

**EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE FERTILIZACIÓN EN EL
RENDIMIENTO DE SEMILLEROS DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.)
Merr. HÍBRIDO VENECIA GOLD, EN FINCA AGRÍCOLA
INDUSTRIAL SAN CAYETANO S.A., HORQUETAS, SARAPIQUÍ**

VÍCTOR ROJAS JIMÉNEZ

Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de
Agronomía como requisito parcial para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2008

**EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE FERTILIZACIÓN EN EL
RENDIMIENTO DE SEMILLEROS DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.)
Merr. HÍBRIDO VENECIA GOLD, EN FINCA AGRÍCOLA
INDUSTRIAL SAN CAYETANO S.A., HORQUETAS, SARAPIQUÍ**

VÍCTOR ROJAS JIMÉNEZ

Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de
Agronomía como requisito parcial para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2008

**EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE FERTILIZACIÓN EN EL
RENDIMIENTO DE SEMILLEROS DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.)
Merr. HÍBRIDO VENECIA GOLD, EN FINCA AGRÍCOLA
INDUSTRIAL SAN CAYETANO S.A., HORQUETAS, SARAPIQUÍ**

VÍCTOR ROJAS JIMÉNEZ

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Parménides Furcal Berigüete, M.Sc. _____
Asesor

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA. _____
Jurado

Ing. Agr. Francisco García López, Lic. _____
Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE. _____
Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M.Sc. _____
Director
Escuela de Agronomía

2008

DEDICATORIA

A mis padres, Víctor Rojas González y Albertina Jiménez Umaña, por su esfuerzo y apoyo brindado en el aspecto emocional como en el área económica, muy importantes para conllevar las difíciles etapas de la vida. A mis hermanos, por darme su respaldo y confianza durante esta fase de estudio.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todo Poderoso que me ha dado la salud e inteligencia necesaria para salir avante con los estudios y diferentes etapas de la vida.

A la empresa Banacol de Costa Rica S.A, (gerente de producción, Don Roger Hidalgo) por la oportunidad brindada en el proyecto investigativo y en el ámbito laboral.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica, por el conocimiento ofrecido y la constante formación profesional como agrónomo. En general, al personal docente de la Escuela de Agronomía y Escuela de Ciencias y Letras, quienes facilitaron conocimiento y enseñanza durante este periodo.

Al Administrador de la finca Agrícola Industrial San Cayetano, Ing.Agr. Heiner Ulises Angulo Díaz; al Técnico 1, Ing.Ag. Rodolfo Salazar Morera; al encargado de deshija, Edwin Solano, así como al personal involucrado (Gerardo, “Chepón”) en las labores de establecimiento y muestreos del ensayo. Al área de aplicaciones de la finca (técnico 2: Eliecer Pérez, encargado aplicaciones: Olman García; operadores de boom (Víctor y Alex).

A los evaluadores de prácticas agrícolas: Lender Aguilar, Adrian Ramirez, Juan Carlos Lumbi, por su fuerte colaboración en los muestreos del ensayo, en especial a su líder y jefe, Ing.Agr. Berni Alvarado Aguilar.

Al profesor y asesor Ing.Agr. Parménides Furcal por brindarme su amistad, consejos durante la realización de este trabajo.

A mi novia, Jazmín Rodríguez Roman, por su colaboración y dedicación de tiempo en momentos cruciales de la vida.

Al Departamento de Asistencia Técnica por su apoyo y colaboración personal durante toda fase de trabajo.

A mis compañeros de generación y demás amigos de agronomía que me brindaron su amistad durante la vida estudiantil.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.1.1 Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades del cultivo de piña.....	3
2.2. Ciclo vegetativo de la planta de piña	4
2.3. Propagación de la piña.....	4
2.3.1. Semilla.....	5
2.3.2. Dominancia apical	7
2.4. Nutrición de la piña	7
2.4.1. Macronutrientes.....	8
2.4.2. Micronutrientes	12
2.5. Fertilización	13
2.6. Niveles críticos	14
2.7. Curvas de absorción de nutrientes	15
2.8. Relación suelo-planta-clima.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Ubicación del experimento	17
3.2. Condiciones ambientales.....	17
3.3. Período del experimento.....	18
3.4. Diseño experimental.....	18
3.4.1. Diseño de Bloques Completamente al Azar	18
3.4.2. Tratamientos experimentales.	19
3.4.3. Área experimental, unidad experimental y parcela útil.	21
3.5. Variables evaluadas	22

3.6.	Procedimientos de aplicación de los tratamientos.....	24
3.7.	Recolección de datos	25
3.8.	Labores culturales	28
3.9.	Análisis de la información	28
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1.	Prueba estadística de Normalidad.....	29
4.2.	Prueba estadística de contrastes polinómicos.....	30
4.3.	Análisis descriptivo y exploratorio.....	36
4.4.	Análisis de condiciones climáticas.....	48
4.5.	Análisis del contenido de nutrimentos	50
4.6.	Análisis económico.....	64
5.	CONCLUSIONES.....	66
6.	RECOMENDACIONES	68
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	69
8.	ANEXOS	71

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°	Titulo	Página N°
1	Descripción taxonómica del cultivo de piña. Jiménez 1999.	3
2	Efecto de dosis de potasio sobre la producción y número de vástagos en la piña c.v. Española Roja. Peña <i>et al</i> 1996.....	10
3	Niveles críticos de los nutrimentos más importantes en piña. Jiménez 1999.....	15
4	Datos climatológicos tabulados de tres años. Estación experimental Agrícola Industrial San Cayetano, 2005-2007.	17
5	Datos climatológicos tabulados de tres años, durante los meses de septiembre a marzo. Estación experimental Agrícola Industrial San Cayetano, 2005-2007.....	17
6	Datos climatológicos tabulados durante el período de ensayo. Estación experimental Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	18
7	Contenido de nutrimentos (Kg/ha) aplicados en cada ciclo de aplicación por tratamiento, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	20
8	Contenido de nutrimentos totales (Kg/ha) aplicados finalizado el ensayo por tratamiento, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	20
9	Estadísticas de siembra y forzamiento de las secciones destinadas a la investigación, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.	22
10	Datos de calibración del equipo aspersor para las respectivas aplicaciones de los tratamientos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.....	24
11	Prueba de normalidad Shapiro-Wilks, a las variables estudiadas estadísticamente del ensayo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	29
12	Datos estadísticos de la variable “número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta”, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	31

13	Datos estadísticos de la variable “número de semillas guía total por planta por tratamiento”, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.....	32
14	Datos estadísticos de la variable “ancho de hoja D” (cm) de la semilla guía, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	33
15	Prueba de medias para la variable “ancho de hoja D” (cm) de semilla guía, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	34
16	Datos estadísticos de la variable materia seca (Kg) en semilla guía, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	35
17	Datos estadísticos de la variable porcentaje de materia seca en semilla guía, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	36
18	Número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.....	39
19	Número de semillas guía por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.....	41
20	Ancho de hoja D (cm) de semilla guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.....	42
21	Materia seca total (Kg) de semilla guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.....	45
22	Porcentaje de materia seca total de semilla guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	46
23	Análisis de costos variables de los diferentes tratamientos, por hectárea de cultivo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	64

24	Análisis de costos de semilla por tratamiento, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	65
----	---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura N°	Titulo	Página N°
1	Diferentes tipos de semilla de piña (<i>Ananas comosus</i>). Peña <i>et al</i> 1996.	6
2	Distribución de las parcelas experimentales, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold. Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.....	19
3	Ubicación geográfica del área experimental del ensayo en el lote 064111, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	21
4	Diseño de la unidad experimental y parcela útil (200 plantas), en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.	22
5	Proceso de deshija en los muestreos del ensayo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2008.	25
6	Preparación de la semilla para el posterior proceso de secado: a) corte horizontal del tallo; b) corte vertical del tallo; c) muestra fraccionada, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.....	26
7	Muestra de semilla embolsada para el proceso de secado, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.	26
8	“Hojas D” de semilla guía preparadas para ser enviadas al laboratorio CIA-UCR, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	27
9	Comportamiento de las variables: número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg, número de semillas guía por planta y ancho de “hoja D” de semilla guía, desglosado por tratamiento, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	37
10	Comportamiento del promedio de materia seca (kg) de semilla guía vrs el porcentaje de materia seca (%MS), desglosado por tratamiento, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	38
11	Comportamiento del número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr.	

	Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	40
12	Comportamiento del número de semillas guía por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	41
13	Comportamiento gráfico del “ancho de hoja D” de semilla guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	43
14	Muestras de “hojas D” de semilla guía, Tratamiento 1 (frecuencia fertilización semanal), tercer muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	44
15	Muestras de “hojas D” de semilla guía, Testigo Absoluto (T0), tercer muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	44
16	Comportamiento de materia seca total (kg) de semillas guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	45
17	Comportamiento del porcentaje de materia seca total de semillas guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	47
18	Comportamiento de la precipitación (mm) durante el período del experimento, mostrando los momentos de muestreo y de las aplicaciones de los tratamientos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	49
19	Porcentaje de nitrógeno obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	51
20	Semilla vigorosa (color verde normal), “tratamiento 1”, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	52
21	Semilla con clorosis generalizada, Testigo Absoluto (T0), en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	52
22	Zona de semillero con semilla deficiente nutricionalmente, Testigo Absoluto (T0), en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr.	

	Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	53
23	Porcentaje de fósforo obtenido de los análisis foliares de la “hoja D” de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	54
24	Porcentaje de potasio obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	55
25	Porcentaje de Magnesio obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	56
26	Porcentaje de Calcio obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	57
27	Porcentaje de Azufre obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	58
28	Miligramos de Hierro por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	59
29	Miligramos de Cobre por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	60
30	Miligramos de Zinc por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	61
31	Miligramos de Manganeso por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	62

32	Miligramos de Boro por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.	63
----	--	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo N°	Titulo	Página N°
1	Respuesta gráfica según coeficientes para polinomios grado 4.	72
2	Resultados del análisis de suelo realizado al lote 064111, previo a preparación, Agrícola Industrial San Cayetano, 2006.	73
3	Resultados del análisis de suelos realizado al lote 153 (cercano a la zona del ensayo), previo a preparación, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.	74
4	Datos estadísticos de kilogramos y porcentaje de materia seca en semilla guía, en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008	75
5	Datos de cantidad de semilla guía total, semilla guía con peso superior a 0,4 Kg y ancho de hoja D (cm), en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008	76
6	Datos climatológicos tabulados durante el período de ensayo. Estación experimental Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008	77

RESUMEN

En finca Agrícola Industrial San Cayetano S.A. ubicada en el distrito de Horquetas, cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia, se procedió a realizar la investigación, en plantaciones de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, destinadas a producir semilla vegetativa. El trabajo de campo del experimento se desarrolló durante seis meses, comprendidos entre los meses de setiembre del 2007 y marzo del año siguiente.

El objetivo planteado fue estudiar la frecuencia de fertilización, teniendo como tratamientos los siguientes: frecuencia de fertilización cada siete (T1), catorce (T2), 21 (T3), 28 (T4) días entre aplicaciones, además de un testigo absoluto, buscando establecer parámetros precisos en la fertilización del cultivo en la fase de propagación de semilla, obteniendo un máximo aprovechamiento de los nutrimentos, reflejado en los rendimientos del cultivo.

A nivel de metodología, se cuantificó la materia seca total de la semilla tipo guía producida por tratamiento; para ello se seleccionaron cuatro semillas en cada muestreo. Se cuantificó la cantidad de semilla guía producida en la parcela útil, además se categorizaron las semillas con peso superiores a 400 gramos. A las cuatro semillas tipo guía muestreadas se le separó la “hoja D”, esto con el propósito de obtener el contenido nutricional de la misma. Por último, se procedió a establecer la relación costo/beneficio de los diferentes tratamientos considerando los resultados de las variables y el costo variable.

Los resultados no presentaron una tendencia estadística en la respuesta de las variables evaluadas de los tratamientos, excepto en las variables ancho de hoja D y porcentaje de materia seca. Sin embargo, las plantas tratadas con la frecuencia de fertilización de cada siete días mostraron una superioridad en la cantidad de semillas guía producidas por planta con 0,43 semillas, comparado al testigo absoluto y frecuencias de fertilización cada catorce, 21 y 28 días, que presentaron 0,27, 0,31, 0,32, 0,31 semillas guía por planta, respectivamente.

