hizo un hoyo y se depositó el puyón a una profundidad de 12-15cm. Para mantener una distancia exacta de siembra se utilizó una cuerda larga la cual estaba marcada cada 0,30 m y de esta manera se facilitó el trabajo de siembra. Se tapó y se presionó con el pie y a continuación se procedió a jalar la punta de la hoja para verificar si está bien sembrado, de lo contrario existirá presencia de enfermedades como la *Phytophthora parasitica*.

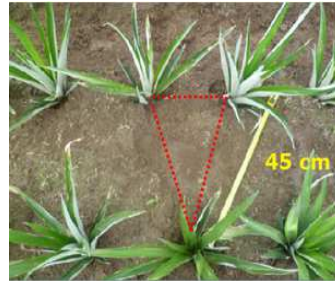
Se debe tomar en cuenta que cada bloque de siembra debe guardar homogeneidad con respecto al tipo y peso del material de propagación cultivada, de lo contrario se obtendrá cosechas irregulares. Es muy importante mencionar que este cultivo *se puede sembrar todo el año* siempre y cuando se cuente con un sistema de riego para ser empleada en las épocas secas y así poder cubrir los requerimientos que demanda el cultivo. Se debe implementar una *siembra sincronizada* para que la cosecha se programe de acuerdo con la venta y mercadeo del producto.



Hoyado y plantación

3.4.3.1 Distancia de plantación

La densidad aproximada fue de 17664 plantas/bloque, con un total de 52992 plantas en todo el ensayo. La distancia entre hileras fue de de 0,45 m y entre plantas de 0,30 m en un sistema de siembra de doble hilera a tres bolillo.



Distancia entre plantas e hileras

3.4.4 DELIMITACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Una vez plantada toda el área del ensayo, se procedió a delimitar cada bloque para establecer las unidades experimentales. Mediante un flexómetro y con la utilización de estacas previamente pintadas de color blanco se dividió cada 27,5 m de largo los bordes de cada bloque. Posteriormente para identificar cada unidad experimental se usó una piola que fue unida de estaca a estaca. El ancho de cada unidad experimental fue de 9m que correspondió a 8 camas. De esta manera cada bloque quedó conformado por 12 unidades experimentales.



Colocación de estacas

Los bloques de igual manera fueron identificados mediante una estaca pintada de color rojo que indica lo siguiente:

- Lote **11446**. El número **11** nos indica el año de siembra, el número **4** indica la sección dentro de la Hacienda en el cual está ubicada el ensayo, y la cifra **46** indica la semana del año en que fue plantada.
- Número de bloque al que corresponde
- Número de plantas
- Categoría de los puyones
- Peso promedio de los puyones sembrados en gramos.

A continuación se procedió a realizar los letreros para identificar cada tratamiento en las unidades experimentales; estos letreros fueron ubicados mediante estacas en la mitad de cada unidad experimental.



Identificación de los tratamientos

3.4.5 RESIEMBRA

A las 6 semanas después de la plantación se hizo un recorrido por el ensayo para reemplazar aquellas plantas enfermas o muertas; esta resiembra se lo realizó con puyones de categoría extra grande (500-600 gr) para mantener una uniformidad de la plantación.

3.4.6 CONTROL FITOSANITARIO

Consistió en controlar las malezas, plagas y enfermedades que lógicamente pudieran causar daño al desarrollo del cultivo. Todas las actividades que se realizaron para proteger al cultivo de estos enemigos, se ejecutaron con cuidado y en el momento oportuno., ya que cualquier descuido y atraso hubiese bajado considerablemente la optimización de los resultados en la investigación.

CUADRO 5: Programa para el Control de Malezas, Plagas y Enfermedades desde la siembra hasta la Inducción Floral.

SEMANA	PRODUCTO	TIPO	DOSIS . Ha ⁻¹	
			Kg	L
1	Diuron	Herbicida	2,5	
2	Metalic	Fungicida		3
3 – 6	Clorpirifos	Insecticida		9
16 - 17	Diazinón (<i>Cochinilla</i>)	Insecticida		6
8-9	Sevin	Insecticida	3	
6 – 14 – 22 – 28 – 34	Ac. Fosforoso	Fungicida		8
9 – 19	Galoper	Herbicida	2,5	

Cantidad de H₂O. ha⁻¹

- **HERBICIDA** = 2000 litros de agua/ha
- **CLORPIRIFOS** = 12000 litros de agua/ha
- **METALIC** = 1500 litros de agua/ha
- **AC. FOSFOROSO** = 1500 litros de agua/ha
- **DIAZINÓN y SEVIN (*Thecla*)**= 3000 litros de agua/ha
- **DIAZINÓN (*Cochinilla*)**= 6000 litros

3.4.6.1 Malezas

Las malezas que más se presentaron durante el ensayo fueron: Grama, coquitos, arroz caminador. Se debe tomar en cuenta que el cultivo resulta bastante afectado por la competencia de plantas invasoras que provocan perjuicios considerables en la investigación y producción, ya que la piña es una planta de bajo porte y de sistema radical reducido en relación con su parte aérea. De igual manera se menciona que la piña es un cultivo abierto que proyecta poca sombra y puede ser rápidamente ahogado por las malas hierbas que le merman la humedad, los elementos nutritivos e incluso la luz lo que incide directamente en su peso.

Se realizó un control integral realizando deshierbas manuales y la aplicación de productos químicos. El deshierbe manual se hizo con cuidado de no causar heridas a la planta, sabiendo de antemano que el momento menos peligroso para eliminar la mala hierba es cuando está joven. De igual manera estos controles manuales se realizó bajo previo monitoreo de su incidencia, por lo que se menciona que los coquitos tuvieron mayor incidencia en comparación con las otras malezas, las mismas que necesariamente tuvieron que ser controlados por esta vía. El control químico fue empleado para la eliminación de las otras malezas como la grama y el arroz caminador.



Identificación y control de malezas

3.4.6.2 Plagas y enfermedades

Hubo poca presencia de plagas, como la cochinilla, sinfílidos, picudo; de igual manera existió un bajo porcentaje de incidencia de enfermedades como la *Erwinia*, *Wilt*, *Phytophthora parasítica*, por lo que se realizaron las respectivas aplicaciones de productos químicos para su respectivo control. Las plagas y enfermedades no fueron limitantes para el desarrollo de la investigación.

3.4.7 RIEGO

Se lo aplicó 15 días después de la siembra, el 01 de Diciembre del 2011 donde la precipitación fue muy baja, con intervalos de cada 8 días y con una duración del riego de 1 hora y 30 minutos, expulsando una cantidad de agua de 60 galones/min/ha. El sistema empleado fue el de riego por aspersión, en donde el cañón y los tubos tuvieron que ser transportados hacia los hidrantes para posteriormente ser instalados con el fin de satisfacer las necesidades que requiere el cultivo para su buen crecimiento y desarrollo.

CUADRO 6: Registro de riego durante el ensayo

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	TIEMPO DE RIEGO (HORAS)	m ³
7:00	8:30	1:30	20,4
8:45	10:15	1:30	20,4
10:25	12:00	1:35	21,6
12:05	13:35	1:30	20,4
13:45	15:15	1:30	20,4
15:25	16:55	1:30	20,4
17:00	18:30	1:30	20,4
18:40	20:10	1:30	20,4
20:25	22:00	1:35	21,6
22:10	23:30	1:20	18,2
	TOTAL	15:00	204,5

De manera general, es importante mencionar que debido a la posibilidad que tiene este cultivo para aprovechar y almacenar el agua, tolera períodos largos de sequía, sin embargo la etapa desde la siembra hasta los dos primeros meses y en el inicio de la floración y crecimiento del fruto necesita un buen abastecimiento de humedad. Los períodos más críticos para la falta de humedad son: establecimiento de la plantación, floración y crecimiento del fruto.



Instalación de los equipos de riego y suministrando agua según la necesidad del cultivo

3.4.8 FERTILIZACIÓN

Todas las aplicaciones de N-K-Ca-Mg y elementos menores fueron por vía foliar mediante el *aguilón*. Tanto los productos, dosis y épocas de aplicación de los fertilizantes se lo hizo en base al programa que realizó la Empresa. El volumen de descarga para todas las aplicaciones fue de 1500 litros de agua/ha, con boquillas 80-15, a una presión de bomba de 36 y a 2000 revoluciones por minuto del tractor.

Este programa de fertilización empleado *no incluyó aplicaciones de fósforo*, ya que este elemento fue el factor en estudio de la investigación, por lo que estuvo dentro de otro programa de fertilización.

3.4.9 INDUCCIÓN FLORAL

Se lo realizó de acuerdo a los pesos frescos obtenidos en cada tratamiento, llegando con un peso promedio mínimo de 2,4 kg/pl. Los productos utilizados fueron: 5 - 6 lbs de gas etileno + 36 Kg de carbón activado en 6000 L de agua. La actividad se realizó a las 05:00 am.



Gas etileno unido al aguilón

Proceso de Inducción floral en el ensayo



Colocación de boquillas



Adición de carbón activado



Aplicación del inductor



Planta inducida

3.5 VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

- Peso fresco y peso seco por planta
- Contenido de extracción de nutrientes (140-230 dds)
- Altura de la planta
- Número de hojas por planta

Para la determinación de cada variable se tomó datos cada 25 días en 5 plantas/unidad experimental, sin embargo para la evaluación de la altura de la planta y número de hojas, previamente se etiquetaron 5 plantas/unidad experimental, con la finalidad de tener una secuencia en el crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta.

El número de muestreos desde la siembra hasta la inducción floral fue de 10, distribuidos de la siguiente manera:

CUADRO 7: Cronograma de muestreos durante el ensayo

MUESTREO	FECHA
1	Martes 15 de Noviembre del 2011
2	Lunes, 12 diciembre del 2011
3	Viernes 06 de Enero del 2012
4	Martes 31 de Enero del 2012
5	Sábado 25 de Febrero del 2012
6	Miércoles 21 de Marzo del 2012
7	Domingo 15 de Abril del 2012
8	Jueves 10 de Mayo del 2012
9	Lunes 04 de Junio del 2012
10	Viernes 29 de Junio del 2012

El crecimiento y desarrollo del cultivo fue evaluado con las variables de producción y crecimiento correspondiente a: altura, número de hojas, peso fresco y seco de la planta, en función de las fases fenológicas hasta realizar la inducción floral.

3.5.1 PESO FRESCO

Se procedió a sacar 5 plantas/unidad experimental, a las cuales se les eliminó la raíz y se procedió a pesar la planta con una balanza de precisión, para de esta manera tener el peso fresco, con el fin de elaborar curvas de producción de masa verde en función del tiempo. De igual manera los datos obtenidos sirvieron para establecer que tratamiento respondió mejor, alcanzando los 2,4 Kg de peso que se requiere para hacer la inducción floral.



Determinación de peso fresco

3.5.2 PESO SECO

De las 5 plantas/unidad experimental que fueron pesadas en fresco, se apartó y se marcó una planta. A continuación se tuvo que picar cada planta para introducirla en una funda de papel y poder ingresar a la estufa a una temperatura de 60°C. Después de 7 días se procedió a sacar las muestras de la estufa con la finalidad de determinar el peso seco de esa muestra. La estufa fue proporcionada por el Laboratorio de la UTE, km 9 vía a Chone. Con los datos de masa seca y los contenidos de P/pl obtenidos de los análisis foliares, se calculó la extracción de P/ha durante el ciclo vegetativo del cultivo. También se determinó el contenido de humedad en la planta.



Procesamiento de las muestras para determinar peso seco en los laboratorios de la UTE

3.5.3 ALTURA DE PLANTA Y NÚMERO DE HOJAS

Con el uso de un metro se pudo tomar la altura de las plantas previamente etiquetadas y a continuación se contó el número de hojas/planta a los largo del ensayo para de esta manera tener una secuencia del crecimiento de la planta.