Las plantas sometidas a la frecuencia de fertilización de cada siete días, presentaron una mayor cantidad de semillas guía con peso superior a 400 gramos, con 0,21 semillas guía por planta, comparado al testigo absoluto y frecuencias de

fertilización cada catorce, 21 y 28 días, que alcanzaron 0,065, 0,08, 0,11 y 0,10 semillas guía por planta, respectivamente.

En referencia al ancho de hoja “D” de la semilla tipo guía, las plantas aplicadas con frecuencia de fertilización de cada siete días presentaron 4,46cm de ancho de hoja D en promedio, comparado al testigo absoluto y frecuencias de fertilización cada catorce, 21, 28 días, que presentaron 3,73, 4,12, 4,08 y 4,15cm de ancho de hoja D, respectivamente.

Las plantas aplicadas con frecuencia de fertilización semanal (T1) alcanzaron una mayor cantidad de materia seca en kilogramos por parcela útil, con 12,33 kilogramos de materia seca en promedio por muestreo, comparado al testigo absoluto y frecuencias de fertilización cada catorce, 21, 28 días, que alcanzaron 7,74, 8,58, 9,18 y 8.3 kilogramos de materia seca en promedio por muestreo, respectivamente

El contenido de macronutrientes y micronutrientes en la hoja “D” fue más alto cuando se aplicó fertilización con una frecuencia semanal (T1).

Además, de acuerdo a las variables evaluadas, resulta más rentable producir semilla en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, bajo la modalidad de la frecuencia de fertilización semanal.

Palabras claves: piña, híbrido, semilla vegetativa, semilla tipo guía, propagación, nutrientes, Hoja D, parcela útil, materia seca.

ABSTRACT

This research has been done in Agrícola Industrial San Cayetano S.A. located in Horquetas, Sarapiquí in Heredia Province taking as the case of study the pineapple plantations (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Venecia Gold Hybrid which are used to produce vegetable seed. The field work was developed during six months (from September 07 to March 08).

The objective consisted in studying the fertilization frequency taking the following reference: fertilization frequency every 07 days (T1), 14 days (T2), 21 days (T3) and 28 days (T4) of fertilizer application besides having an absolute witness. It was proposed to find precise parameters in the fertilization of the cultivation en the seed-spreading fase trying to get the best nutriments exploitation which is represented in the cultivation yield.

Methodologically speaking, the total dry material of the suckers seed produced by treatment was counted. To do that, four seeds were selected in each sampling. The whole quantity of suckers seed produced in the useful cultivated plot was counted. Moreover, seeds weighting more 400 grams were categorized. The "D leaves" were separated from the four suckers sampled seeds in order to obtain the nutritional value of it. Finally, the relationship cost/benefit of the different treatments was set and the results of the variables and the variable cost were considered.

The results did not show a statistics tendency in the evaluated variables answer of the treatments, except in the width variables in D leaf and dry material percentage. However, the plants treated with the fertilization frequency of seven days showed a superiority in the suckers seed number due to 0,43 seeds in every plant in contrast with the fertilization frequencies of 14, 21 and 28 days which showed 0,27, 0,31, 0,32 and 0,31 respectively.

The plants with the seven-day fertilization frequency showed a greater quantity of suckers seeds weighting more than 400 grams. It means 0,21 suckers seeds per plant compared to the absolute witness and the other frequencies (14,

21 and 28 days) that showed 0,065, 0,08, 0,11 and 0,10 suckers seeds in every plant respectively.

Regarding the D leaf width of the suckers seed, plants undergoing the seven-day fertilization frequency showed the average of 4,46cm compared to the absolute witness and to the other frequencies that showed 3,73, 4,12, 4,08 and 4,15cm, respectively.

Plants with the weekly fertilization frequency (T1) produced a greater quantity of dry material in kilograms per useful cultivated plot (12,33kg) compared to the absolute witness and the three remaining frequencies of 14, 21 or 28 days which produced 7,74, 8,58, 9,18 and 8,3kg, respectively.

The content of macro nutriments and micro nutriments in the "D leaf" was greater when applying the weekly frequency (T1).

In short, taking into account these evaluated variables, it is more profitable producing the pineapple seed (*Ananas comosus*) Merr. Venecia Gold Hybrid using the seven-day fertilization frequency

Key words: pineapple, hybrid, vegetable seed, suckers seed, spreading, nutriments, cultivated plot, D leaf, dry material.

1. INTRODUCCIÓN

En años recientes en el sector agropecuario, la piña ha pasado a ser uno de los productos no tradicionales de mayor expansión comercial, tanto a nivel nacional como internacional, donde la finalidad principal es el mercado de exportación mediante la comercialización de fruta fresca.

Según Chaverri (2003), Costa Rica ocupa el primer lugar mundial como productor-exportador por hectárea de piñas frescas para el mercado internacional, con un rendimiento promedio de 70 T/ha.

Considerando la importancia de los fertilizantes en el desarrollo de los cultivos, sus altos costos y analizando el comportamiento de la familia a la cual pertenece el género *Ananas*, así como el manejo tradicional del cultivo en cuanto nutrición, es posible darse cuenta de que una de las oportunidades para hacer más eficiente el sistema productivo es establecer parámetros precisos para la fertilización en cualquier fase del cultivo.

En este sentido se han hecho estudios de crecimiento y desarrollo de diversas plantaciones en sus distintas fases, enfocando las necesidades reales de nutrimentos para así definir un programa de fertilización acorde no sólo con la condición nutritiva del suelo y las necesidades del cultivo, sino también con el momento en que debe suministrarse cada nutrimento de acuerdo a la etapa del cultivo, con miras a maximizar su aprovechamiento.

La necesidad de realizar la investigación en plantaciones en fase semillero en finca Agrícola Industrial San Cayetano S.A., nace de la importancia de este material vegetativo para la empresa; ya que el porcentaje (aproximadamente 16% del área neta) de terreno dedicado a la producción de hijos dentro de la finca es relativamente alto, lo que conlleva también a un alto costo económico; y conociendo que el tiempo para nutrir y cosechar un hijo antes de su deshija es corto (aproximadamente veintidós días). Además es importante mencionar que el 90% de las plantaciones de piña de la finca son originadas de hijos guía, debido a que es el primordio que mejor desarrollo adquiere cuando la planta pierde la dominancia apical.

En el cultivo de piña el manejo del suelo es muy intensivo, se trabaja con un ciclo siembra-preparación de terreno de 19 meses. Por tanto, es imperativo que se de un manejo eficiente a las áreas destinadas a producir semilla de buena calidad en el menor tiempo posible, para tener la opción de una entrega de áreas a preparación más rápida y no poseer contratiempos en la etapa de acondicionamiento del suelo que alarguen el ciclo de siembra, provocando el desfase de las metas y compromisos de producción.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la frecuencia de fertilización en el rendimiento de los semilleros de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr, como herramienta para el abonamiento.

1.1.1.1 Objetivos específicos.

- Cuantificar la producción de materia seca de semilla guía por tratamiento.
- Determinar la cantidad de semilla tipo guía por tratamiento.
- Cuantificar el contenido nutricional de la semilla guía de piña por tratamiento.
- Determinar la relación costo/beneficio de la producción de hijo de piña, de acuerdo a los tratamientos evaluados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de piña

Según Jiménez (1999), el verdadero origen de la piña es el norte de Brasil. Cuando los españoles la conocieron, ya esta planta había pasado por un proceso de selección, realizado por los indios.

La piña comercial se clasifica como *Ananas comosus*. De esta especie se han derivado todas los cultivares e híbridos de uso comercial.

Cuadro 1. Descripción taxonómica del cultivo de piña. Jiménez 1999.

Reino	Vegetal
División	Monocotiledóneas
Clase	Liliopsida
Orden	Bromeliales
Familia	Bromeliaceae
Genero	<i>Ananas</i>
Especie	<i>Comosus</i>

La planta de piña, desde el punto de vista botánico, es una planta herbácea, monocotiledónea, perenne que puede medir hasta un metro de alto, con un tallo rodeado de hojas largas, gruesas y con espinas (especies mejoradas sólo presentan espinas en la punta de las hojas) (Castro 1998).

Los entrenudos que presenta el tallo son bastante cortos y cabe destacar que en cada nudo se encuentra una yema axilar, a partir de la cual se forman hijos que pueden diferir en su morfología y comportamiento (Castro 1998).

Las hojas de la planta de piña pueden ser numerosas (30-40 hojas) y están dispuestas en forma de espiral. Además, se ha demostrado que el análisis de la hoja "D" entera, permite conocer con exactitud el estado nutricional de la planta en un momento dado, y resulta importante si deseamos determinar la dinámica de extracción de algunos nutrimentos como el nitrógeno y el potasio (Castro 1998).

2.2. Ciclo vegetativo de la planta de piña

Según Castro (1998), un hijo de piña inicia su desarrollo mediante la emisión simultánea de raíces adventicias y de hojas nuevas. Este desarrollo generalmente es más lento en un principio, pero se va haciendo paulatinamente más notorio, conforme la planta aumenta la absorción radical de nutrimentos.

Posteriormente, la planta inicia el acumulado de reservas, además el desarrollo vegetativo se va restringiendo y se inicia una serie de cambios fisiológicos en busca de la emisión del brote floral. Por tanto, la floración y la posterior fructificación son los procesos que van a consumir los nutrimentos y las reservas acumuladas por la planta, entrando ésta en una etapa en que predomina la fase de producción sobre la fase vegetativa.

Con la producción de fruta finaliza el ciclo de la planta (madre). Posterior a la cosecha de la fruta se inicia la formación y desarrollo de semillas vegetativas, las cuales podrán reemplazar a la planta madre en la futuras generaciones.

El período de duración de la fase vegetativa depende de numerosos factores, siendo los principales la temperatura y las características varietales del material vegetal (Guido 1983).

2.3. Propagación de la piña

Castro (1982) establece que la propagación vegetativa de la piña presenta como particularidad la posibilidad de usar diferentes partes de la planta para propagarla, los cuales a su vez tienen la habilidad de regenerar una nueva planta similar a la planta madre que les dio origen.

En principio para la propagación de la piña puede usarse material de cualquier origen o de cualquier tamaño o peso, pero se ha comprobado que cuanto mayor es el tamaño del material vegetativo a propagar, tanto más pronto estará en producción la nueva planta.

2.3.1. Semilla

Se puede decir que el éxito o el fracaso en el desarrollo de un proyecto comercial de piña dependerá principalmente de la calidad de semilla a sembrar. Una buena semilla, vigorosa, de buen tamaño y libre de ataque de plagas y enfermedades, indudablemente producirá una cosecha ejemplar, siempre y cuando las prácticas de manejo subsiguientes a la siembra, sean eficiente (Castro 1998).

Comenzando de la posición de la fruta hacia la base de la planta, se pueden encontrar los siguientes tipos de material vegetativo: corona, tope, penacho o hijo de corona; hijo basal, slip, bulbillo o hijuelo de la base de fruto; medio hijo, "happa", hijuelo de eje floral o hijo intermedio; brote del tallo, hijo de mata, hijo guía, retoño aéreo, "suckers", hijuelos axilares, socos o chupón aéreo; brote de raíz, hijuelo del pie de planta, "ratoons" o chupón subterráneo, hijo de agua, hijo de suelo (Castro 1998, Figura 1).

El brote del tallo es un hijo difícil de desprender de la planta madre. Además, es el tipo de hijo que se puede dejar en la planta madre para que desarrolle y produzca la segunda cosecha (Chavarría 1996).

Se recomienda deshijar cuando la longitud del brote sea de aproximadamente 25cm. Se colocan sobre las plantas madres con su base hacia arriba con el fin principal de que se seque y cicatrice la herida provocada por el desprendimiento, lo cual contribuye al control de enfermedades (Castro 1998).

De acuerdo con Peña *et al* (1996), los hijos jóvenes presentan una superficie fotosintética activamente débil y su crecimiento inicial está en función de las reservas y de la actividad de la planta madre. Además, los autores mencionan que la fotosíntesis, después de la cosecha del fruto, es suficiente para asegurar la marcha del hijo y una reanudación en la acumulación de las reservas en el tallo.

2.3.1.1. Semilla Basal

Semilla de vigor y ciclo intermedio, menos uniforme que la corona, pero más que la semilla guía, de fácil cosecha y gran disponibilidad, para el caso de la variedad Perola, variedad más cultivada en Brasil (Reinhardt y Da Silva 2000).