Tomando la altura de planta y conteo de número de hojas

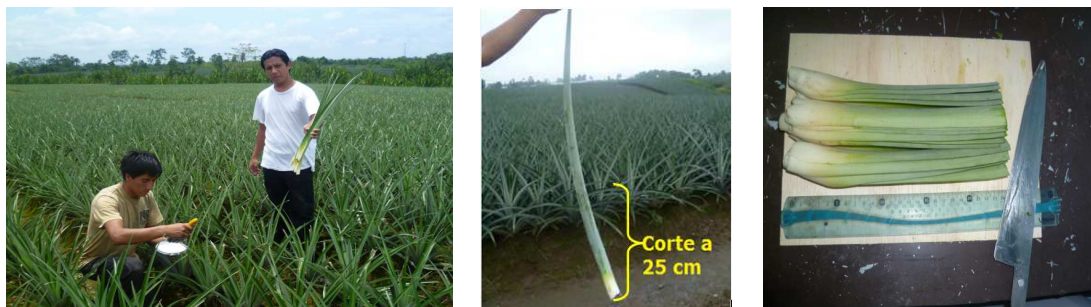
3.5.4 EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES

Para determinar la extracción de nutrientes, se utilizó los datos de masa seca de cada evaluación, a la vez se realizó los respectivos análisis foliares, a partir del cual se pudo considerar el efecto de absorción del Fósforo por parte de la planta hasta la inducción floral.

- Primer análisis = 140 dds (foliar)
- Segundo análisis = 230 dds (foliar)

Para el respectivo análisis foliar se tomó como referencia la hoja “D”. Las muestras se tomaron de los 12 tratamientos, con una cantidad de 15 muestras/tratamiento. Para tener una secuencia entre los análisis foliares, se procedió después del primer análisis foliar a marcar la planta muestreada con pintura blanca para de esta manera sacar la hoja “D” de la misma planta en el próximo muestreo foliar.

Una vez extraída la hoja “D” de la planta se procedió a cortar 25 cm desde la base de la hoja y a continuación se empacó y se etiquetó cada grupo de tratamientos y se envió al Laboratorio para su respectivo análisis.



Muestras de hoja “D” para análisis foliar

3.5.5 Ciclo de crecimiento del cultivo

Bajo las condiciones del experimento el crecimiento del cultivo se describe de la siguiente manera:

El puyón inicia su desarrollo mediante la emisión simultánea de raíces adventicias por su sección basal y de hojas nuevas por su sección apical. Este desarrollo, relativamente lento al principio, se va haciendo paulatinamente más notorio a partir de los 3 meses. Se incrementa la formación de nutrientes por la absorción radicular y la síntesis foliar, estos nutrientes constituyen primeramente la base para el crecimiento vegetativo de la planta.

Posteriormente se inicia la formación de reservas, el desarrollo vegetativo se va restringiendo y se inician una serie de cambios fisiológicos que estimulan la emisión del bloque floral, produciéndose el fenómeno de la inducción floral. En este momento cesa la formación de hojas nuevas para dar lugar a la floración y luego la fructificación.

Los nutrientes y reservas, son aprovechados durante todo el ciclo del cultivo. La producción se puede decir que es la etapa que marca el final del ciclo de la planta, en la cual la planta comienza a decaer notablemente hasta morir, pero, simultáneamente también se inicia la formación y desarrollo de los hijuelos y puyones que aparecen en distintas secciones de la planta, una vez muerta la planta inicial, ésta será remplazada en el mismo lugar donde vegetaba por uno o varios de los hijuelos o puyones los que a su vez reiniciarán el ciclo vegetativo y productivo, para a su vez, llegado el momento, morir y nuevamente dar origen a una nueva generación de material de siembra.

En principio, este ciclo puede repetirse indefinidamente, y si se trata de plantas con suficiente espacio para su desarrollo y que vegetan sobre suelos fértiles, la planta constituida por un gran número de hijuelos y puyones, puede seguir produciendo por varios años.

CAPITULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 PRODUCCIÓN DE MASA VERDE

Al establecer el análisis de varianza de los resultados de producción de masa verde en gramos por planta de la piña por efecto del fósforo aplicado en dos fuentes, tres épocas y dos dosis, presentados en el Cuadro 8, se observa que los resultados de materia verde obtenidos durante 10 evaluaciones de la fase de crecimiento y desarrollo del cultivo hasta la inducción floral de la piña, no presentan significancia a los 0 dds (días después de la siembra), lo que indica que las probabilidades de peso fresco de las plántulas que fueron seleccionadas para la siembra son homogéneas sin variación significativa entre el material vegetativo de partida, lo cual garantiza uniformidad en el material de plantación, con un coeficiente de variación de 4.95 % que es aceptable estadísticamente, y por lo tanto el efecto resultante en el crecimiento y desarrollo vegetativo de la piña va a ser consecuente a los factores en estudio y no al material de plantación.

CUADRO 8. Resultados de producción de masa verde (g/pl) bajo el efecto de tres factores correspondientes a fuentes, épocas y dosis de fósforo desde la plantación hasta la inducción floral en Piña.

FUENTES DE VARIACIÓN	EVALUACIONES				
	0 días	25 días	50 días	75 días	100 días
	p-valor				
FUENTE	0.1375	0.9249	0.1838	0.1764	0.0990
EPOCA	0.8621	0.0050	0.2592	0.9700	0.4163
DOSIS	0.7056	0.5402	0.9105	0.4765	0.0946
F * E	0.2784	0.0093	0.0337	0.8317	0.1152
F * D	0.6033	0.9974	0.9624	0.7853	0.2226
E * D	0.1454	0.0998	0.3769	0.3191	0.9708
F * E * D	0,0616	0,3452	0,9705	0,8652	0,6566
CV (%)	4.95	7.86	5.77	6.45	7.21
p-valor	0,2045 ns	0,0129 **	0,2662 ns	0,8746 ns	0,2516 ns

FUENTES DE VARIACIÓN	EVALUACIONES				
	125 días	150 días	175 días	200 días	225 días
	p-valor				
FUENTE	0.9249	0.2361	0.0474	0.0396	0.0043
EPOCA	0.0050	0.6690	0.0538	0.0303	0.1344
DOSIS	0.5402	0.9200	0.6411	0.4216	0.3629
F * E	0.0093	0.2814	0.8750	0.7722	0.1418
F * D	0.9974	0.4773	0.5163	0.3513	0.0257
E * D	0.0998	0.3085	0.1538	0.6367	0.0857
F * E * D	0,3452	0,4433	0,3236	0,2913	0,0697
CV (%)	7.86	11.21	8.38	7,93	6,44
p-valor	0,0129 **	0,5726 ns	0,1428 ns	0,1395 ns	0,0068 **

A los 25 dds, los efectos de los factores fueron altamente significativos en la producción vegetativa, donde la época de aplicación tuvo un efecto altamente significativo en la producción de masa verde e interactuó de la misma forma con la fuente de fósforo aplicada. Esta interacción fuente-época indica que la piña desde temprana edad responde a la época y fuente de P aplicada, por lo que desde el inicio del cultivo el P ya está influenciando en el crecimiento de la piña, lo cual se pudo constatar por el desarrollo del sistema radicular. Este efecto continuó en el crecimiento del cultivo y se observa que a los 50 dds la interacción fuente-época fue significativa en la producción de masa verde.

A partir de los 75 dds hasta los 150 dds no se observa variación estadística en los resultados de masa fresca en g/pl, lo que indica que las fuentes, dosis y épocas de aplicación del P tuvieron efectos positivos en crecimiento pero en forma independiente, ya que el cultivo aumentó en promedio de 581.3 g (75 dds) a 1110.3 g (150 dds), con un incremento de 529 g/pl en 75 días, dando una tasa de crecimiento de 7.1 g/día. Los valores del coeficiente de variación se mantienen en rangos adecuados para este tipo de investigación realizado en el campo, cuyos datos son promedio de 5 plantas por repetición.

Desde los 150 dds hasta los 225 dds, se observa que es un periodo que es afectado por la fuente de fósforo aplicada y la época de aplicación, siendo los resultados significativamente diferentes por efecto de la fuente y época, en tanto que la *dosis* no afectó estadísticamente en los resultados hasta los 200 días, sin embargo su efecto sólo se observa a los 225 dds, donde interactúa con la fuente de P aplicada en forma significativa, lo que indica que los datos de masa verde están afectados por la cantidad de fósforo aplicada. Este periodo de los 225 dds es un periodo crítico para la piña que se ve afectado por la dosis y fuente de fósforo utilizada, siendo su efecto altamente significativo referente a la fuente usada.

Este periodo en la piña, se diferencia de los anteriores periodos de crecimiento por cuanto hay un efecto de los tres factores en estudio lo cual se caracteriza por presentar un crecimiento más acelerado, con pesos de masa verde que van desde los 1110, 1591, 1818 y 2158 g/pl, a los 150, 175, 200 y 225 dds, respectivamente, lo que marca una diferencia de crecimiento entre los periodos de 481, 227 y 340 g/pl. La tasa de crecimiento en este periodo desde los 150 a 225 dds corresponde a 13.97 g/día (1048 g/75 días), cuyo valor es el doble que el anterior periodo entre los 75 y 150 dds.

Las diferencias en la tasas de crecimiento obtenidas durante el crecimiento y desarrollo de la piña, nos permite concluir que la piña tiene tres fases de crecimiento bien marcadas hasta la inducción floral, una que va desde la siembra (0 dds) hasta los 75 dds, una segunda desde los 75 hasta los 150 dds y otra desde los 150 a los 225 dds, la cual es crítica para el cultivo ya que los mayores crecimientos corresponden a este periodo. En la figura 3, se puede observar el comportamiento del cultivo de piña según lo anotado anteriormente, donde el crecimiento es lento desde los 25 dds hasta los 75 dds, y va aumentando hasta los 150 dds y es muy acelerado hasta los 225 dds. Debe resaltarse un hecho muy importante ocurrido en el cultivo y esto es relacionado a que desde los 0 dds hasta los 25 dds, se observa una disminución en los resultados de masa verde, debido a que al momento del establecimiento de una plantación, las plantas

utilizadas como material de plantación sufren un estrés causado por una fuerte deshidratación que lleva a pérdida de peso, la cual es recuperada a los 50 días, concluyéndose que el sistema radicular es activado desde los 25 dds.