2.3.1.2. Semilla Guía

Semilla de mayor vigor, ciclo más corto, de cosecha más difícil, menor uniformidad en tamaño y peso, baja disponibilidad en variedad Perola. Es más susceptible a la ocurrencia de floración natural precoz (Reinhardt y Da Silva 2000).

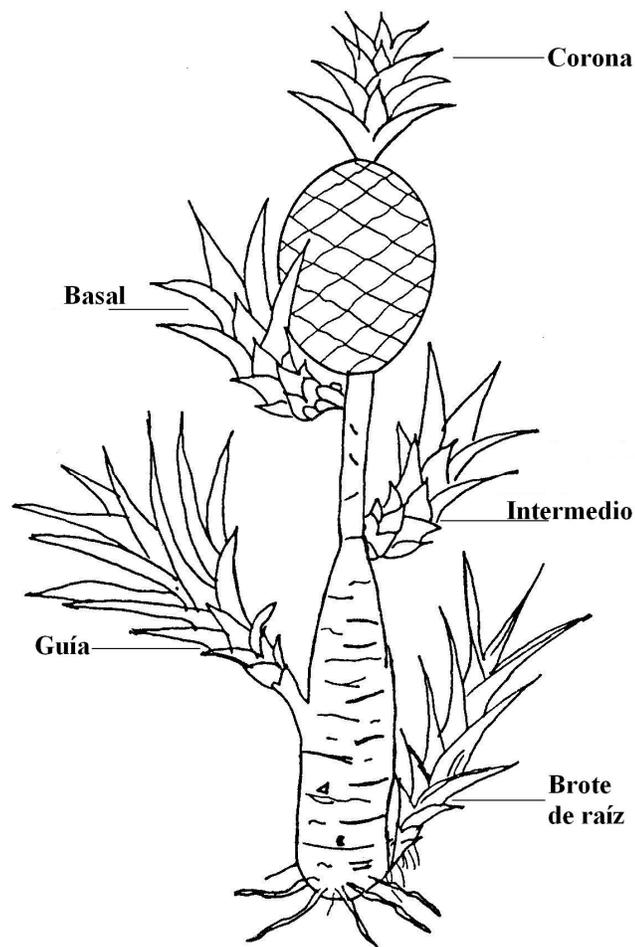


Figura 1. Diferentes tipos de semilla de piña (*Ananas comosus*). Peña *et al* 1996.

2.3.2. Dominancia apical

Dominancia apical es posible definirla como el predominio en el crecimiento que posee la yema que se encuentra en la porción superior de la planta, sobre el crecimiento de las yemas ubicadas en las axilas de las hojas inferiores (Marassi 2004).

En la mayoría de las plantas la yema apical es la principal responsable del crecimiento del tallo. Si por alguna razón la yema apical se muere, muy pronto empiezan a brotar las yemas axilares cercanas al ápice. Efecto similar puede producirse con la aplicación de ciertas sustancias que eliminan la dominancia apical (Castro 1982).

Se conocen varias técnicas de multiplicación acelerada de material vegetal de piña, éstas tienen la finalidad de suprimir la dominancia apical, lo que favorece el desarrollo de las yemas laterales. Dentro de los métodos de propagación se puede hacer uso de los métodos naturales ("Castración"), métodos químicos como por ejemplo: Maintain CF-125 y los métodos de laboratorio (micropropagación) (Peña *et al* 1996).

Según Peña *et al* (1996), los hijos de tallo que se desarrollan inhiben a las otras yemas axilares en posición inferior, y sólo la extirpación de éstos, permite la salida de otros.

2.4. Nutrición de la piña

Las necesidades nutricionales de la planta de piña aumentan con su desarrollo hasta el momento de la inducción floral. La inducción floral se realiza al momento de que la planta ha alcanzado un peso promedio de cinco libras. Esto se logra cuando la planta posee una edad después de siembra de ocho a ocho meses y medio.

Después de la inducción floral las necesidades nutricionales son mucho menores, la planta vive en parte de sus reservas, pero sin embargo, continúa absorbiendo elementos (Barahona 1998).

Según Castro (1998), la piña puede absorber los elementos minerales por muchas vías: raíces subterráneas, raíces adventicias que surgen del tallo y también por las hojas. Estas dos últimas formas de absorción hacen posible, en gran medida, la aplicación de abonos en forma de aspersión foliar de abonos líquidos.

Las indicaciones de autores que han realizado estudios de absorción nutricional concuerdan en las necesidades de la piña en nitrógeno y potasio, son especialmente elevadas, mientras que el fósforo sólo es asimilable por la planta en cantidades relativamente reducidas (Castro 1998).

Las hojas tienen una forma acanalada, lo que incrementa su rigidez en relación a las otras plantas con el mismo espesor. Esta forma, unido a la disposición espiral, le permite a la planta aprovechar las pequeñas cantidades de agua provenientes de lloviznas o del propio rocío, pues ésta se desplaza hasta ponerse en contacto con las raíces situadas en las axilas de las hojas viejas primero, y con las ubicadas en el suelo después.

Las hojas D, son las hojas más jóvenes que han terminado prácticamente su desarrollo. Son las más largas si se desarrollan en un medio favorable y su tejido basal es frágil. Son las utilizadas para conocer el estado nutricional de la planta, seguir su desarrollo foliar, conocer el momento adecuado para realizar la inducción artificial de la floración y pronosticar la cosecha (Peña *et al* 1996).

2.4.1. Macronutrientes

2.4.1.1. Nitrógeno

El nitrógeno es un componente principal de las proteínas (parte indispensable de los organismos vivos), constituyendo alrededor del 7% de la sustancia seca en la piña. Este elemento estimula el crecimiento, estando las necesidades de la piña en este elemento en función del nivel de crecimiento máximo posible que depende de otros factores, siendo el climatológico el principal.

Las plantas de piña deficientes de nitrógeno presentan hojas con coloración amarillo verdosa a amarillas, pequeñas, estrechas y poco numerosas; plantas

raquíticas con crecimiento lento; fruto pequeño de coloración rojiza y con corona pequeña; disminución considerable del número de bulbillos y pobre desarrollo de los vástagos axilares. Un exceso de este elemento disminuye la respuesta de la planta a los estimuladores de la inducción floral, baja la calidad de los frutos, produce el acame de la planta y el fruto, produce mucho crecimiento vegetativo y demasiado tamaño de la corona (Peña *et al* 1996).

Es un componente importante de la clorofila (pigmento verde) y de las hormonas. Una deficiencia extremo de nitrógeno está presente cuando los niveles son inferiores al 0,10% en peso fresco del centro de la hoja D. Sin embargo, conforme la concentración de nitrógeno aumenta, el color verde también aumenta. Si están los otros elementos en niveles óptimos y el nitrógeno encima del mínimo, se da una condición más que óptima para el desarrollo de la piña (Jiménez 1999).

2.4.1.2. Potasio

El potasio es tan necesario como el nitrógeno y el fósforo, ya que como hemos planteado anteriormente, la piña tiene grandes necesidades de este elemento.

El potasio juega un rol importante en la planta de piña, pues influye en la síntesis de carbohidratos y ácidos orgánicos, en la absorción y reducción de los nitratos y en la síntesis de proteínas, además de favorecer el rendimiento, la calidad y la firmeza del fruto. El potasio actúa en la conversión del nitrógeno soluble orgánico en proteínas e incrementa el crecimiento de los frutos, el peso, la acidez y los azúcares. Es un elemento determinante en la calidad de los frutos, mientras que el nitrógeno determina esencialmente el rendimiento (Peña *et al* 1996).

Según Peña *et al* (1996), la carencia de potasio en la piña produce un follaje verde a verde oscuro; hojas con puntas secas, pequeñas, amarillas, puntiagudas, estrechas y con manchas cloróticas cerca de los bordes que se extienden progresivamente en toda la hoja; la planta es de porte erecto, pedúnculo fructífero de poco diámetro y fruto pequeño, poco ácido y sin aroma.

Según Peña *et al* (1996), en resultados obtenidos (Cuadro 2) en suelos ferralíticos rojos de la región central y occidental de Cuba, muestran que el potasio aumenta los rendimientos, el peso promedio de los frutos, el número de vástagos basales, el contenido de vitamina C y el contenido de azúcares y ácidos.

Cuadro 2. Efecto de dosis de potasio sobre la producción y número de vástagos en la piña c.v. Española Roja. Peña *et al* 1996.

Dosis de K ₂ O g/planta	Rend. t/ha	Peso del fruto (kg)	No. de vástagos		
			Basales	Guías	Criollos
0	49.5	0,99	0,38	0,85	0,13
6	56.4	1.13	1.25	0,96	0,26
12	56.2	1.12	1.64	0,99	0,27
18	55	1.1	1.56	0,94	0,21

Para un buen rendimiento y calidad de frutas, en el suelo debe haber un mínimo de 150 a 350ppm de potasio disponible. Los síntomas de deficiencia de potasio son más evidentes a concentraciones de 0,20% o menos, con base en el peso fresco en el tejido blanco basal de las hojas “D” (Jiménez 1999).

2.4.1.3. Fósforo

A pesar de la piña absorber cantidades reducidas de fósforo, éste debe ser bien aprovechado, pues se conoce con precisión que forma parte de diversas combinaciones orgánicas y enzimas, y además interviene en forma inorgánica en el metabolismo de la planta.

El fósforo se encuentra en la planta como un componente de los azúcares fosforilados, grasas y nucleoproteínas; desempeña un papel importante en la transformación de la energía dentro de la planta (Jiménez 1999).

La carencia de este elemento provoca síntomas poco definidos en la planta. El follaje toma un color verde oscuro matizado de azul, las hojas son largas y estrechas y su parte apical se va necrosando (“puntas de hojas se secan”). Estos

síntomas suelen aparecer en suelos muy ácidos donde el fósforo no es asimilable. Las mayores necesidades de fósforo se producen durante la diferenciación floral y la floración (Barahona 1998).

Un mínimo de 25ppm de fósforo disponible es necesario para un crecimiento óptimo de la piña. Los síntomas de deficiencia se han observado cuando el contenido de fósforo en el tejido blanco basal de las hojas D es 0,009% o menor con base en el peso fresco (Jiménez 1999).

2.4.1.4. Calcio

La necesidad de calcio en el cultivo de la piña es reducida, pero este elemento resulta importantísimo para regular el régimen hídrico de la planta, ya que favorece la pérdida de turgencia de las células y la transpiración, participa en la neutralización de los ácidos orgánicos y es primordial en los fenómenos que llevan a la diferenciación de la inflorescencia y al desarrollo del fruto.

La carencia de este elemento trae consigo que la planta produzca hojas cloróticas, pequeñas, cortas, quebradizas, con puntas disecadas, seguidas de lesiones en su base de color carmelita. Induce al no crecimiento y a la no producción de frutos y vástagos.

El calcio en la planta se combina con el ácido péptico para formar peptato de calcio, la sustancia que cimienta las paredes adyacentes de las células. El calcio es una parte de la estructura celular (Jiménez 1999).

Se considera que un nivel de 0,50 a 0,70% de materia seca en las hojas "D" enteras, es suficiente para el buen desarrollo de la planta. Las mayores cantidades de este elemento se acumulan en las hojas, el tallo, los vástagos y la corona (Peña *et al* 1996).

2.4.1.5. Magnesio

Es un elemento importante que forma parte de la clorofila, en la que es indispensable, a pesar de que la piña no tiene alta demanda de este elemento.

La carencia de magnesio produce plantas de porte normal, hojas con manchas amarillas que pasan a "carmelitas" y resecaamiento de las hojas más

viejas que no terminan su crecimiento. Las plantas con deficiencias de magnesio presentan también frutos con poca acidez, pobres en azúcar y sin buen sabor.

Según Peña *et al* (1996), se considera que las plantas de piña bien abastecidas deben poseer en la hoja D entera entre 0,18 y 0,20% de magnesio expresado en materia seca.

2.4.1.6. Azufre

El azufre forma parte de algunas proteínas, aceites y otros compuestos orgánicos en la planta. Tiene alguna función en la formación de la clorofila.

Las plantas deficientes de este elemento, se caracterizan por presentar un color amarillo limón brillante (toda la planta). Las hojas son bastantes anchas (Jiménez 1999).