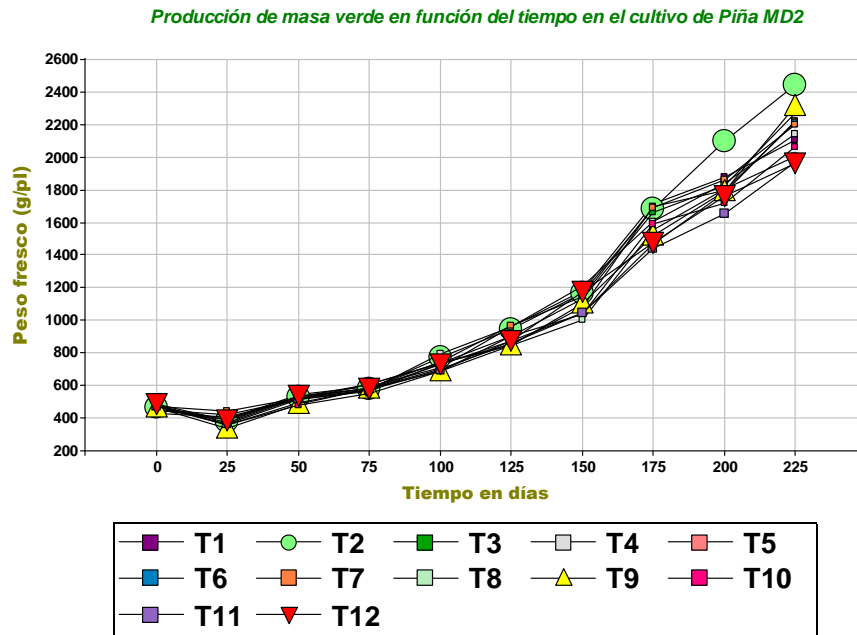


Figura 3. Curva de producción de masa verde en función del tiempo

En esta misma figura 3, se observa que el tratamiento T2 (F1 E1 D2) el cual corresponde al fertilizante vía al suelo (micro esencial: 12-40-0) y aplicado a los 15 dds con una dosis de 180 kg P/ha, fue el que tuvo mejor comportamiento durante todo el ciclo del cultivo por la tendencia de sus datos, en tanto que, el tratamiento que menores efectos tuvo en la producción de masa verde correspondió al T12 (F2 E3 D2). Debe destacarse que los tratamientos T9 y T12, tienen diferente comportamiento, siendo que el T12 en los periodos iniciales hasta los 150 dds es mayor que el T9 (F2 E2 D1), pero este supera en los periodos finales especialmente a los 225 dds, llegando a ser el segundo mejor tratamiento en producción vegetativa, lo que indica que la aplicación del P vía foliar también tiene efecto, aunque su comportamiento es variable, necesitando realizar un seguimiento para ver su comportamiento final en el rendimiento.

En conclusión, los resultados de probabilidad obtenidos en los análisis de varianza realizados con los datos de producción de masa verde en intervalos de 25 días después de la siembra, fueron significativamente diferentes a los 25 dds y luego de los 150 dds hasta los 225 dds, lo que indica que el modelo factorial empleado en la investigación fue bien aplicado, ya que la probabilidad del modelo indica que los factores estudiados tuvieron alta significación a los 25 dds (0,0129 **) y en la última evaluación (p-valor 0.0068**).

En el cuadro 9, se presenta los resultados del análisis estadístico obtenido con los datos correspondientes al peso fresco (g/pl) obtenida durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral. Estos resultados indican que las medias de producción de masa verde fueron variables de acuerdo a los tratamientos siendo significativos a los 25 y 225 dds. Estos valores pueden variar de acuerdo a los valores del error experimental correspondiente a cada tratamiento. Por ejemplo a los 25 dds el T7 (F2E1D1) alcanzó la mayor producción de masa verde en g/pl con 440.43 ± 7.63 , y el T9 fue el peor tratamiento con 333.60 ± 0.23 (Gráfico 1).

CUADRO 9. Efecto de los tratamientos sobre la producción de masa verde (g/pl) durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.

TRAT	EVALUACIONES (g/pl)				
	0 días M0	25 días M1	50 días M2	75 días M3	100 días M4
T1	463.33 ± 19.22	393.29 ± 20.75 bcd	540.73 ± 23.66	591.31 ± 18.93	710.07 ± 52.30
T2	461.67 ± 14.81	378.11 ± 12.78 abc	526.67 ± 34.52	581.52 ± 29.07	774.01 ± 38.37
T3	451.67 ± 8.33	391.88 ± 21.58 bcd	531.08 ± 15.72	609.96 ± 26.86	740.53 ± 12.41
T4	480.00 ± 15.28	372.97 ± 24.71 abc	523.96 ± 14.88	575.09 ± 18.23	797.60 ± 7.46
T5	476.67 ± 23.33	357.67 ± 8.23 ab	492.85 ± 7.45	577.15 ± 21.15	698.13 ± 16.98
T6	429.00 ± 2.08	410.40 ± 13.84 bcd	516.00 ± 7.35	605.00 ± 36.53	734.07 ± 51.97
T7	475.00 ± 5.77	440.43 ± 7.63 d	520.01 ± 14.59	588.08 ± 15.13	747.71 ± 32.65
T8	453.33 ± 9.28	418.71 ± 11.46 cd	513.37 ± 12.96	568.43 ± 13.53	735.93 ± 21.56
T9	465.00 ± 20.21	333.60 ± 0.23 a	485.60 ± 13.70	577.67 ± 21.99	684.93 ± 14.05
T10	475.00 ± 8.66	354.33 ± 26.37 ab	478.13 ± 24.39	553.73 ± 21.96	685.80 ± 17.03
T11	475.00 ± 7.64	365.84 ± 28.30 abc	516.97 ± 1.50	570.75 ± 14.22	691.77 ± 9.51
T12	490.00 ± 5.77	385.67 ± 4.68 abcd	535.87 ± 6.12	576.87 ± 3.15	728.27 ± 38.59
p-valor	0.2045 ns	0.0129 **	0.2662 ns	0.8746 ns	0.2516 ns

	EVALUACIONES (g/pl)				
	125 días M5	150 días M6	175 días M7	200 días M8	225 días M9
T1	961.21 ± 47.00	1179.89 ± 106.55	1711.69 ± 45.56	1876.01 ± 54.53	2104.09 ± 129.11 abc
T2	942.64 ± 8.08	1166.48 ± 67.03	1683.15 ± 70.48	2098.99 ± 48.66	2439.52 ± 33.96 d
T3	903.15 ± 103.13	1132.87 ± 94.14	1659.40 ± 60.10	1822.80 ± 88.23	2270.98 ± 57.31 bcd
T4	960.91 ± 56.46	1211.76 ± 101.88	1607.32 ± 46.47	1842.96 ± 44.23	2141.76 ± 85.76 abc
T5	858.28 ± 35.63	1042.52 ± 48.39	1467.47 ± 98.00	1783.51 ± 114.60	2216.82 ± 110.36 abcd
T6	852.53 ± 42.20	1079.53 ± 54.54	1698.87 ± 50.81	1795.20 ± 68.00	2212.18 ± 15.66 abcd
T7	963.80 ± 29.67	1145.88 ± 34.49	1693.32 ± 83.73	1863.33 ± 43.44	2202.13 ± 40.20 abcd
T8	844.07 ± 54.61	1005.87 ± 73.42	1553.85 ± 69.58	1804.49 ± 134.42	2004.00 ± 69.46 ab
T9	847.47 ± 34.70	1105.93 ± 39.30	1515.47 ± 98.56	1790.07 ± 100.33	2311.90 ± 123.64 cd
T10	900.60 ± 10.90	1039.73 ± 95.27	1592.20 ± 131.35	1720.53 ± 122.23	2062.30 ± 53.90 abc
T11	875.45 ± 6.60	1042.08 ± 27.24	1438.95 ± 58.69	1652.26 ± 45.59	1970.69 ± 69.36 a
T12	873.80 ± 59.52	1171.07 ± 60.20	1476.80 ± 61.96	1761.47 ± 56.58	1959.03 ± 83.36 a
p-valor	0.5074 ns	0.5726 ns	0.1428 ns	0.1395 ns	0.0068 **

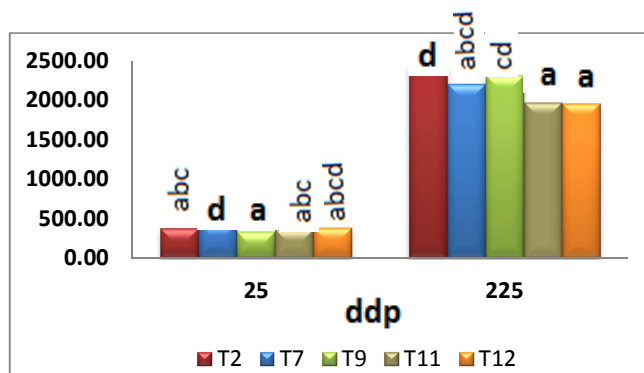


GRAFICO 1. Diferencias estadísticas entre tratamientos a los 25 y 225 ddp

A los 225 dds, el T2 fue el mejor tratamiento que superó el peso requerido para la inducción floral con 2439.52 ± 33.96 g/pl, seguido por el T9 con 2311.90 ± 123.64 y el T12 y T11 fueron los peores tratamiento con 1959.03 ± 83.36 y 1970.69 ± 69.36 gramos de materia verde por planta, respectivamente (Gráfico 1).

Referente a la *inducción floral*, se manifiesta que es referencial para la Empresa Terrasol y para la variedad MD2 realizarla desde los 2 kg hasta los 2.4 kg de peso/pl, por lo que, según los resultados alcanzados por los tratamientos en estudio que están

presentados en el Cuadro 9 y Figura 3, el T2 entró en este rango a los 200 dds con 2098.99 ± 48.66 g/pl y a los 225 dds alcanzó un peso de 2439.52 ± 33.96 g/pl, por lo que la fertilización del fósforo al suelo y aplicado a los 15 dds en la dosis de 180 kg/ha, tuvo efecto la ganancia de peso de la planta de piña lo cual es favorable para iniciar la inducción floral y que desde el punto de vista económico es ventajoso para disminuir los costos de producción, acortamiento del ciclo del cultivo y programación de las cosechas futuras. En definitiva la mayoría de los tratamientos en estudio a los 225 dds entraron al rango de referencia para la inducción floral, excepto los tratamientos T11 y T12 cuyos pesos fueron menos de 2 kg por planta, estos tratamientos se caracterizaron por ser los tratamientos que tuvieron el fertilizante MKP aplicados a los 90 días, lo que indica que el fósforo aplicado tardíamente no es muy efectivo para la producción vegetativa, requiriendo por lo tanto la piña de aplicaciones oportunas de fósforo y de preferencia que sea al suelo para favorecer el mayor desarrollo radicular que va influir en la absorción de nutrientes y de agua para su mayor desarrollo.

CUADRO 10. Efecto de la fuente de P sobre la producción de masa verde (g/pl) en el ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.

FUENTE	EVALUACIONES (g/pl)		
	175 días	200 días	225 días
Micro esencial (1)	1637.98 ± 29.98 b	1869.91 ± 36.27 b	2230.89 ± 38.54 b
MKP(2)	1545.10 ± 36.15 a	1765.36 ± 35.29 a	2085.01 ± 41.30 a
p-valor	0.0474 *	0.0396 *	0.0043 **

Dentro del factor en estudio *Fuente* presentada en el cuadro 10, se observa que existe variación estadística significativa en la producción de materia fresca a partir de los 175 hasta los 200 dds, siendo la fuente 1 la que influyó en forma altamente significativa en los resultados a los 225 dds, con un peso promedio de 2230 gr/pl. Esta fuente 1 que correspondió al fertilizante *micro esencial* fue la que mejor masa verde produjo desde los 175 dds hasta la última evaluación.

CUADRO 11. Efecto de la época de aplicación del P sobre la producción de masa verde (g/pl) desde la siembra hasta la inducción floral.

EPOCA (dds)	EVALUACIONES (g/pl)		
	25 días M1	175 días M7	200 días M8
15	407.63 ± 9.35 b	1660.50 ± 34.83 b	1910.71 ± 47.86 b
45	363.20 ± 11.09 a	1593.60 ± 41.59 ab	1794.09 ± 42.14 ab
90	379.89 ± 9.32 a	1520.52 ± 43.20 a	1748.11 ± 36.59 a
p-valor	0.0050 **	0.0538 *	0.0303 *

En el cuadro 11, el factor *Época* presenta diferencia altamente significativa a los 25 dds, lo que indica que el fósforo ya tiene un efecto altamente significativo sobre la planta de piña, por lo que el cultivo necesita desde las primeras etapas la presencia de este elemento en el suelo para obtener mejores rendimientos vegetativos. El efecto del P en la producción de masa verde se ve reflejada a los 175 y 200 dds como se aprecia en los resultados, siendo la época 1 (15 dds) la que obtuvo mayores pesos durante las fases de crecimiento alcanzando un peso promedio de 1910,7 g/pl a los 200 dds, en tanto que la época 3 (90 dds) produjo menor masa verde lo que indica que el aprovechamiento del P en la piña se ve disminuido cuando este es aplicado tardíamente en comparación con las aplicaciones tempranas que dieron los mejores resultados.

CUADRO 12. Medidas de resumen de la interacción *fuentes-dosis* sobre la producción de masa verde (g/pl) a los 225 dds.

FUENTE * DOSIS	EVALUACIONES (g/pl)
	225 días M9
F1D1	2197.30 ± 57.29 b
F1D2	2264.49 ± 52.42 b
F2D1	2161.57 ± 65.86 b
F2D2	2008.44 ± 38.03 a
p-valor	0.0257 *

Al observar el efecto conjunto de la *fuentes-dosis* sobre el peso fresco, presentado en el cuadro 12, se indica que estos factores solamente interactuaron de manera significativa a los 225 dds, siendo las interacciones F1D1, F1D2 y F2D1 las que llevaron al cultivo a superar los 2,1 kg de peso/pl requerido para la inducción floral, en

tanto que, la interacción F2D2 obtuvo menor respuesta frente a las mencionadas, aunque también logró entrar al rango de referencia para la inducción con apenas 2 kg de peso. De esto se define que la planta de piña necesita para su buen desarrollo aplicaciones de P al suelo en dosis de 180 kg/ha.

En el Gráfico 2, se presenta las tendencias de crecimiento del cultivo de piña en función del tiempo referente a la producción de peso fresco. En este gráfico se observa que la mejor tendencia de crecimiento de la piña se ajusta a un modelo polinomial $y = 30.458 x^2 - 107.44 x + 523.59$; seguido por un modelo exponencial $y = 282.86e^{0.2126x}$; y por último la tendencia lineal, $y = 227.59x - 146.48$, la cual tiene un coeficiente de 0,8915 el cual, es inferior a los coeficientes de las otras tendencias, por lo cual su correlación no es muy representativa y además sobre estima los resultados desde los 75 hasta los 175 dds, en tanto que bajo los 50 dds los valores de masa verde serían inferiores a los alcanzados en el desarrollo del cultivo en ese periodo, sin embargo estos resultados están a discusión del lector investigador.

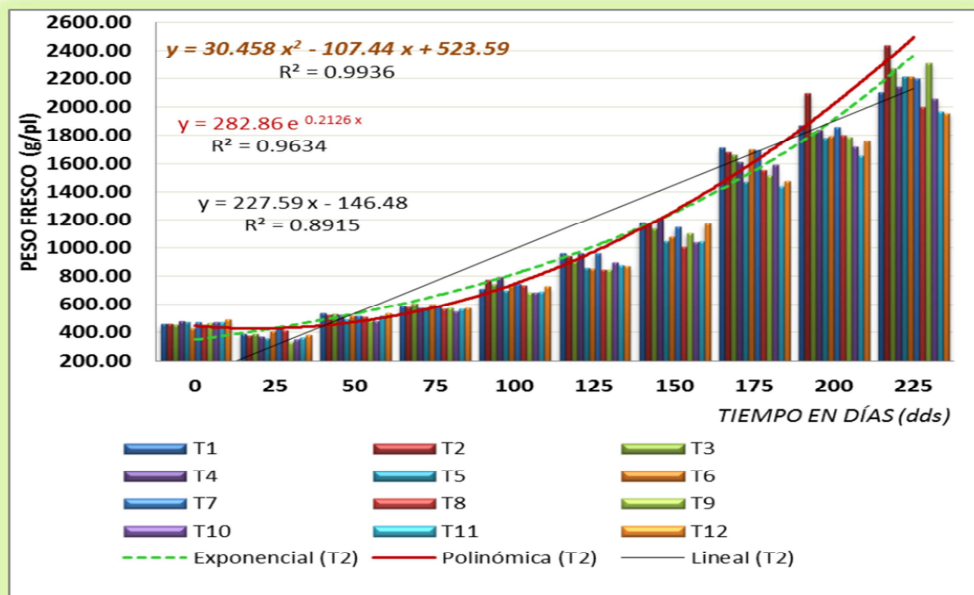


GRAFICO 2. Curvas de crecimiento vegetativo representadas a través de tendencia lineal, exponencial y polinomial, en función del tiempo.

De manera general los pesos graficados indican que el crecimiento es menor hasta los 150 dds, lo que indica posiblemente que es un periodo de acumulación de reservas y quizás se deba a una baja absorción o disponibilidad de nutrientes, pero a partir de los 150 días la tendencia de crecimiento tiende a crecer a tasas más altas, lo que se refleja en la pendiente de la curva que es mayor, dando altas tasas de crecimiento en menor tiempo. Esto último según (Basantes, 2010), indica que la piña una vez que ha acumulado sus reservas acelera sus procesos fisiológicos para dar como resultado una mayor acumulación de masa verde, producto de la mayor absorción de agua, división celular que conduce a un mayor crecimiento por número y alargamiento celular, que lleva a un mayor desarrollo vegetativo que se refleja en una alta capacidad fotosintética que induce a un cambio metabólico vegetativo a floral.

4.2 ALTURA DE PLANTA

Al establecer el análisis de varianza para la variable altura de planta (cm/pl) bajo el efecto de 2 fuentes de P, aplicados en 3 épocas y bajo dos niveles de fertilización desde la siembra hasta la inducción floral, presentados en el Cuadro 13, se observa que las probabilidades en las interacciones *fuente-dosis* y *época-dosis* presentan diferencia significativa a los 25 y 50 dds, con un coeficiente de variación de 6.81 % y 6,27 % respectivamente, en tanto que a los 75 dds, esta diferencia permanece pero únicamente en la interacción *época-dosis*. Esto indica que las 3 fuentes en estudio como fuente, época y sobre todo las dosis de P tuvieron efectos positivos en el crecimiento vegetativo desde el establecimiento de la plantación hasta aproximadamente los 3 meses de edad, periodo en el cual el cultivo reduce su tamaño hasta los 25 dds, como se muestra en la Figura 4, debido a que las puntas de las hojas se secan como consecuencia del estrés que sufre la planta, donde la dosis interactúa con los factores fuente y época para de esta manera poder recuperar su tamaño inicial, lo cual alcanzó a los 125 dds.

A partir de los 100 dds hasta los 225 dds no se observa variación estadística en los resultados de altura de planta en cm/pl, lo que indica que las fuentes, dosis y épocas de aplicación del P tuvieron efectos independientes en el crecimiento de la planta. Debe resaltarse que al analizar los datos se obtuvo que la piña durante las evaluaciones realizadas a intervalos de 25 días adquirió 3 tasas de crecimiento en altura, el primer periodo que va desde los 25 hasta los 100 dds con un promedio de 3 cm/mes, el segundo periodo comprendido desde los 100 hasta los 200 dds con un promedio de 9,7 cm/pl, y el tercer periodo desde los 200 hasta los 225 dds, donde el cultivo experimenta un ligero detenimiento en la altura de la planta, observándose un incremento en altura de apenas 4,4 cm/pl hasta los 225 dds. Esto indica que la planta está acumulando sus reservas y disminuye su gasto energético para inducir a sus células para producir un cambio de fase vegetativa a reproductiva, por lo que se puede manifestar que el fósforo es un elemento que tiene que ver con la inducción floral.

CUADRO 13. Resultados del crecimiento vegetativo (cm/pl) bajo el efecto de tres factores correspondientes a fuentes, épocas y dosis de fósforo desde la plantación hasta la inducción floral en Piña.

FUENTES DE VARIACIÓN	EVALUACIONES				
	0 días	25 días	50 días	75 días	100 días
	p-valor				
FUENTE	0.2064	0.7559	0.8503	0.4344	0.1359
EPOCA	0.5905	0.0606	0.1385	0.1671	0.6062
DOSIS	0.8544	0.3062	0.4379	0.8617	0.7712
F * E	0.5579	0.3891	0.3728	0.1708	0.3740
F * D	0.7291	0.0254	0.0489	0.1358	0.6280
E * D	0.9987	0.0211	0.0353	0.0557	0.2332
F * E * D	0,6610	0,4502	0,3119	0,1678	0,1958
CV (%)	6.65	6.81	6,27	5.12	5.50
p-valor	0,9152 ns	0,0385 *	0,0827 ns	0,0884 ns	0,3583 ns

FUENTES DE VARIACIÓN	EVALUACIONES				
	125 días	150 días	175 días	200 días	225 días
	p-valor				
FUENTE	0.1365	0.0867	0.1912	0.3334	0.4988
EPOCA	0.9982	0.8004	0.4272	0.6430	0.2182
DOSIS	0.8420	0.9150	0.4176	0.7142	0.8016
F * E	0.1750	0.1099	0.0637	0.2789	0.0908
F * D	0.8511	0.7757	0.7634	0.2448	0.0966
E * D	0.4449	0.5268	0.3828	0.5647	0.6836
F * E * D	0,3123	0,3779	0,4874	0,6105	0,0880
CV (%)	6.60	5.65	3.76	3.67	3.74
p-valor	0,5620 ns	0,4128 ns	0,2831 ns	0,6167 ns	0,1449 ns

CUADRO 14. Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento vegetativo (cm/pl) durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.

TRAT	EVALUACIONES (cm/pl)				
	0 días M0	25 días M1	50 días M2	75 días M3	100 días M4
T1	61.67 ± 2.33	41.63 ± 0.58 abc	44.04 ± 0.23 ab	47.35 ± 0.21 b	53.01 ± 0.76 ab
T2	62.00 ± 1.15	42.61 ± 2.34 abc	45.19 ± 2.50 b	49.36 ± 2.27 b	54.47 ± 0.27 b
T3	61.83 ± 1.17	46.35 ± 1.04 c	47.89 ± 1.44 b	48.70 ± 1.41 b	53.61 ± 1.00 ab
T4	61.33 ± 0.33	37.29 ± 0.92 a	39.52 ± 0.06 a	42.25 ± 0.41 a	48.83 ± 1.74 a
T5	60.33 ± 2.91	46.83 ± 1.23 c	47.77 ± 1.47 b	48.92 ± 1.61 b	52.48 ± 0.27 ab
T6	62.67 ± 4.67	44.85 ± 0.30 bc	46.89 ± 0.03 b	49.19 ± 0.35 b	55.21 ± 1.91 b
T7	59.67 ± 1.20	40.38 ± 1.69 ab	43.03 ± 1.59 ab	45.71 ± 2.12 ab	50.13 ± 2.20 ab
T8	60.00 ± 1.73	43.42 ± 3.67 bc	45.19 ± 3.67 b	47.39 ± 2.09 b	52.32 ± 2.19 ab
T9	57.67 ± 1.20	43.64 ± 1.88 bc	45.53 ± 1.48 b	46.83 ± 0.73 b	51.35 ± 0.99 ab
T10	58.67 ± 2.03	42.65 ± 0.46 abc	45.12 ± 0.96 b	47.30 ± 1.26 b	52.04 ± 1.66 ab
T11	62.67 ± 2.40	42.87 ± 0.69 bc	44.74 ± 0.81 b	46.76 ± 0.76 b	51.55 ± 2.07 ab
T12	60.67 ± 3.33	44.75 ± 2.13 bc	46.63 ± 1.35 b	47.92 ± 1.36 b	51.00 ± 2.63 ab
p-valor	0.9152 ns	0.0385 *	0.0827 ns	0.0884 ns	0.3583 ns