2.4.2. Micronutrientes

2.4.2.1. Cobre

La carencia de cobre en la piña produce hojas verde claro, estrechas, con ápices doblados hacia abajo, necróticas y enroscadas en forma de espiral (parte necrosada). Las raíces son cortas y poco filamentosas. Las plantas se ponen raquílicas, pierden agua y se tornan de color rosa (Peña *et al* 1996).

2.4.2.2. Zinc

La carencia de zinc en las plantas jóvenes produce hojas rígidas, quebradizas y a veces curvadas, la planta se curva. En plantas viejas las hojas ubicadas en la parte más baja del tallo presentan nervaciones irregulares y coloración amarillo anaranjado. Se presentan también manchas en las hojas, que son blanquecinas al principio y necrosadas después. Aunque esta carencia es poco frecuente, puede presentarse en suelos con pH cerca o superior a siete.

Su distribución en los diferentes órganos de la planta es distinta, y la mayor acumulación se encuentra en las hojas, los vástagos, la corona, el tallo y la pulpa del fruto (Peña *et al* 1996).

2.4.2.3. Boro

A este elemento se le atribuyen diferentes síntomas tales como: hojas de coloración amarillo anaranjado pasando a “carmelita” y con puntas secas; hojas jóvenes con bordes amarillos y muerte de ápices; frutos con coronas múltiples, pequeños, esféricos y con formaciones suberosas entre los “ojos” (Peña *et al* 1996).

2.4.2.4. Hierro

La deficiencia de este elemento afecta las plantas de piña presentándose una clorosis debido a que se ve afectada la absorción de nitrógeno eficientemente (Jiménez 1999).

Según Palma (1995), las hojas viejas tienen hasta diez veces más hierro que las nuevas, y que este elemento está relacionado con el transporte de electrones mitocondrial de la respiración.

2.5. Fertilización

Castro (1998) menciona que es imprescindible realizar el respectivo análisis de suelos para fundamentar la fertilización requerida por la plantación, y además considerar la densidad de siembra, variedad y clima de la zona.

Las aplicaciones al suelo se realizan dirigidas al lado de cada planta, de manera que no tenga contacto directo con la planta; el abono se coloca aproximadamente a 3,5cm de la base de la planta.

En cuanto a aplicaciones foliares, la solución es producto de una estrecha relación entre la cantidad de producto y la cantidad de agua; alteraciones en cualquiera de ellas puede causar quemaduras a la planta o déficit nutricional.

La fertilización de la piña se realiza al suelo al inicio o al momento de la siembra; a partir del tercer mes se realiza sólo en forma foliar, hasta antes de la inducción floral. Cumplir con el momento oportuno de la aplicación de los nutrientes es tanto o más importante que las cantidades que se utilicen (Jiménez 1999).

Para realizar una fertilización correcta existen dos reglas básicas muy importantes: la ley del mínimo (la productividad se ve condicionada por el nutrimento que esté en menor proporción) y el requerimiento óptimo de nutrimentos en cada fase del cultivo (OCEANO 1999)

Para realizar una fertilización correcta existen dos reglas básicas muy importantes:

a. La ley del mínimo, según la cual la productividad se ve condicionada por el nutrimento que esté en menor proporción, aunque de los demás haya proporciones adecuadas.

b. El requerimiento óptimo de nutrimentos. Una vez que este exceso se cumple, el exceso de fertilización no se traduce en aumento de la productividad

La piña tiene requerimientos nutricionales muy específicos. La carencia o exceso de algunos elementos puede afectar la apariencia, vitalidad y calidad de la planta y, en consecuencia, lógicamente de la fruta (Jiménez 1999). Por este motivo es muy importante determinar los periodos de mayor absorción de nutrientes para lograr establecer los sistemas de fertilización adecuados a las necesidades del cultivo en cada etapa.

2.6. Niveles críticos

El nivel crítico en el suelo es aquella concentración extraída del suelo por encima del cual las posibilidades de encontrar respuestas a la fertilización son muy bajas y por debajo de la cual muy probablemente los rendimientos serán pobres. En el Cuadro 3, se expresan los niveles críticos de los nutrientes más relevantes, tanto en suelos como en los tejidos foliares (Jiménez 1999).

Cuadro 3. Niveles críticos de los nutrimentos más importantes en piña. Jiménez 1999.

Nutriente	En el suelo (ppm)	Tejido foliar (% en peso fresco)
N	25	0,020
K	400	0,3
Ca	200	0,01
Mg	100	0,025

2.7. Curvas de absorción de nutrimentos

De acuerdo con Sancho (1999), una curva de absorción es la representación gráfica de la extracción de un nutrimento que determina las cantidades extraídas por una planta a través de su ciclo de vida. La demanda de nutrimentos depende de diferentes factores tanto internos (potencial genético, edad de la planta) como externos (temperatura, humedad y brillo solar).

La determinación de la curva de crecimiento y absorción de nutrimentos permitiría establecer las etapas de mayor producción de materia seca y de requerimientos nutricionales, con lo cual se puede planificar mejor la aplicación de fertilizante. Por medio de estas curvas o graficación, que se pueden hacer de varias maneras, se puede determinar los momentos precisos de máxima absorción y las cantidades totales de cada nutrimento requeridas por el cultivo para completar su ciclo.

Según Bertsch (1998), representan la vía más directa para saber lo que ocurre con los nutrimentos durante el período de crecimiento de un determinado cultivo; pero las curvas de absorción para cada cultivo específico tienen la limitante de que necesariamente se deben elaborar o al menos ajustarlas a las condiciones locales.

2.8. Relación suelo-planta-clima

Uno de los factores del suelo limitante del cultivo en zonas lluviosas es la baja permeabilidad ya que favorece el ataque de patógenos en el sistema radical y es causante de muerte de las raíces por asfixia.

En zonas expuestas a excesos de agua es importante establecer sistemas de drenaje superficial apropiados e implementar la labor de subsolado para promover entre otras funciones el movimiento interno del agua.

La piña posee un sistema radical efectivo relativamente superficial. Esta característica hace obligatoria una excelente preparación de suelos para proveer un sustrato adecuado para un anclaje satisfactorio de la planta, una buena conservación de suelos y una conveniente y necesaria movilización de aire y agua a través del perfil del suelo (Hine y Ramírez 1998).

La producción de un sistema agrícola es la salida que se obtiene como resultado de la interacción de sus tres componentes, suelo, planta y clima, con la acción de manejo que el ser humano puede introducir sobre ellos. Expresado en fórmula matemática queda establecida la siguiente ecuación:

$$y = f(\text{suelo, planta, clima}) + \text{manejo}$$

donde (y) puede ser expresada en unidades como kg/ha/año, t/ha/ciclo, unidades/planta, etc.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

La investigación se realizó en finca Agrícola Industrial San Cayetano S.A. (AISC) propiedad de la empresa Banacol de Costa Rica S.A., ubicada en el distrito de Horquetas, cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia.

El lugar del experimento se encuentra ubicado a una altitud de 70m.s.n.m., a 10° 24'13 latitud norte y 83°53'39 longitud oeste.

3.2. Condiciones ambientales

En el Cuadro 4, se presenta datos climatológicos de la localidad, estación experimental de la finca, de los tres años anteriores al experimento.

Cuadro 4. Datos climatológicos tabulados de tres años. Estación experimental Agrícola Industrial San Cayetano, 2005-2007.

Año	Promedio Temperatura (°C)	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Promedio Radiación solar (W/m ²)	Suma Precipitación (mm)
2005	26,4	34,7	18,6	163,2	2626
2006	26,2	34,0	17,2	188,2	2476
2007	26,1	33,8	17,7	191,4	2290
Promedio anual	26,3	34,2	17,8	180,9	2464,1

En el Cuadro 5, se presenta datos climatológicos de la zona, de los tres años anteriores, pero del período proporcional al que se realizó el experimento (septiembre a marzo).

Cuadro 5. Datos climatológicos tabulados de tres años, durante los meses de septiembre a marzo. Estación experimental Agrícola Industrial San Cayetano, 2005-2007.

Años (septiembre a marzo)	Promedio Temperatura (°C)	Promedio Radiación solar (W/m ²)	Suma Precipitación(mm)
2005-2006	25,6	162,5	1076
2006-2007	26,1	206,7	1153
Promedio período	25,8	184,6	1114,5

3.3. Período del experimento

El trabajo de campo del experimento se desarrolló aproximadamente en un período de seis meses, el cual comprendió entre 29 de septiembre del 2007 y el 30 de marzo del 2008.

Durante el período de experimento (septiembre 2007 – marzo 2008) se registraron los siguientes datos climatológicos:

Cuadro 6. Datos climatológicos tabulados durante el período del experimento. Estación experimental Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Años (septiembre a marzo)	Promedio Temperatura (°C)	Promedio Radiación solar (W/m ²)	Suma Precipitación(mm)
Período 2007-2008	25,7	185,6	1599,8

3.4. Diseño experimental

3.4.1. Diseño de Bloques Completamente al Azar

La definición del diseño está ligada a la topografía del terreno así como al desarrollo de la plantación (tipo de semilla de la plantación, peso y edad de inducción floral). De acuerdo a esto, se consideró un “contorno” de sección (la sección está compuesta por dos contornos, divididos por un canal) como un bloque del experimento, el cual se dividió en unidades experimentales y dentro del cual se hizo una distribución al azar de los tratamientos, como se observa en la Figura 2.

Para la ubicación de los tratamientos se generaron números aleatorios, tomando como referencia que son cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamientos (cuatro bloques igual a cuatro contornos).

Bloque	Parcelas experimentales (Sección 4.1)					Bloque	Parcelas experimentales (Sección 4.2)				
	11	12	13	14	15		10	9	8	7	6
	T3	T1	T0	T4	T2		T1	T3	T2	T0	T4
III						II					
	1	2	3	4	5		20	19	18	17	16
	T2	T1	T4	T3	T0		T2	T3	T4	T0	T1
I						IV					



Figura 2. Distribución de las parcelas experimentales, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold. Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.

De acuerdo a la naturaleza de la investigación y al diseño experimental se determinó que el mejor modelo matemático es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \ell_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = variable de respuesta

β_j = efecto del bloque

μ = media general

ℓ_{ij} = error experimental.

α_i = efecto del tratamiento

El modelo anterior asume que:

- Los efectos del tratamiento y del bloque son aditivos.
- Los errores experimentales son independientes, con medias cero y varianza común σ^2 .

3.4.2. Tratamientos experimentales.

Los tratamientos experimentales son cinco, cuatro correspondientes a diferentes frecuencias de aplicación, pero con dosis totales iguales de fertilización, y un tratamiento correspondiente al **testigo absoluto** que no llevaría dosis de fertilizantes:

- **T0:** testigo absoluto, cero aplicaciones a las parcelas experimentales.
- **T1:** aplicaciones al área experimental cada siete días.

- **T2:** aplicaciones al área experimental cada catorce días.
- **T3:** aplicaciones al área experimental cada 21 días.
- **T4:** aplicaciones al área experimental cada 28 días.

Cuadro 7. Contenido de nutrimentos (Kg/ha) aplicados en cada ciclo de aplicación por tratamiento, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Tratamientos	Dosis (kg/ha)/ ciclo							
	N	K ₂ O	CaO	MgO	B	Cl	Fe	Zn
T0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,000
T1	30,78	15,64	2,12	1,20	0,85	11,61	0,0046	0,043
T2	61,57	31,29	4,24	2,40	1,70	23,21	0,0092	0,085
T3	92,35	46,93	6,36	3,60	2,55	34,82	0,0138	0,128
T4	123,13	62,57	8,48	4,80	3,40	46,42	0,0185	0,170

Es importante mencionar que el fósforo (12,2 P₂O₅) se aplicó al inicio del experimento, en la primera aplicación, para todos los tratamientos. Esto por el tipo de características (movilidad en el suelo) que posee dicho elemento y absorción prácticamente uniforme durante el ciclo del cultivo.

Se debe terminar el ciclo vegetativo del semillero con la misma cantidad de elementos nutritivos, pero con frecuencias de aplicación diferentes. En este sentido la variable frecuencia de aplicación repercute en el costo del plan de fertilización.