	EVALUACIONES (cm/pl)				
	125 días M5	150 días M6	175 días M7	200 días M8	225 días M9
T1	63.15 ± 1.38	74.60 ± 1.72	84.40 ± 1.68 a	91.90 ± 2.98	95.27 ± 2.95 ab
T2	63.61 ± 0.75	75.81 ± 1.03	85.21 ± 1.12 ab	93.15 ± 1.17	98.67 ± 2.89 ab
T3	62.75 ± 1.49	74.30 ± 2.67	84.87 ± 3.18 ab	93.77 ± 2.38	99.57 ± 1.72 b
T4	58.99 ± 2.38	71.61 ± 3.20	81.65 ± 2.76 ab	89.35 ± 4.14	94.47 ± 3.92 ab
T5	61.94 ± 0.40	74.19 ± 1.59	83.44 ± 0.67 ab	92.23 ± 0.56	95.66 ± 0.84 ab
T6	65.29 ± 3.65	76.42 ± 3.32	84.20 ± 1.70 ab	89.93 ± 1.19	92.08 ± 0.65 a
T7	57.86 ± 1.65	68.81 ± 0.86	79.69 ± 1.32 ab	88.37 ± 1.17	92.58 ± 0.90 ab
T8	61.63 ± 2.43	71.73 ± 2.65	81.20 ± 1.42 ab	89.10 ± 0.62	92.28 ± 2.10 a
T9	62.57 ± 0.92	74.99 ± 0.77	86.01 ± 1.15 b	92.13 ± 1.49	95.56 ± 1.71 ab
T10	62.33 ± 2.30	74.55 ± 1.95	84.41 ± 0.95 ab	92.40 ± 0.95	98.63 ± 1.63 ab
T11	60.57 ± 2.45	73.09 ± 2.05	83.70 ± 1.10 ab	89.77 ± 1.30	93.72 ± 1.92 ab
T12	58.59 ± 4.65	68.97 ± 4.15	80.20 ± 2.60 ab	91.65 ± 1.88	98.03 ± 0.43 ab
p-valor	0.5620 ns	0.4128 ns	0.2831 ns	0.6167 ns	0.1449 ns

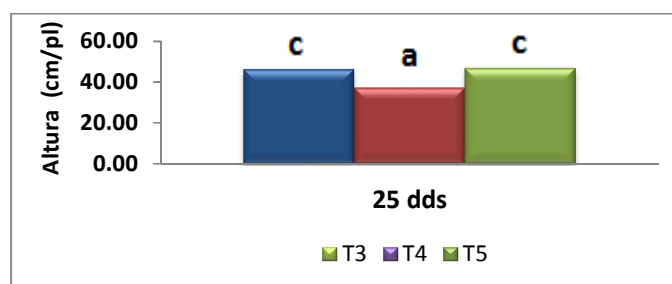


GRAFICO 3. Diferencias estadísticas entre tratamientos a los 25 dds

En el Cuadro 14, se presenta los datos del análisis estadístico de las Medidas de Resumen de los tratamientos referentes a la altura de planta, y la representación del incremento de crecimiento de la altura de la planta (Figura 4).

Los resultados del Cuadro 14 indican que a pesar de que no existe significación estadística, el tratamiento T3 (F1 E2 D1), que correspondió al fertilizante vía al suelo (micro esencial) aplicado a los 45 dds con una dosis de 120 kg P/ha, matemáticamente a los 225 dds fue el que tuvo mejor altura de planta con un promedio de 99,57 cm/pl, en

tanto que los tratamientos que menores efectos tuvieron en la altura de planta correspondieron al T6 (F1 E3 D2) y T8 (F2 E1 D2) con promedios de 92, 08 cm/pl y 92,28 cm/pl, respectivamente.

Se hace referencia que matemáticamente el tratamiento T2, alcanzó un promedio de 98,67 cm/pl, llegando a ser el segundo mejor tratamiento en altura de planta, lo que indica que la aplicación del P vía al suelo al igual que en la variable peso fresco también tuvo efectos positivos en la altura de planta.

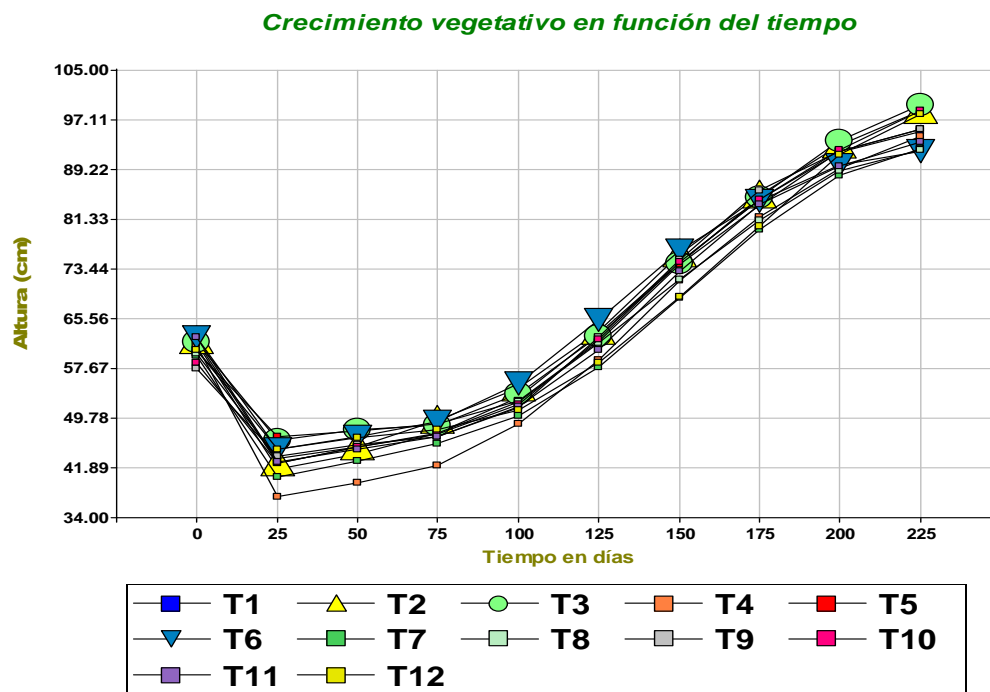


Figura 4: Curva de crecimiento vegetativo del cultivo de piña en función del tiempo

La Figura 4, indica que al igual que en la variable peso fresco, la altura de planta experimenta una pérdida en el crecimiento como consecuencia del estrés que sufre el material de siembra hasta lograr su establecimiento por efecto de su desarrollo radicular que cumple la función de absorción de agua y nutrientes.

4.3 PRODUCCIÓN DE HOJAS

El análisis de varianza para el número de hojas del cultivo de piña, desde la siembra hasta la inducción floral, como se muestra en el Cuadro 15, indica que la probabilidad en la interacción *fuentes-época* presenta diferencia significativa a los 0 dds, esta diferencia no se debe al fertilizante y época de aplicación del P debido a que este aún no es aplicado, la diferencia radica por efecto del material de siembra utilizado, ya que no siempre se puede obtener plantas homogéneas en relación al número de hojas, por lo que esta variable no es un parámetro empleado en la clasificación de hijuelos para la siembra, por lo que el material empleado presentó variación estadística pero según su coeficiente de variación de 7.97 %, es aceptable para este tipo de investigaciones.

CUADRO 15. Resultados de la producción de hojas/planta bajo el efecto de tres factores correspondientes a fuentes, épocas y dosis de fósforo desde la plantación hasta la inducción floral en Piña.

FUENTES DE VARIACIÓN	EVALUACIONES				
	0 días	25 días	50 días	75 días	100 días
	p-valor				
FUENTE	0.1392	0.1280	0.1359	0.1714	0.3624
EPOCA	0.5212	0.8272	0.9308	0.3486	0.7566
DOSIS	0.4511	0.4043	0.2286	0.3967	0.5133
F * E	0,0344	0,7587	0,5580	0,2965	0,6166
F * D	0,2622	0,9045	0,5421	0,8643	0,8955
E * D	0,4948	0,1304	0,2234	0,0662	0,1417
F * E * D	0,9728	0,6992	0,4262	0,6826	0,9320
CV (%)	7,97	6,71	5,79	6,45	6,39
p-valor	0,2368 ns	0,5970 ns	0,7592 ns	0,5042 ns	0,8531 ns

FUENTES DE VARIACIÓN	EVALUACIONES				
	125 días	150 días	175 días	200 días	225 días
	p-valor				
FUENTE	0.1117	0.3031	0.0266	0.0126	<0.0009
EPOCA	0.9869	0.6133	0.2252	0.0503	0.9705
DOSIS	0.0994	0.0656	0.2677	0.4577	>0.9999
F * E	0,8439	0,0918	0,2821	0,2562	0,6186
F * D	0,9097	0,3560	0,2677	0,1738	0,1743
E * D	0,0970	0,1615	0,0753	0,0043	0,8121
F * E * D	0,9869	0,9461	0,2821	0,5544	0,7363
CV (%)	5,92	6,16	4,49	4,38	4,17
p-valor	0,5249 ns	0,3589 ns	0,1034 ns	0,0094 **	0,1392 ns

Desde los 25 dds hasta los 150 dds, no se observa efecto significativo de los factores en estudio, ya que todos presentaron valores similares estadísticamente de número de hojas, lo cual indica que los factores en estudio actúan de manera independiente para el incremento del número hojas/pl.

A partir de los 175 dds hasta los 225 dds se observa variación estadística en los resultados del número de hojas/pl por efecto de la fuente y época, en tanto que la dosis no afectó estadísticamente en los resultados, sin embargo su efecto sólo se observa a los 200 dds interactuando con el factor época siendo altamente significativo.

En la Figura 5, se observa que existe una disminución de hojas desde la siembra hasta los 25 dds, pero a los 50 dds el cultivo logra recuperar la cantidad original, a partir del cual se da un incremento promedio de 2-3 hojas/mes hasta los 200 dds, y de 5 hojas desde los 200 hasta los 225 dds, donde los mejores tratamientos presentados en el cuadro 16, que alcanzaron el mayor número de hojas a los 225 dds correspondieron al T4 (F1 E2 D2), T2 (F1 E1 D2) y T6 (F1 E3 D2) con un promedio similar de 41 hojas/pl, en tanto que el tratamiento que menos cantidad de hojas produjo fue el T10 (F2 E2 D2) con un promedio de 38 hojas/pl.

CUADRO 16. Efecto de los tratamientos sobre la producción de hojas/pl durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.

TRAT	EVALUACIONES				
	0 días M0	25 días M1	50 días M2	75 días M3	100 días M4
T1	24.00 ± 0.58 b	20.67 ± 1.20	22.67 ± 1.20	24.67 ± 1.45	26.67 ± 1.45
T2	22.00 ± 1.15 ab	21.33 ± 0.67	23.33 ± 0.88	24.00 ± 1.00	25.67 ± 0.88
T3	21.33 ± 0.33 ab	21.00 ± 1.15	22.67 ± 0.88	24.67 ± 1.45	26.33 ± 1.20
T4	21.33 ± 0.67 ab	20.00 ± 0.58	23.00 ± 0.58	24.67 ± 0.67	26.33 ± 0.88
T5	21.00 ± 1.00 ab	20.33 ± 0.33	22.00 ± 0.00	22.67 ± 0.33	24.67 ± 0.67
T6	19.67 ± 0.88 a	21.67 ± 0.88	23.00 ± 0.58	24.33 ± 0.67	26.33 ± 1.20
T7	20.33 ± 0.33 a	20.00 ± 0.58	22.67 ± 0.33	24.00 ± 0.58	26.00 ± 0.00
T8	20.00 ± 1.15 a	19.67 ± 0.33	21.67 ± 0.33	22.67 ± 0.33	25.33 ± 0.33
T9	20.00 ± 1.15 a	20.33 ± 0.33	22.00 ± 0.00	23.67 ± 0.33	25.67 ± 0.33
T10	21.00 ± 2.08 ab	20.00 ± 0.58	22.00 ± 0.00	23.33 ± 0.88	25.33 ± 0.33
T11	21.33 ± 0.33 ab	19.33 ± 1.20	21.67 ± 1.45	22.33 ± 1.20	24.67 ± 1.45
T12	21.33 ± 0.33 ab	21.33 ± 0.88	23.33 ± 0.88	24.67 ± 0.67	26.67 ± 1.20
p-valor	0.2368 ns	0.5970 ns	0.7592 ns	0.5042 ns	0.8531 ns

TRAT	EVALUACIONES				
	125 días M5	150 días M6	175 días M7	200 días M8	225 días M9
T1	29.67 ± 1.45	31.33 ± 1.76	33.00 ± 1.00 ab	35.00 ± 0.58 ab	41.00 ± 1.15 ab
T2	29.67 ± 0.88	32.00 ± 1.00	34.00 ± 1.15 ab	36.67 ± 1.45 bc	41.33 ± 0.67 b
T3	29.33 ± 0.88	31.00 ± 1.15	34.33 ± 0.88 b	38.00 ± 0.58 c	41.00 ± 0.58 ab
T4	29.33 ± 0.88	32.00 ± 0.58	34.67 ± 0.67 b	36.67 ± 1.20 bc	41.67 ± 1.20 b
T5	28.00 ± 0.58	28.67 ± 0.88	32.00 ± 0.00 ab	33.33 ± 0.33 a	40.00 ± 0.58 ab
T6	30.67 ± 1.45	32.00 ± 1.00	33.67 ± 0.88 ab	36.33 ± 1.20 abc	41.33 ± 1.20 b
T7	28.33 ± 0.33	29.67 ± 0.67	32.67 ± 0.88 ab	34.67 ± 0.88 ab	38.67 ± 1.20 ab
T8	28.33 ± 0.88	29.67 ± 0.88	31.33 ± 0.33 a	33.33 ± 0.33 a	38.67 ± 0.33 ab
T9	28.67 ± 0.33	31.00 ± 0.58	33.33 ± 0.33 ab	36.33 ± 0.33 abc	39.67 ± 1.20 ab
T10	28.33 ± 0.88	30.67 ± 1.20	32.00 ± 1.00 ab	34.00 ± 1.00 ab	38.00 ± 1.00 a
T11	27.33 ± 1.45	29.67 ± 1.45	31.33 ± 1.20 a	33.33 ± 0.88 a	39.67 ± 0.88 ab
T12	30.00 ± 1.00	32.33 ± 1.33	34.00 ± 1.00 ab	36.00 ± 1.00 abc	39.00 ± 1.00 ab
p-valor	0.5249 ns	0.3589 ns	0.1034 ns	0.0094 **	0.1392 ns

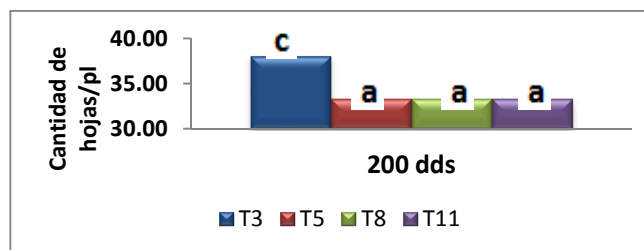


GRAFICO 4. Diferencias estadísticas entre tratamientos a los 200 dds

Cabe recalcar que el cultivo de piña presentó un número de hojas entre 38 a 41 hojas funcionales por planta hasta la inducción floral, contradiciendo a la literatura que manifiesta que el número de hojas está entre 70 a 80 hojas por planta.

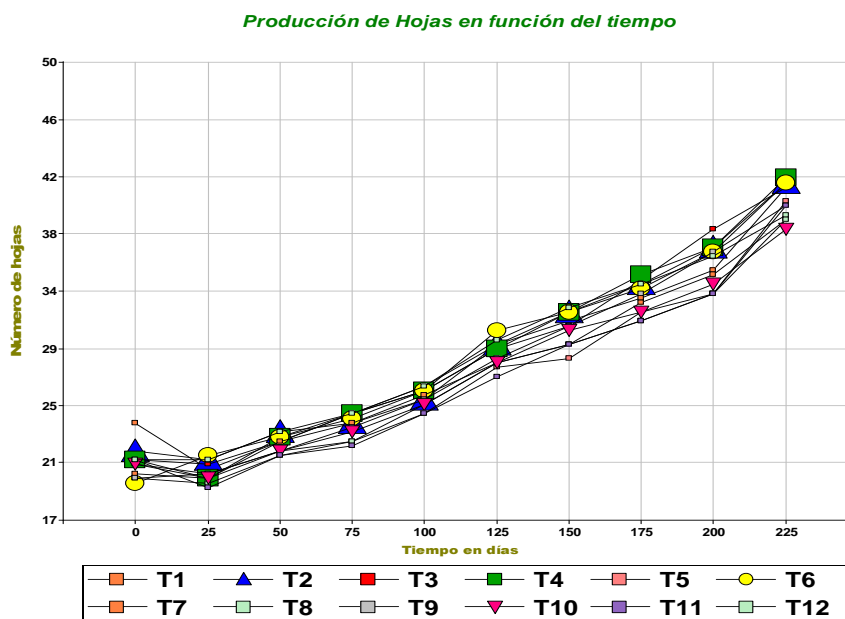


Figura 5: Curva de producción de hojas en función del tiempo

CUADRO 17. Efecto de la fuente de P sobre la producción de hojas desde los 175 dds hasta los 225 dds, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.

FUENTE	EVALUACIONES		
	175 días M7	200 días M8	225 días M9
12-40-0 (1)	33.61 ± 0.36 b	36.00 ± 0.49 b	41.06 ± 0.35 b
MKP(2)	32.44 ± 0.38 a	34.61 ± 0.40 a	38.94 ± 0.37 a
p-valor	0.0266 *	0.0126 **	<0.0009 **

En las evaluaciones 175, 200 y 225 dds, se encontró diferencias significativas dentro de las fuentes, como se muestra en el cuadro 17, siendo mejor en todos los casos el fertilizante edáfico Micro esencial frente al fertilizante foliar MKP, alcanzando a los 225 dds una diferencia altamente significativa con un promedio de 41 hojas/pl con respecto a la fuente 2 que obtuvo únicamente un promedio de 39 hojas/pl.

CUADRO 18. Efecto de la época de aplicación del P sobre la producción de hojas a los 200 dds.

EPOCA (dds)	EVALUACIONES
	200 días M8
15	34.92 ± 0.53 a
45	36.25 ± 0.57 b
90	34.75 ± 0.58 a
p-valor	0.0503 *

A los 200 dds, el cuadro 18 y 19 indican que existe diferencia significativa dentro de las *épocas* y la interacción *época-dosis*, siendo la época 2 (45 dds) la que produjo mayor número de hojas con un promedio de 36 hojas/pl frente a la época 1 (15 dds) y época 3 (90 dds) con menor número de hojas de 34 hojas/pl. Con respecto a la interacción *época-dosis* la E2 D1 fue la mejor con un promedio de 37 hojas/pl con respecto a la E3 D1 que presentó solo 33 hojas/pl, por lo que estos dos factores en estudio actuaron de manera dependiente para poder incrementar el número de hojas.

CUADRO 19. Medidas de resumen de la interacción *época-dosis* sobre la producción de hojas a los 200 dds.

EPOCA*DOSIS	EVALUACIONES
	200 días M8
E1D1	34,83 ± 0,48 ab
E1D2	35,00 ± 1,00 ab
E2D1	37,17 ± 0,48 c
E2D2	35,33 ± 0,92 b
E3D1	33,33 ± 0,42 a
E3D2	36,17 ± 0,70 bc
p-valor	0,0043 **

4.4 PRODUCCIÓN DE MASA SECA

Al establecer el análisis de varianza para la producción de masa seca (g/pl) del cultivo de piña, desde la siembra hasta la inducción floral, como se muestra en el Cuadro 20, se observa que a los 0 días la probabilidad es altamente significativa, donde los 3 factores en estudio actúan de manera dependiente, con un coeficiente de variación

de 7.56 %. A los 50 y 100 dds, existe diferencia significativa en el factor *dosis* e interacción *fuente-dosis*. Desde los 125 dds a los 225 dds no existe significación estadística, lo que indica que los factores en estudio actuaron independientemente para la producción de masa seca hasta la inducción floral.

CUADRO 20. Resultados de la producción de masa seca (g/pl) bajo el efecto de tres factores correspondientes a fuentes, épocas y dosis de fósforo desde la plantación hasta la inducción floral en Piña.

FUENTES DE VARIACIÓN	EVALUACIONES				
	0 días	25 días	50 días	75 días	100 días
	p-valor				
FUENTE	0.6735	0.8372	0.6387	0.9273	0.4922
EPOCA	0.1720	0.8704	0.7850	0.6326	0.1400
DOSIS	0.3200	0.7177	0.0496	0.4161	0.0036
F * E	0.5187	0.8057	0.2101	0.4041	0.8332
F * D	0.0209	0.4807	0.7833	0.7031	0.0246
E * D	0.0113	0.2017	0.3768	0.8385	0.9765
F * E * D	0.0001	0.4410	0.2371	0.5214	0.1973
CV (%)	7.56	19.15	15.70	17.32	12.75
p-valor	0.0006 **	0.8158 ns	0.3228 ns	0.8934 ns	0.0464 *

FUENTES DE VARIACIÓN	EVALUACIONES				
	125 días	150 días	175 días	200 días	225 días
	p-valor				
FUENTE	0.5032	0.7372	0.7799	0.2986	0.1650
EPOCA	0.7221	0.6320	0.1608	0.5675	0.6839
DOSIS	0.9351	0.8874	0.1564	0.8874	0.8704
F * E	0.2216	0.4780	0.4459	0.6521	0.3065
F * D	0.1467	0.8646	0.3287	0.7684	0.2336
E * D	0.7535	0.9550	0.3828	0.3553	0.5304
F * E * D	0.4673	0.6106	0.8870	0.9632	0.3088
CV (%)	17.31	15.84	11.47	13.68	12.85
p-valor	0.6446 ns	0.9676 ns	0.4692 ns	0.8842 ns	0.5025 ns

El Cuadro 21 indica que a los 225 dds, el tratamiento T2 (F1 E1 D2) fue el que obtuvo mayor producción de fibra, con un promedio de 304.22 g/pl, en tanto que, el T8 (F2 E1 D2) fue el que produjo menor masa seca con un promedio de 235.91 g/pl.

CUADRO 21. Efecto de los tratamientos sobre la producción de masa seca (g/pl) durante 10 evaluaciones del ciclo del cultivo hasta la inducción floral, obtenidas por las Medidas resumen del análisis de varianza.