Cuadro 8. Contenido de nutrimentos totales (Kg/ha) aplicados finalizado el experimento por tratamiento, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Tratamientos	Numero de aplicaciones	Dosis Total (kg/ha)								
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	B	Cl	Fe	Zn
T0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T1	24	738,78	12,2	375,42	50,88	28,80	20,40	278,54	0,11	1,02
T2	12	738,78	12,2	375,42	50,88	28,80	20,40	278,54	0,11	1,02
T3	8	738,78	12,2	375,42	50,88	28,80	20,40	278,54	0,11	1,02
T4	6	738,78	12,2	375,42	50,88	28,80	20,40	278,54	0,11	1,02

Cuadro 9. Estadísticas de siembra y forzamiento de las secciones destinadas a la investigación, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.

Sección	Fecha de Siembra	Tipo de hijo sembrado	Fecha de Forza	Edad de forza (meses)	Peso Planta promedio (lb)
4.1	19/08/2006	BS	17/02/2007	6,0	4,72
4.2	19/08/2006	GE1	17/02/2007	6,0	5,12

BS: semilla Basal Súper, peso: 300-370g.

GE1: semilla Guía Extra 1, peso: 450-550g.

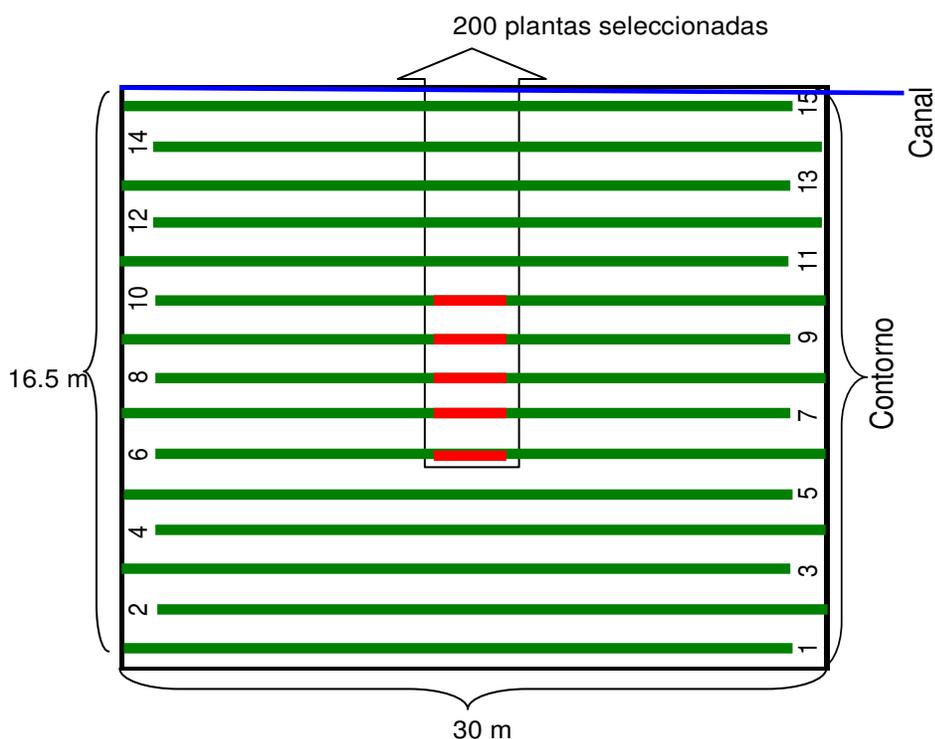


Figura 4. Diseño de la unidad experimental y parcela útil (200 plantas), en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.

Las unidades experimentales tienen una longitud de 30m y un ancho de 16,5m (ancho que cubre las 15 camas del contorno), por consiguiente, cada unidad experimental consta de un área de 495m², para un área experimental total de 9,900m². De cada unidad experimental se marcaron 200 plantas, éstas conforman la **parcela útil**.

Estas 200 plantas fueron seleccionadas buscando uniformidad en la plantación, se marcaron 40 plantas continuas por cama (cinco camas), como se muestra en la Figura 4. Estas plantas se marcaron en el borde con una cinta amarilla.

3.5. Variables evaluadas

Las variables de respuesta de la investigación son las siguientes:

- Número de semillas guía/planta: se determinó la cantidad de semilla deshijada, de la parcela útil de cada tratamiento. Además, se categorizó la semilla superior a 400 gramos (semilla de “buena calidad”)

- Materia seca de semilla guía: de la semilla deshijada en cada muestreo de las unidades experimentales, se trasladó una muestra (cuatro semillas por unidad experimental) al laboratorio del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) para determinar materia seca.

- Contenido de nutrimentos de la semilla guía: de la semilla categorizada en el punto anterior, se envió la hoja D de cada semilla (cuatro hojas conforman una muestra) para realizar un análisis completo de nutrimentos al laboratorio Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica (CIA-UCR).

- Ancho de hoja D de semilla guía: a las hojas cuatro hojas que fueron enviadas al laboratorio para su análisis químico, también, se les midió el ancho de hoja en centímetro. Esta medición se realizó en el centro de la “hoja D” (zona más ancha de la hoja).

- Relación costo/beneficio: se calculó los diferenciales en costos entre los tratamientos, a su vez se correlacionó con los rendimientos productivos para obtener su beneficio.

3.6. Procedimientos de aplicación de los tratamientos

En este experimento los insumos, o sea fertilizantes, son los establecidos de acuerdo al paquete tecnológico de la empresa.

El equipo utilizado consistió en un Spray Boom (Equipo aspersor para las aplicaciones foliares), el cual dispone de boquillas cónicas D4C35, con una presión de descarga 30lb/plug².

El equipo aspersor fue calibrado al inicio del experimento de acuerdo al volumen de aplicación de cada tratamiento, considerando mantener la concentración de fertilizantes constante (8,52%) en el volumen de aplicación y variando la velocidad de aplicación.

Las mediciones del volumen de aplicación (Agua, "formula 31") se realizaron con una "maría" Sotera Systems Model 825 meter ($\pm 0,5l$).

Las mediciones de los insumos se realizaron en la bodega de la finca con una romana Tru-Test ($\pm 0,5g$) y probetas para el caso de los volúmenes ($\pm 0,05l$)

Se utilizó un Tractor Same Silver 95HP, encabinado.

En el caso de la manipulación de los insumos, cabe mencionar que se implementaron las medidas de seguridad del caso establecido por la empresa, como es el uso de guantes, mascarilla.

Cuadro 10. Datos de calibración del equipo aspersor para las respectivas aplicaciones de los tratamientos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.

Tratamiento	Tipo de boquilla	Descarga boquilla (l/min)	Volumen a aplicar (gal)	Presión manómetro (Bares)	Presión descarga boquilla (lb/pulg ²)	Marcha Tractor	r.p.m
T0							
T1	D4DC35	2,05	150	2,5	30	2 Tortuga"M"	2000
T2	D4DC35	2,05	225	2,5	30	2 Tortuga Tortuga	2000
T3	D4DC35	2,05	300	2,5	30	5 Tortuga CR	2000
T4	D4DC35	2,05	375	2,5	30	4 Conejo CR	2000

3.7. Recolección de datos

En referencia a la metodología de muestreo, se describe lo siguiente:

- Número de semillas guía/planta: en cada muestreo del experimento, se cosechó la semilla con un peso superior a 300 g de las 200 plantas marcadas por cada unidad experimental, esta semilla fue pesada (Romana Pesola, $\pm 5g$) y contabilizada.



Figura 5. Proceso de deshija en los muestreos del experimento, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2008.

- Materia seca de semilla guía: se seleccionaron cuatro semillas (una muestra) cercanas al peso de 300 g por cada unidad experimental. Estas semillas fueron pesados en fresco (Romana UWE axm, $\pm 0,5g$) para luego ser trasladadas al laboratorio del ITCR para obtener la materia seca de dicha muestra. Las semillas fueron secadas en un horno "BALDOR" a 65°C durante 72 horas. Luego del secado, se dejarán enfriar y se procedió al pesado (Romana OHAUS GT800, $\pm 0,5g$) para obtener la biomasa seca.

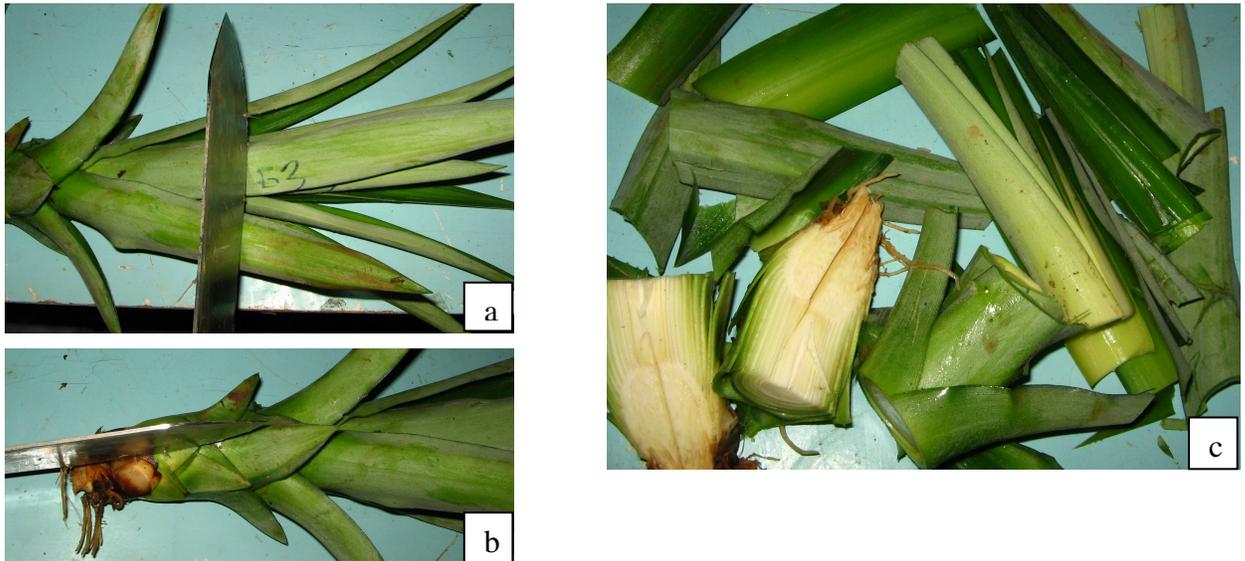


Figura 6. Preparación de la semilla para el posterior proceso de secado: a) corte horizontal del tallo; b) corte vertical del tallo; c) muestra fraccionada, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.

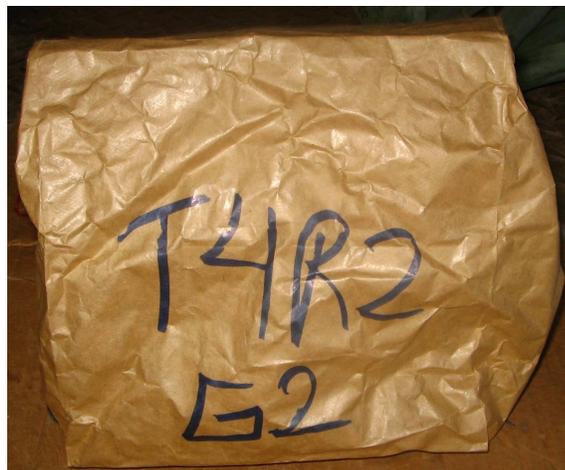


Figura 7. Muestra de semilla embolsada para el proceso de secado, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.



Figura 8. “Hojas D” de semilla guía preparadas para ser enviadas al laboratorio CIA-UCR, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

- Contenido de nutrimentos de la semilla guía: de cada semilla se seleccionó la hoja “D” para ser enviada a hacer análisis químico completo y materia seca al laboratorio CIA-UCR. Usando la técnica para el caso del “N” por combustión seca; “P, Ca, Mg, K, S, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, B y Al” por digestión húmeda por Espectrofotometría de Emisión Atómica con Plasma.

- Ancho de hoja D de semilla guía: de las cuatro semillas muestreadas se les separó la hoja D, la cual se procedió a medir en la parte medial con una cinta métrica.

- Relación costo/beneficio: se solicitaron datos de costos variables a la empresa, como el costo de horas de fertilización y el consumo y costo del diesel.

3.8. Labores culturales

- Chapea de semilleros, esta labor se realizó después de haberse realizado la cosecha de la fruta.
- Deshijas: se realizaron las deshijas normales a la unidad experimental una vez finalizados cada muestreo del experimento, sin interferir con la parcela útil.
- Aplicaciones control de plagas: se realizaron aplicaciones de acuerdo a lo dictado por el paquete tecnológico y muestreos u observaciones de campo en referencia la infestación de plagas. Los herbicidas, para el control de malezas, se aplicaron 65 y 132 días después del primer muestreo.

3.9. Análisis de la información

Los datos de las variables de número de semillas guía con peso superior de 400g por planta por tratamiento y número de semillas total de los tratamientos se sometieron a análisis estadístico de contrastes polinomiales, para definir si existen diferencias o tendencias estadísticas entre los distintos tratamientos, esto mediante el software InfoStat Profesional version1.1. Además, se construyeron cuadros y gráficas mediante Excel, que faciliten el análisis de los resultados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cabe destacar que al inicio del experimento se deshijó toda la “semilla tipo basal”, con el objetivo de no provocar un atraso o estancamiento en la producción de semilla guía, esto por un efecto de dominancia apical de la semilla basal, como menciona (Marassi 2004).

Cabe mencionar que hay un mayor intervalo de tiempo entre el tercero y cuarto muestreo, respecto a los demás, debido a que la cuadrilla de deshija incurrió en el error de deshijar el área experimental en dicho período de tiempo sin permitir el muestreo pertinente. Sin embargo, esto no tiene efecto en los tratamientos, dado que se continuaron con las labores comunes y la aplicación de los tratamientos, excepto que se alarga más el periodo de campo del experimento.

4.1. Prueba estadística de Normalidad

Antes de realizar los análisis estadísticos se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilks, lo cual dio como resultado que los datos cumplen con un comportamiento normal, como se puede observar en el Cuadro 11, donde $p > 0,05$ para cada una de las variables. Se trabajó con los residuos de las variables para determinar si los errores de los datos cumplen con los supuestos estadísticos de normalidad.

Cuadro 11. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks, a las variables estudiadas estadísticamente del experimento, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Variable	n	Media	D.E.	p (una cola)
RDUO_SG>0,4kg/planta	20	0	0,06	0,485
RDUO_SG/planta	20	0	0,07	0,0841
RDUO_cm	20	0	0,14	0,8352
RDUO_KgMS	20	0	2,33	0,1615
RDUO_% MS	20	0	0,75	0,137

RDUO=Residuos.

#SG>0,4Kg/planta=Número de semillas guías con peso superior a 0,4 kilogramos/planta.

#SG/planta=Número de semillas guías/planta.

MS= Materia seca.

D.E.=Desviación estándar

4.2. Prueba estadística de contrastes polinómicos

Es importante mencionar que para este tipo de experimento no es adecuado realizar pruebas de medias a nivel de análisis estadístico, ya que los tratamientos aplicados a las unidades experimentales representan niveles cuantitativos de un factor, más que identificar diferencias entre las medias, debe ser de interés ver si existe una tendencia en la respuesta. Esta tendencia (lineal, cuadrática, cúbica, etc.), puede probarse a través de contrastes polinómicos (Steel y Torrie 1985).

Cabe destacar que para estos análisis estadísticos (pruebas de contrastes) se utilizaron los datos promedios de los muestreos dos, tres y cuatro, debido a que el primer muestreo estuvo fuera del efecto de los tratamientos (la frecuencia o tratamiento empezó a regir a partir del primer muestreo o muestreo de homogenización).

En el Cuadro 12, se muestra la prueba de contrastes realizada para la variable de “número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta”. El coeficiente de variación (CV) es muy alto, lo cual indica que hay mucha variación en los datos con respecto a la media. Esto se corrobora al no tener una tendencia definida entre los tratamientos, según los resultados de los contrastes el p-valor es mayor que 0,05. Además, según el ANDEVA (Análisis de Varianza), nos indica que estadísticamente no hay diferencias entre los tratamientos y los bloques ($p > 0,05$). A pesar que la semilla se pesó, obtener un CV bajo en este tipo de variable es muy difícil, debido a que las plantas no producen la misma cantidad de hijos aún con los mismos tratamientos, en otras variables sí se obtuvo CV bajo, como por ejemplo en el ancho de hojas D.

Cuadro 12. Datos estadísticos de la variable “número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta”, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
#SG>0,4kg/planta	20	0,51	0,23	62,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	cm	F	p-valor
Modelo	0,06	7	0,01	1,81	0,1742
Tratamiento	0,05	4	0,01	2,49	0,0986
Bloque	0,01	3	4,60E-03	0,91	0,4673
Error	0,06	12	0,01		
Total	0,13	19			

Contrastes					
Tratamiento	SC	gl	cm	F	p-valor
Lineal	4,20E-04	1	4,20E-04	0,08	0,7781
Cuadrática	0,01	1	0,01	1,39	0,2608
Cúbica	0,02	1	0,02	4,53	0,0548
Cuártica	0,02	1	0,02	3,98	0,0694
Total	5,00E-02	4	1,00E-02	2,49	0,0986

Coeficientes de los contrastes				
Tratamiento	Cont. 1	Cont. 2	Cont. 3	Cont. 4
T0 (Testigo)	-2	2	-1	1
T1 (7 días)	-1	-1	2	-4
T2 (14 días)	0	-2	0	6
T3 (21 días)	1	-1	-2	-4
T4 (28 días)	2	2	1	1

#SG>0,4Kg/planta=Número de semillas guías con peso superior a 0,4 kilogramos/planta.

En el Cuadro 13, se muestra la prueba de contrastes realizada para la variable de “número de semillas guía total por planta”. También, al igual que la variable anterior, no hay una tendencia definida en la frecuencia de fertilización, el p-valor es mayor que 0,05. También, el ANDEVA indica que estadísticamente no hay diferencias entre los tratamientos y los bloques ($p>0,05$).

Cuadro 13. Datos estadísticos de la variable “número de semillas guía total por planta por tratamiento”, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
#SG/planta	20	0,43	0,1	24,8

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	cm	F	p-valor
Modelo	0,06	7	0,01	1,29	0,3322
Tratamiento	0,06	4	0,01	2,09	0,1446
Bloque	0,0045	3	1,50E-03	0,22	0,8795
Error	0,08	12	0,01		
Total	0,14	19			

Contrastes					
Tratamiento	SC	gl	cm	F	p-valor
Lineal	4,20E-04	1	4,20E-04	0,06	0,8068
Cuadrática	0,01	1	0,01	1,82	0,2023
Cúbica	0,03	1	0,03	3,77	0,076
Cuártica	0,02	1	0,02	2,72	0,1249
Total	6,00E-02	4	1,00E-02	2,09	0,1446

Coeficientes de los contrastes				
Tratamiento	Cont. 1	Cont. 2	Cont. 3	Cont. 4
T0 (Testigo)	-2	2	-1	1
T1 (7 días)	-1	-1	2	-4
T2 (14 días)	0	-2	0	6
T3 (21 días)	1	-1	-2	-4
T4 (28 días)	2	2	1	1

#SG/planta=Número de semillas guías/planta.

En el Cuadro 14, se expone la prueba de contrastes realizada para la variable de “ancho de hoja D” (cm) de la semilla guía. El coeficiente de variación es bajo, lo cual indica que la variación de los datos es poca respecto a la media de los mismos, esto da una mayor veracidad de los resultados. Para este caso, existe una tendencia definida en la frecuencia de fertilización, el p-valor para las tendencias “cuadrática” y “cúbica” es menor que 0,05, siendo la cúbica la de

mayor ajuste a los datos. Aunque, esta tendencia es de difícil explicación a nivel técnico por el tipo de investigación realizada.

También, el ANDEVA realizado indica que estadísticamente hay diferencias entre los tratamientos ($p < 0,05$), no así con el caso de los bloques ($p > 0,05$).

Cuadro 14. Datos estadísticos de la variable “ancho de hoja D” (cm) de la semilla guía, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho “Hoja D”, SG	20	0,77	0,63	4,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	cm	F	p-valor
Modelo	1,29	7	0,18	5,69	0,0044
Tratamiento	1,09	4	0,27	8,38	0,0018
Bloque	0,2	3	7,00E-02	2,11	0,1527
Error	0,39	12	0,03		
Total	1,68	19			

Contrastes					
Tratamiento	SC	gl	cm	F	p-valor
Lineal	9,00E-02	1	9,00E-02	2,79	0,1209
Cuadrática	0,3	1	0,3	9,27	0,0102
Cúbica	0,55	1	0,55	17,05	0,0014
Cuártica	0,14	1	0,14	4,4	0,0577
Total	1,09E+00	4	2,70E-01	8,38	0,0018

Coeficientes de los contrastes				
Tratamiento	Cont. 1	Cont. 2	Cont. 3	Cont. 4
T0 (Testigo)	-2	2	-1	1
T1 (7 días)	-1	-1	2	-4
T2 (14 días)	0	-2	0	6
T3 (21 días)	1	-1	-2	-4
T4 (28 días)	2	2	1	1

SG = semillas guías.

El hecho que la variable ancho de “hoja D” presente diferencias estadísticas significativas, y la variable de “número de semillas tipo guía con peso mayor de 400g” sea superior en las plantas tratadas con frecuencias de fertilización semanal (aún sin diferencia estadística significativa), indica que esta variable (ancho de

“hoja D”) es importante a seguir considerando para este tipo de investigaciones en el cultivo de piña (*Ananas comosus*), además del comportamiento similar con las demás variables. La diferencia en que en una u otra variable haya diferencia estadística, posiblemente radica, en que para la variable ancho de “hoja D” existe un coeficiente de variación (CV) bajo. También, el ANDEVA indica que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos. Por tanto, si se realiza la prueba de medias (aunque no es recomendable para investigaciones de variables continuas) se mostraría las diferencias entre los tratamientos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Prueba de medias para la variable “ancho de hoja D” (cm) de semilla guía, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Tratamiento	Medias	n	
T0 (Testigo)	3,73	4	A
T3 (21 días)	4,08	4	B
T2 (14 días)	4,12	4	B
T4 (28 días)	4,15	4	B
T1 (7 días)	4,46	4	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test:Duncan Alfa:=0,05

Error: 0,0324 gl: 12

En el Cuadro 16, se observa la prueba de contrastes realizada para la variable de “materia seca (MS)”, la cual muestra la cantidad total de materia seca en kilogramos producida de los tres últimos muestreos del experimento (muestreos que poseen el efecto de la frecuencia de fertilización). El coeficiente de variación es alto, lo cual indica que existe variación de los datos con respecto a la media. Tampoco existe una tendencia definida entre las variables, como se analiza en los resultados de los contrastes, el p-valor es mayor que 0,05. También, indica que estadísticamente no hay diferencias entre los tratamientos y entre los bloques ($p > 0,05$), de acuerdo a resultados del ANDEVA.

Cuadro 16. Datos estadísticos de la variable materia seca (Kg) en semilla guía, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Materia Seca (kg)	20	0,39	0,03	31,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	cm	F	p-valor
Modelo	65,02	7	9,29	1,08	0,4337
Tratamiento	52,44	4	13,11	1,52	0,2581
bloque	12,58	3	4,19E+00	0,49	0,6983
Error	103,52	12	8,63		
Total	168,54	19			

Contrastes					
Tratamiento	SC	gl	cm	F	p-valor
Lineal	1,66E+00	1	1,66E+00	0,19	0,6687
Cuadrática	12,4	1	12,4	1,44	0,2537
Cúbica	18,84	1	18,84	2,18	0,1653
Cuártica	19,54	1	19,54	2,27	0,1582
Total	5,24E+01	4	1,31E+01	1,52	0,2581

Coeficientes de los contrastes				
Tratamiento	Cont. 1	Cont. 2	Cont. 3	Cont. 4
T0 (Testigo)	-2	2	-1	1
T1 (7 días)	-1	-1	2	-4
T2 (14 días)	0	-2	0	6
T3 (21 días)	1	-1	-2	-4
T4 (28 días)	2	2	1	1

En el Cuadro 17, se muestra la prueba de contrastes realizada para la variable de “porcentaje de materia seca (%MS)”. El coeficiente de variación es bajo, lo que permite indicar una menor variabilidad de los datos con relación a la media de los tratamientos. En esta variable existe una tendencia definida entre las variables, como se observa en los resultados de los contrastes, el p-valor para la tendencia cúbica es menor que 0,05. Además, el ANDEVA indica que estadísticamente no hay diferencias entre los tratamientos y los bloques ($p > 0,05$).