	EVALUACIONES									
	0 días	25 días	50 días	75 días	100 días	125 días	150 días	175 días	200 días	225 días
T1	52.09	63.90	76.84	81.35	78.29	123.36	118.77	170.55	210.97	265.60
T2	61.43	70.59	96.94	88.76	99.03	119.52	115.35	177.50	207.40	304.22
T3	55.00	72.79	76.89	87.31	87.61	120.72	124.03	162.68	195.84	278.83
T4	52.44	53.99	78.12	88.72	102.28	126.75	135.70	170.52	191.56	264.59
T5	58.01	60.10	76.08	85.01	81.10	95.62	138.03	151.93	186.56	267.12
T6	45.31	67.83	84.43	82.73	111.63	121.82	129.20	184.74	206.16	290.92
T7	56.54	64.63	71.27	91.96	80.92	123.19	124.66	182.55	196.60	276.58
T8	51.56	65.01	81.42	93.03	86.85	112.04	128.11	178.20	189.01	235.91
T9	45.98	63.46	75.86	79.22	89.80	105.74	123.93	167.13	203.95	286.41
T10	61.33	64.73	95.37	78.63	101.27	102.68	119.77	168.97	187.88	275.45
T11	50.80	62.34	80.18	75.43	96.22	127.20	122.04	149.30	172.41	241.26
T12	54.60	74.22	73.17	92.90	88.51	109.73	129.04	160.83	191.95	256.18

En la Figura 6 se observa que las plantas a pesar de entrar en un periodo de estrés, no disminuyen su peso seco una vez establecido el cultivo, esto indica que el cultivo de piña en el periodo de estrés, únicamente pierde agua, tamaño, hojas y más no fibra. La máxima acumulación de masa seca se da a partir de los 200 hasta los 225 dds con una tasa de crecimiento de 75 g/pl.

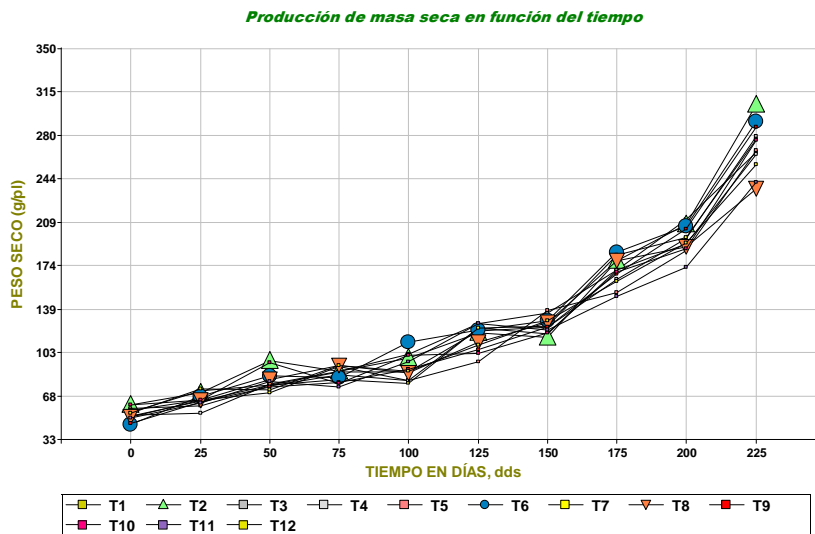


Figura 6: Curva de producción de masa seca en función del tiempo en el cultivo de piña

4.5 EXTRACCIÓN DEL FÓSFORO (Kg/ha)

En base a los resultados de peso seco y análisis foliares de 5 y 8 meses, se obtuvo la extracción del P/ha en función del tiempo como se muestra en el Gráfico 5, el cual presenta las cantidades de fósforo absorbidas por la planta de piña en cada uno de los diferentes tratamientos en estudio, lo cual indica que los tratamientos que extrajeron mayores contenidos de P son el T6 y T2 con un promedio de 29.94 Kg P/ha y 29.81 Kg P/ha, respectivamente, en tanto que el tratamiento que menos contenido de P obtuvo fue el T8 con 19.65 Kg P/ha. El factor en estudio fuente y dosis son importantes para la mayor extracción de este nutriente ya que los mejores tratamientos corresponden a la fuente edáfica con una dosis de 180 Kg P/ha. En el gráfico se puede analizar que el P en las etapas iniciales es baja pero incrementa rápidamente a partir de los 150 dds.

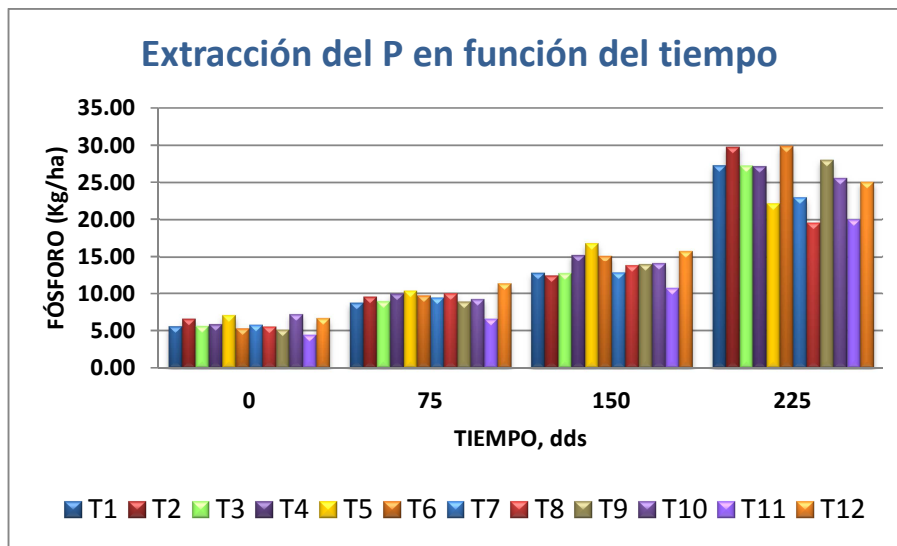


GRAFICO 5. Cantidades de P absorbidas por la planta de piña, en 4 evaluaciones.

Al analizar todos los tratamientos sobre los contenidos de fósforo en Kg/ha se aprecia que van aumentando conforme avanza el ciclo del cultivo, por lo que la planta de piña puede extraer un promedio de 30 Kg P/ha hasta los 225 dds, siendo una cantidad

de P adecuado para el buen crecimiento y desarrollo de la planta, respondiendo bien a la fertilización fosfatada, razón por la cual este elemento no debe ser descuidado durante el ciclo del cultivo hasta la inducción floral, cuyas necesidades deben ser dadas al suelo en forma oportuna. Se concluye que, el T2 (F1 E1 D2) y T8 (F2 E1 D2) se diferencian únicamente por la fuente y vía de aplicación del P, por lo que la fertilización del fósforo vía al suelo supera a la fertilización foliar, ya que el fósforo en el suelo es un elemento inmóvil facilitando así su disponibilidad por un tiempo más prolongado.

4.6 CONTENIDO FOLIAR DEL P

El Gráfico 6 nos indica que los análisis foliares realizados a los 5 meses de edad del cultivo correspondiente a la Hoja “D”, todos los tratamientos presentaron un nivel adecuado de fósforo (0,20 %, Empresa Terrasol) a excepción del T11 (F2 E3 D1) con 0,18%, mientras que a los 8 meses de edad del cultivo se observa que el T5, T7, T8, T10 y T11, presentan niveles por debajo de lo óptimo, lo cual indica que los factores en estudio influyeron sobre estos resultados dado así que el fertilizante foliar MKP no cubre las necesidades del contenido de P/pl. A los 8 meses de edad, se observa que los contenidos de P son menores en todos los tratamientos con relación a los contenidos obtenidos a los 5 meses, por lo que se manifiesta que dicha disminución es por consecuencia de la mayor extracción de K ya que a esta edad se necesita más K para la formación de azúcares.

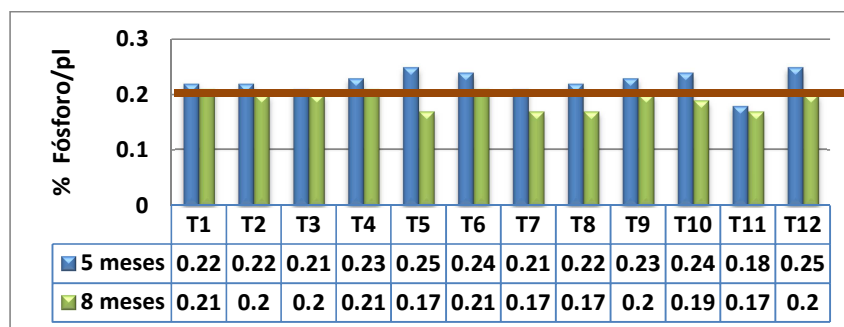


GRAFICO 6. Evaluación del contenido de P en la planta de piña a los 5 y 8 meses de edad del cultivo.

4.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

- ✓ COSTO FIJO = \$ 9232.93
- ✓ COSTO VARIABLE MKP DOSIS 1 = \$ 95,55
- ✓ COSTO VARIABLE MKP DOSIS 2 = \$ 136,95
- ✓ COSTO VARIABLE DEL MICROESENCIAL DOSIS 1 = \$ 304,5
- ✓ COSTO VARIABLE DEL MICROESENCIAL DOSIS 2 = \$ 432
- ✓ **COSTO TOTAL** = *COSTOS FIJOS* + *COSTOS VARIABLES*

Para el análisis económico no se puede aplicar la metodología de Perrin debido a que en el proyecto de tesis no se llega hasta la obtención de la fruta de piña. Este análisis económico se lo realizó en base a un programa de actividades, fertilización y de control fitosanitario, que inicia con la preparación del suelo y termina con la inducción floral, la cual se lo aplica a la producción del cultivo de piña única y exclusivamente en la Empresa TERRASOL, Hacienda María Elena.

CUADRO 22. Costos fijos hasta las 35 semanas de edad del cultivo de piña con un peso promedio de 2200 gramos/pl y costos variables para cada uno de los tratamientos en relación a las dosis utilizadas de Microesencial y MKP.

TRAT	NOMENCLATURA	FUENTE	C. FIJOS	C. VARIABLES
T1	F1E1D1	Microesencial	9232.93	304,5
T2	F1E1D2	Microesencial	9232.93	432
T3	F1E2D1	Microesencial	9232.93	304,5
T4	F1E2D2	Microesencial	9232.93	432
T5	F1E3D1	Microesencial	9232.93	304,5
T6	F1E3D2	Microesencial	9232.93	432
T7	F2E1D1	MKP	9232.93	95,55
T8	F2E1D2	MKP	9232.93	136,95
T9	F2E2D1	MKP	9232.93	95,55
T10	F2E2D2	MKP	9232.93	136,95
T11	F2E3D1	MKP	9232.93	95,55
T12	F2E3D2	MKP	9232.93	136,95

Seguendo el programa de actividades, fertilización y control fitosanitario se procedió a obtener los costos involucrados en la producción de piña hasta la inducción floral sin tomar en cuenta los costos de los fertilizantes en estudio es decir el MKP y el Microesencial; este costo es igual para todos los tratamientos por lo tanto se lo toma en cuenta como un costo fijo. El costo fijo, como se muestra en el cuadro 23, se obtuvo para un periodo de 35 semanas, tiempo en el cual la planta de piña alcanza un peso promedio de 2200 gramos, este peso indica que la planta está lista para ser sometida a inducción floral, con estos parámetros normalmente se trabaja en la empresa, de igual manera con este parámetro de peso a la inducción se trabajó en cada uno de los tratamientos para obtener la edad a la inducción de cada tratamiento.

CUADRO 23. Edad a la inducción floral para cada uno de los tratamientos; ahorro obtenido y costo fijo por tratamiento.

TRAT	CF 35 Semanas Inducción	Edad a la Inducción (semanas)	Ahorro Total	Costo Fijo/Tratamiento
T1	9232,93	31	561,22	8671,71
T2	9232,93	28	730,71	8502,22
T3	9232,93	29	730,71	8502,22
T4	9232,93	31	561,22	8671,71
T5	9232,93	30	561,22	8671,71
T6	9232,93	30	561,22	8671,71
T7	9232,93	30	561,22	8671,71
T8	9232,93	33	391,73	8841,20
T9	9232,93	29	730,71	8502,22
T10	9232,93	31	561,22	8671,71
T11	9232,93	32	391,73	8841,20
T12	9232,93	34	222,24	9010,69

Por otro lado se obtuvieron los costos variables para cada uno de los tratamientos, en el cual incluye: el costo del fertilizante+ mano de obra. Para obtener un costo fijo para cada uno de los tratamientos, como se muestra en el cuadro 24, se lo restó el ahorro obtenido para el costo fijo de 35 semanas de edad del cultivo, este ahorro total esta dado en relación a la edad del cultivo de cada uno de los tratamientos en la cual la planta alcanza un peso promedio de 2200 gramos/pl.