Cuadro 17. Datos estadísticos de la variable porcentaje de materia seca en semilla guía, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% MS	20	0,53	0,25	7,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	cm	F	p-valor
Modelo	12,1	7	1,73	1,92	0,1529
Tratamiento	9,13	4	2,28	2,54	0,0949
bloque	2,97	3	9,90E-01	1,1	0,3869
Error	10,8	12	0,9		
Total	22,89	19			

Contrastes					
Tratamiento	SC	gl	cm	F	p-valor
Lineal	6,00E-02	1	6,00E-02	0,07	0,793
Cuadrática	2,01	1	2,01	2,23	0,1608
Cúbica	4,99	1	4,99	5,55	0,0363
Cuártica	2,06	1	2,06	2,29	0,1559
Total	9,13E+00	4	2,28E+00	2,54	0,0949

Coeficientes de los contrastes				
Tratamiento	Cont. 1	Cont. 2	Cont. 3	Cont. 4
T0 (Testigo)	-2	2	-1	1
T1 (7 días)	-1	-1	2	-4
T2 (14 días)	0	-2	0	6
T3 (21 días)	1	-1	-2	-4
T4 (28 días)	2	2	1	1

%MS= porcentaje de materia seca.

4.3. Análisis descriptivo y exploratorio

En la Figura 9, se muestra que no existe una tendencia lineal, cuadrática, cúbica o cuártica entre los tratamientos, en las variables de “número de semillas guía total por planta” y número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta; excepto con la variable de “ancho de hoja D” (cm) de la semilla guía que si muestra una tendencia cúbica y cuadrática, esta última de menor ajuste (Anexo 1).

A pesar de no existir una tendencia en las frecuencias de fertilización, se observa una superioridad en el “número de semillas guía con peso superior a

0,4Kg”, en la plantación tratada con fertilización semanal (T1), alcanzando 0,21 semillas guía con peso superior a 0,4kg por planta, comparado al Testigo Absoluto (T0) y frecuencias de fertilización cada catorce (T2), 21 (T3) y 28 días (T4), que alcanzaron 0,065, 0,08, 0,11 y 0,10 semillas guías por planta, respectivamente. Quizás no hubo diferencias estadísticas en la respuesta a esta variable entre los tratamientos, debido al coeficiente de variación elevado que se presentó.

Al igual que la variable anterior, también, se observa una superioridad en el número de semillas guía total por planta, en la plantación que recibió fertilización semanal (T1), cuantificando 0,43 semillas guía por planta, comparado a los demás tratamientos: Testigo Absoluto (T0) y frecuencia de fertilización cada catorce, 21, 28 días, en los cuales se cuantificó 0,27, 0,31, 0,32, 0,31 semillas guía por planta, respectivamente, como se muestra en la Figura 9.

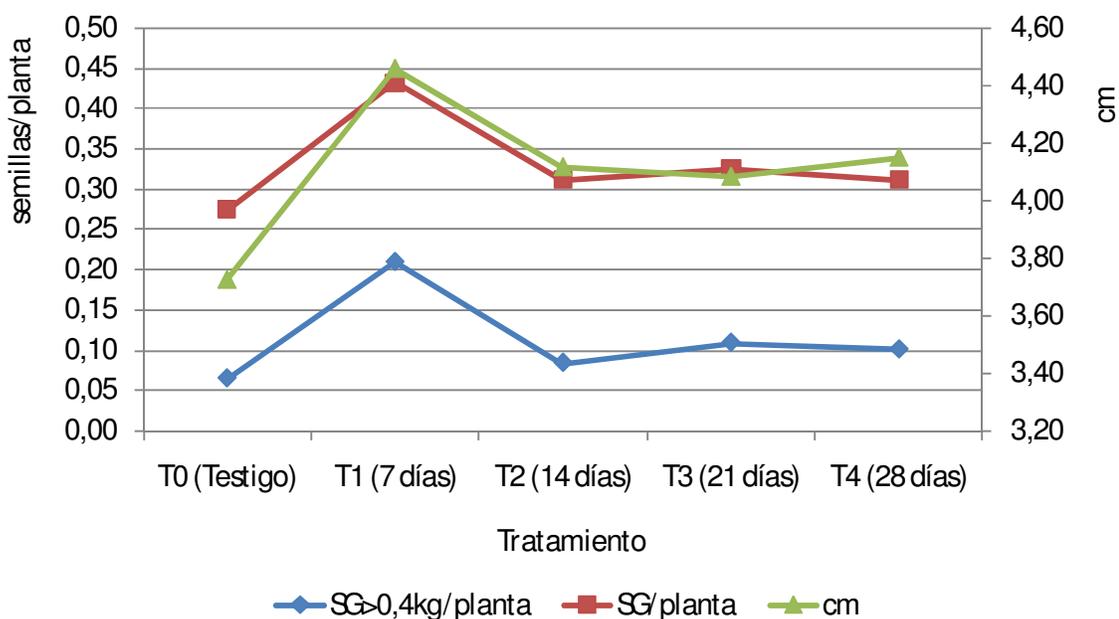


Figura 9. Comportamiento de las variables: número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg, número de semillas guía por planta y ancho de “hoja D” de semilla guía, desglosado por tratamiento, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Estas afirmaciones son respaldadas por el ancho de hoja D en centímetros (cm) de la semilla guía. En las plantas que recibieron fertilización semanal (T1) se determinó 4,46cm de ancho de hoja D en promedio, comparado a los demás

tratamientos: Testigo Absoluto (T0), frecuencias de fertilización cada catorce, 21, 28 días, que alcanzaron 3,73, 4,12, 4,08, 4,15cm de ancho de hoja D, respectivamente (Figura 9).

En la Figura 10, se observa una superioridad en las mediciones de materia seca promedio de las semillas guía en plantación que recibió fertilización semanal (T1), sumando 12,33Kg de materia seca, en promedio por parcela útil, por muestreo; comparado al Testigo Absoluto (T0) y frecuencias de fertilización de cada catorce, 21, 28 días, que alcanzaron 7,74, 8,58, 9,18 y 8.3Kg de materia seca, respectivamente.

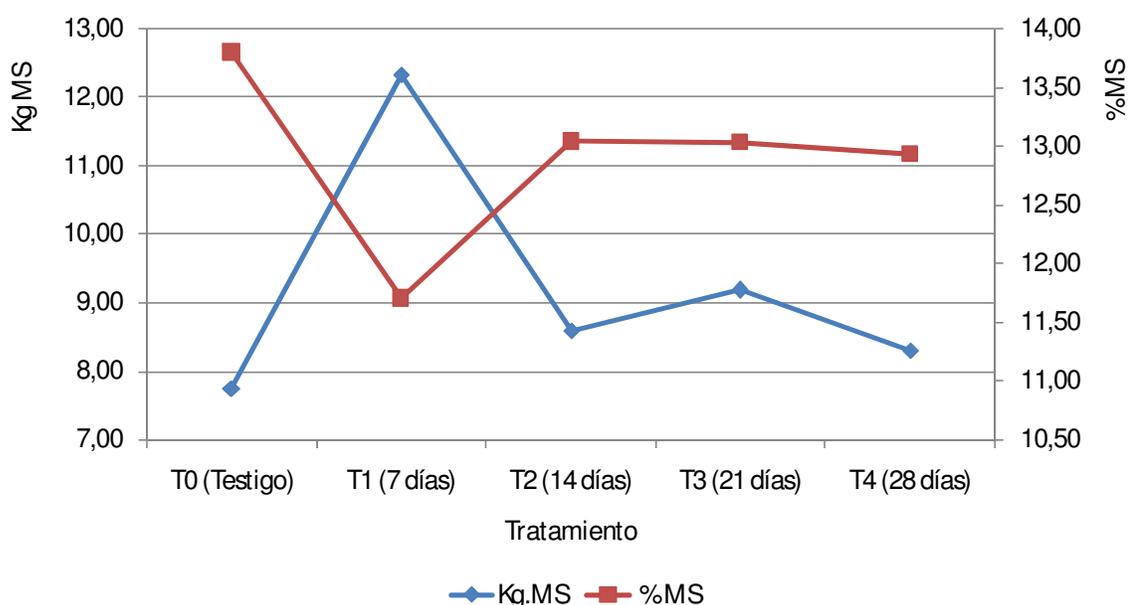


Figura 10. Comportamiento del promedio de materia seca (kg) de semilla guía vs el porcentaje de materia seca (%MS), desglosado por tratamiento, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

También, en la Figura 10, se muestra un comportamiento muy interesante que contrasta con la variable mencionada en el párrafo anterior. Es de suponer, en base a las variables analizadas, que la semilla guía que cuantificara el mayor porcentaje de materia seca (%MS) sería la que recibió fertilización semanal, pero no es así, como se muestra en la Figura 12, donde se determinó un menor %MS comparado a los demás tratamientos. En la plantación que recibió fertilización

cada 7 días, cuantificó 11,7% de materia seca en la semilla guía, en promedio por muestreo, comparado al testigo absoluto y frecuencias de fertilización de cada catorce, 21 y 28 días, alcanzando 13,80, 13,04, 13,03, 12,93% de materia seca, respectivamente.

En el caso de la variable de “porcentaje de materia seca” es relativa al peso fresco, por tanto, una semilla más succulenta (corroborado con los análisis de Nitrógeno), tiende a acumular más agua, esto hace un efecto de dilución sobre la materia seca, y no necesariamente es una semilla de mala calidad, porque es una semilla con buen peso y vigor, que podría tolerar más las condiciones edafoclimáticas adversas.

En el Cuadro 18 y Figura 11, se aprecia los resultados obtenidos del cálculo de la cantidad de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta, para las plantaciones que recibieron las distintas frecuencias de fertilización y el testigo absoluto, en los diferentes momentos de muestreo, donde se nota que hay una mayor producción de semilla en los muestreos posteriores al primero (muestreo de homogenización).

Cuadro 18. Número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1	Nº semillas>0,4kg/tratamiento				
	T1 (7 días)	T2 (14 días)	T3 (21 días)	T4 (28 días)	T0 (Testigo)
0	0,30	0,27	0,38	0,21	0,25
46	0,13	0,06	0,08	0,09	0,07
104	0,21	0,11	0,14	0,11	0,06
183	0,28	0,08	0,11	0,10	0,06
Promedio	0,21	0,08	0,11	0,10	0,065

Nota: el promedio abarca los datos de los tres últimos muestreos

DDM1= días después del primer muestreo.

Nº semilla >0,4kg: número de semillas con peso superior a 0,4 kilogramos.

Se decidió calcular esta variable para determinar la influencia del tratamiento sobre la producción de una semilla de calidad (semilla mayor a 400g), la que por su vigor es la que técnicamente debe usarse durante la siembra para seguridad de establecimiento del cultivo, como menciona Castro (1998), en la literatura. Esta variable se respalda con el ancho de hoja, cuyos resultados están expuestos en los Cuadros 14, 15 y 20, y Figura 13.

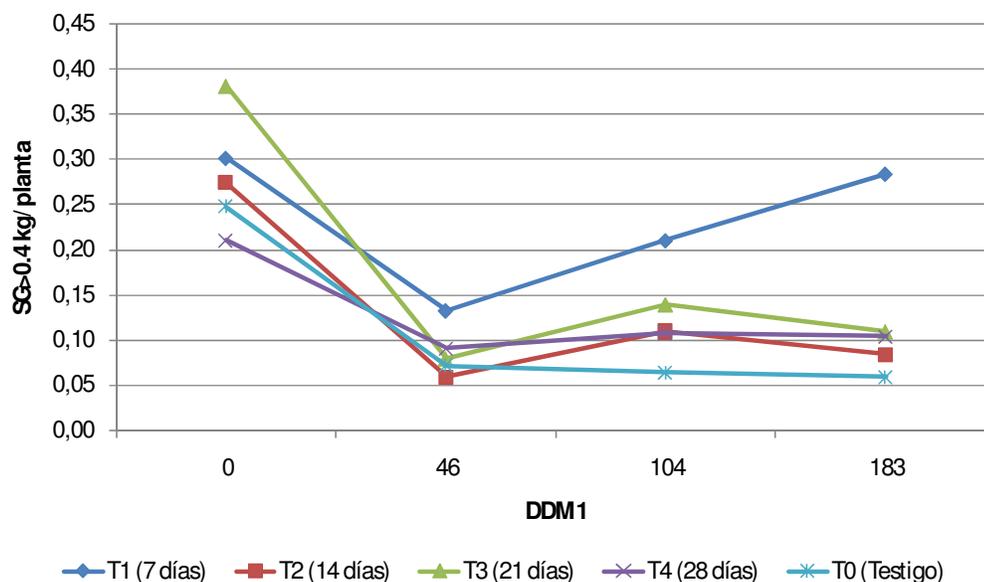


Figura 11. Comportamiento del número de semillas guía con peso superior a 0,4Kg por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo.