CUADRO 24. Costo total por tratamiento

TRAT	Edad a la Inducción (semanas)	C.F/Tratamiento	C.V/Tratamiento	C.Total/tratamiento
T1	31	8671,71	304,5	8976,21
T2	28	8502,22	432	8934,22
T3	29	8502,22	304,5	8806,72
T4	31	8671,71	432	9103,71
T5	30	8671,71	304,5	8976,21
T6	30	8671,71	432	9103,71
T7	30	8671,71	95,55	8767,26
T8	33	8841,2	136,95	8978,15
T9	29	8502,22	95,55	8597,77
T10	31	8671,71	136,95	8808,66
T11	32	8841,2	95,55	8936,75
T12	34	9010,69	136,95	9147,64
T0 (Hacienda)	35	9232,93	84,75	9317,68

Sumando el costo fijo/tratamiento más el costo variable para cada uno de los tratamiento se obtiene el costo total por tratamientos, Cuadro 24, de esta manera se procedió a realizar un análisis para determinar qué tratamiento es el mejor en cuanto a costos de producción; vale recalcar que estos costos de producción están dados para una hectárea de cultivo de piña. Se determino así que el mejor tratamiento es el T2 (Microesencial a los 15 dds y con una dosis de 120 Kg P/ha) con un costo de producción de 8934,22 dólares, mientras que el peor tratamiento es el T12 (MKP a los 90 dds y con una dosis de 36 Kg P/ha) con un costo de producción de 9147,64 dólares.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

- El P en el cultivo de piña tuvo un efecto importante en las variables de crecimiento del cultivo referidas a la masa verde (g/pl), masa seca (g/pl), número de hojas y altura de planta, así como también influyó en el acortamiento del tiempo para la inducción floral.
- El T2 (microesencial, 15 ddp, 180kg P/ha) alcanzó el rango de peso para inducir a los 200 ddp con un promedio de 2,1 kg/pl, en tanto, que los demás tratamientos alcanzaron este rango de peso a los 225 ddp, a excepción del T11 (MKP, 90 ddp, 24 kg P/ha) y T12 (MKP, 90 ddp, 36 kg P/ha), por lo que el P tuvo efecto en la inducción floral.
- Referente a la altura, el T3 (microesencial, 45 ddp, 120 kg P/ha) fue el que alcanzó el mayor promedio con 99,57 cm, seguido del T2 (microesencial, 15 ddp, 180kg P/ha) con un promedio de 98,67 cm, y el menor valor correspondió al T6 (microesencial, 90 ddp, 180kg P/ha) con un promedio de 92,08 cm.
- A los 225 ddp los tratamientos T4 (microesencial, 45 ddp, 180kg P/ha), T6 (microesencial, 90 ddp, 180kg P/ha) y T2 (microesencial, 15 ddp, 180kg P/ha) alcanzaron promedios de 41 hojas/pl, en tanto que el tratamiento que menos cantidad de hojas produjo fue el T10 (MKP, 45 ddp, 36 kg P/ha) con 38 hojas/pl, por lo que el fertilizante Microesencial fue más significativo que el MKP.
- De los resultados alcanzados en esta investigación se concluye que, el fósforo es vital para el crecimiento inicial de la planta ya que permite el desarrollo de la raíz, la cual tiene que ser vigorosa y de rápido crecimiento para que la planta se establezca bien antes de que se inicien los períodos de sequía, ataque de plagas, malezas.

CAPITULO 6

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados de producción de masa verde obtenidos con el T9, se manifiesta que la aplicación del P vía foliar también tiene efecto, aunque su comportamiento es variable, por lo que se recomienda realizar un seguimiento tanto del T2 como del T9 para ver el efecto en el rendimiento y calidad de fruta.

- Realizar la fertilización fosfatada vía al suelo a los 15 dds, a una dosis de 180 Kg P/ha.

- Aplicar en base a los resultados obtenidos 200 Kg de N, 180 kg P y 400 Kg de K por hectárea para cubrir las necesidades del cultivo de piña.

- Para lograr mayor uniformidad en el cultivo se recomienda utilizar material vegetativo homogéneo dentro de cada bloque para de esta manera tener pesos dentro de un mismo rango y así evitar o reducir floraciones naturales y aplicaciones fitosanitarias inoportunas.

CAPÍTULO 7

BIBLIOGRAFÍA

AGRONET. Biblioteca digital agropecuaria. En:

<http://www.agronet.gov.co/BibliotecaDigital.html>

ARIAS, S y LÓPEZ, J. 2007. Proyecto de diversificación económica rural. Manual para la inducción floral (forza) en piña. La Lima, Cortes, Honduras. pp 8.

BASANTES, E. 2010. Producción y fisiología de cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo. Imprenta La Unión. Primera Edición. Quito-Ecuador. pp 363.

_____. 2010. Absorción del potasio y calcio por el cultivo de alcachofa y efecto en el crecimiento. Sangolquí-Ecuador. pp7.

_____. 2012. Efecto de la aplicación de dos niveles de nitrógeno y dos niveles de fósforo en el rendimiento del cultivo de maíz Var. Chillos, en un suelo Franco-arcillo limoso, sector de Sangolquí. Sangolquí-Ecuador. pp 77.2.

BERNAL, M. 2006. Madurez prematura en la piña afecta la cosecha. (Web en línea). Guayaquil, EC. Consultado 12 sep. 2006. Disponible con fecha de 24 de enero del 2006. En:<http://www.eluniverso.com/2006/01/21/0001/71/953BE7C7FD69406B80382F2320F6F5FD.aspx>.

BERTSCH, Floria. 2005. Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. Informaciones Agronómicas No 57. pp 10.

En: www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/.../Curvas+de+Absorción.pdf - [Similares](#).

BOLAÑOS, Roger. 2003. Evaluación de inductores florales y dosis en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merr) en la zona Ticuantepe. Managua-Nicaragua. pp 53.

BONATTI, J., BORGE, B., HERRERA, P. 2005. Efectos ecológicos del cultivo de la piña en la cuenca media del Río General-Térraba de Costa Rica. Informe Técnico No. 4. Elaborado por SEDER para TNC. San José, Costa Rica. 254 pp.

BOSCHETTI, Graciela. 2001. Importancia del Fósforo Orgánico del Suelo en la Nutrición Fosfatada de los Cultivos. En: <http://www.fertilizando.com/articulos/buscadorArticulosFertilizantes.asp>

BRUULSEMA, Tom. 2005. Ciencia detrás de las recomendaciones de fertilización. Informaciones Agronómicas No 62. pp 4.
En: www.ipni.net/.../Ciencia+Detrás+de+las+Recomendaciones+de+Fertilización. Pdf.

BULLOCK, Don. Efecto del muestreo en la precisión y exactitud del análisis de suelos bajo condiciones de siembra directa. Informaciones agronómicas No. 56. pp 3-5.
En: www.ipni.net/.../Efecto+del+Muestreo+en+la+Precisión+y+Exactitud....pdf

CIAMPITTI, Ignacio. 2009. Dinámica del fósforo del suelo en rotaciones agrícolas en ensayos de nutrición a largo plazo. Buenos Aires-Argentina. pp 116.

CORPOICA-LIBRA. Librería virtual agropecuaria. Disponible en:
http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/libreria/verpublicacion.asp?id_publicacion=1349

EFFECTO DEL FÓSFORO EN LA FIJACIÓN DEL NITRÓGENO. En:
www.ipni.net/.../Efecto+del+Fósforo+en+la+Fijación+del+Nitrógeno.pdf - Similares.

En:[http://www.ipni.net/ppiweb/pltamn.nsf/\\$webindex/article=AD26BC2005256CE20070A60AC27A8FBA!opendocument](http://www.ipni.net/ppiweb/pltamn.nsf/$webindex/article=AD26BC2005256CE20070A60AC27A8FBA!opendocument).

ICA. Instituto Agropecuario Colombiano

Disponible en: <http://www.ica.gov.co/Publicaciones.aspx>

ICA-CORPOICA. BAC. Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Disponible en: http://200.38.75.90:8979/F?func=find-b-0&local_base=bac01

ISHS. International Society for Horticultural Science

Disponible en: <http://www.ishs-horticulture.org/workinggroups/pineapple/>

IPNI. INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE.

Disponible en: <http://www.ipni.net/>

JOHNSTON, A y SYERS. 2009. Una nueva forma de determinar la eficiencia de uso del fósforo en agricultura. *Informaciones Agronómicas*. pp 17-20.

En:www.ipni.net/.../Una+nueva+forma+de+determinar+la+eficiencia+de+uso+del+fósforo+en+agricultura.pdf

LABORATORIOS AGROENZYMAS S.A. de C.V. Información técnica y fisiológica del cultivo de piña. Uso de biorreguladores y estimulantes para incrementar la productividad del cultivo. Tlalnepantla, Estado de México. pp 7.

MORAZÁN, Francisco. 2010. Manual del cultivo de la piña-Escuela obrera campesina internacional. Managua. pp 62.

MURRELL, T. Principios básicos de la eficiencia del fósforo y potasio. Informaciones Agronómicas. pp 6-9.

En:www.ipni.net/.../Principios+básicos+de+la+eficiencia+de+fósforo+y+potasio.pdf

NUTRICION VEGETAL – S.A. Mirat. <http://www.mirat.net/>

[fertilizantes/nutricion/macronutrientes/fosforo.htm](http://www.mirat.net/fertilizantes/nutricion/macronutrientes/fosforo.htm)

PAC, Pedro. 2005. Experiencias en el cultivo de piña (*Annanas comosus* (L) merr.) con el híbrido MD2 en Finca La Plata, Coatepeque, Quetzaltenango. Guatemala. pp 48.

PERRIN, R., WINKELMAN, D., MOSEARD, E y ANDERSON, J. 1981. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económico. Centro internacional de maíz y trigo. México D.F. 54p.

PIÑA. Consultado 29 jun 2012. Disponible en Internet: <http://www.euroresidentes.com/Alimentos/pina.htm>

PRO ECUADOR. 2011 PERFIL DE PIÑA ECUATORIANA-. Consultado 29 jun 2012. Disponible en Internet: www.proecuador.gob.ec/wp-content/plugins/.../download.php?id.

SAMSON, J.A. 1991. Fruticultura Tropical. Editorial Limusa, S.A. México.

SINAB. Sistema Nacional de Bibliotecas
Disponible en: <http://www.sinab.unal.edu.co/?q=node/388>

UNIVERSIDAD EARTH. PROYECTO PROMES-Promoviendo mercados sostenibles.
Fertilización foliar en el cultivo de piña orgánica.

VENTO, Yael. IIFT- Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, 2011.
Instructivo técnico para el cultivo de la piña. Primera edición. Cuba. pp 27.

VILLEGAS, Olman; VARGAS, Fernando; PÉREZ, José; GARCÍA, Roberto;
PORRAS, Sergio; MENESES, David; QUESADA, Alexis; DELGADO, Greivin;
ALPIZAR, Dennis; MORA, Bernardo; LEÓN, Ruth y ALFARO, David. 2007.
Caracterización y Plan acción para el desarrollo de la agrocadena de Raíces y
Tubérculos Tropicales en la región Huetar Norte. Quesada-Costa Rica. pp 63.