Nº: número.

En el Cuadro 19 y Figura 12, se observan los resultados de la cantidad de semillas guía por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo. Para esta variable a pesar de no existir diferencias estadísticas (Cuadro 13), igualmente que lo observado en la variable “número de semillas con peso mayor de 400g”, hay superioridad en la cantidad de semillas guía producidas en la plantación que recibió fertilización semanal (promedio: 0,43 semillas/planta), comparado al testigo absoluto (promedio: 0,27 semillas/planta) y frecuencias de

fertilización de cada catorce (promedio: 0,31 semillas/planta), 21 (promedio: 0,32 semillas/planta), 28 días (promedio: 0,31 semillas/planta).

Cuadro 19. Número de semillas guía por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1	Nº semillas/tratamiento				
	T1 (7 días)	T2 (14 días)	T3 (21 días)	T4 (28 días)	T0 (Testigo)
0	0,49	0,43	0,52	0,36	0,44
46	0,26	0,19	0,19	0,26	0,19
104	0,53	0,35	0,36	0,28	0,21
183	0,51	0,39	0,42	0,39	0,43
Promedio	0,43	0,31	0,32	0,31	0,27

Nota: el promedio abarca los datos de los tres últimos muestreos

DDM1= días después del primer muestreo

Nº: número.

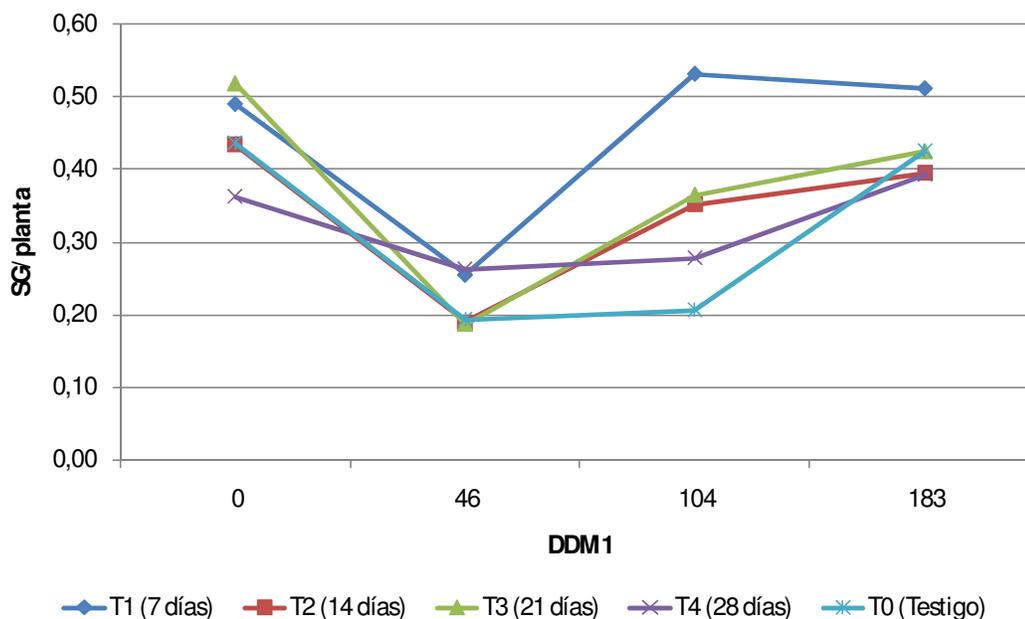


Figura 12. Comportamiento del número de semillas guía por planta por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

En el Cuadro 20 y la Figura 13, se muestran los valores en centímetros de ancho de hoja D, obtenidos de las semillas guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo. Para esta variable hay una superioridad notaria del ancho de la hoja D en las semillas guía de la plantación que recibió fertilización semanal (promedio: 4,46cm de ancho de hoja D), comparado al ancho de hoja D medido en el Testigo Absoluto (promedio: 3,73cm de ancho de hoja D) y demás frecuencias de fertilización de catorce (promedio: 4,12cm de ancho de hoja D), 21 (promedio: 4,08cm de ancho de hoja D) y 28 días (promedio: 4,15cm de ancho de hoja D), especialmente en los últimos dos muestreos. Este comportamiento es debido, quizás al efecto acumulativo del tratamiento con mayor frecuencia de aplicación o la mayor eficiencia del fertilizante (menor pérdida, posibilidad de aprovechamiento de clima mejor durante la aplicación, entre otras). Además, se observa que el ancho de las hojas del Testigo Absoluto es inferior que todos los tratamientos (existe diferencias estadísticas significativas), lo que indica que la reserva nutricional de la planta madre no es suficiente para tener semillas tipo guía con buen ancho de hojas, lo que repercute en la calidad de las mismas.

Cuadro 20. Ancho de hoja D (cm) de semilla guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1	Ancho de hoja "D"/tratamiento				
	T1 (7 días)	T2 (14 días)	T3 (21 días)	T4 (28 días)	T0 (Testigo)
0	5,1	5,2	4,8	5,1	5,1
46	4,3	4,4	4,5	4,6	4,2
104	4,7	4,3	4,1	4,0	3,4
183	4,3	3,6	3,6	3,9	3,5
Promedio	4,46	4,12	4,08	4,15	3,73

Nota: el promedio abarca los datos de los tres últimos muestreos

DDM1= días después del primer muestreo

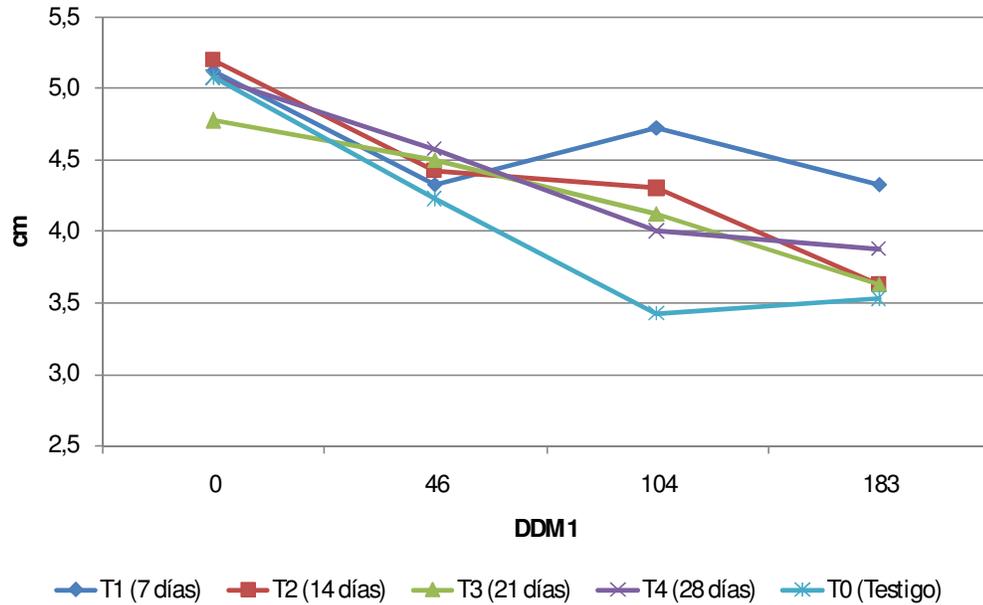


Figura 13. Comportamiento gráfico del “ancho de hoja D” de semilla guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo.

Además, en las Figuras 14 y 15 se observa las diferencias en ancho y color de la hoja D entre la frecuencia de fertilización semanal (T1) y el Testigo Absoluto (T0). En la hoja D de la semilla guía de plantas que fueron tratadas con frecuencia de fertilización semanal (Figura 14) se observa una hoja con coloración más verde y de más centímetros de ancho, en comparación al testigo absoluto (Figura 15), que posee una hoja con coloración clorótica y con menos centímetros de ancho.



Figura 14. Muestras de “hojas D” de semilla guía, Tratamiento 1 (frecuencia fertilización semanal), tercer muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.



Figura 15. Muestras de “hojas D” de semilla guía, Testigo Absoluto (T0), tercer muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

En el Cuadro 21 y en la Figura 16, se muestra la cantidad de materia seca total producida por las semillas guía para los distintos tratamientos, en los diferentes momentos de muestreo. Para esta variable hay una superioridad notoria en la producción de materia seca de las plantas que fueron aplicadas con

fertilización semanal (especialmente en los últimos dos muestreos) con una sumatoria en los tres últimos muestreos de 49,33 kg de materia seca, comparado al testigo absoluto y frecuencias de fertilización de cada catorce, 21, 28 días, que sumaron 30,98, 34,33, 36,71 y 33,19Kg, respectivamente.

Cuadro 21. Materia seca total (Kg) de semilla guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1	Materia seca (Kg)/tratamiento				
	T1 (7 días)	T2 (14 días)	T3 (21 días)	T4 (28 días)	T0 (Testigo)
0	24,81	23,28	31,98	17,26	20,83
46	8,91	6,70	6,94	8,96	7,01
104	18,85	13,40	13,48	9,93	8,58
183	21,56	14,23	16,29	14,30	15,39
Suma	49,33	34,33	36,71	33,19	30,98

Nota: la sumatoria abarca los datos de los tres últimos muestreos

DDM1= días después del primer muestreo

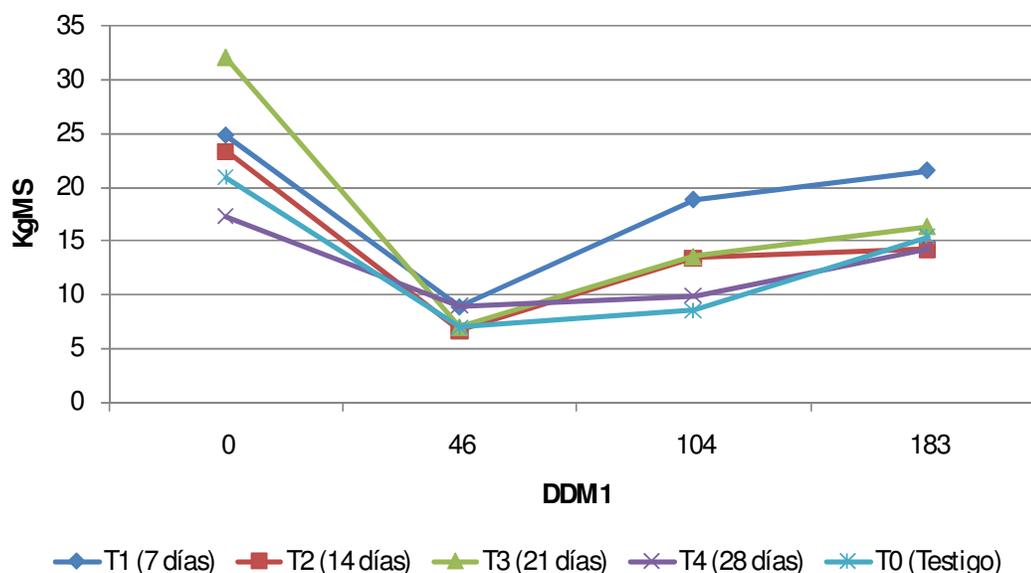


Figura 16. Comportamiento de materia seca total (kg) de semillas guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

En el Cuadro 22 y la Figura 17, se calculó el porcentaje de materia seca de la semilla guía producida por plantaciones en los distintos tratamientos, en los diferentes momentos de muestreo. Para esta variable, por lo indicado en el párrafo suprayacente, sucede lo contrario a las otras variables, hay un menor porcentaje de materia seca de las semillas guía de la plantación que fue fertilizada semanalmente, el cual presentó un porcentaje promedio de los tres últimos muestreos de 11,7%, comparado al testigo absoluto y frecuencias de fertilización de cada catorce, 21, 28 días, que promediaron 13,8, 13,04, 13,03, 12,93%, respectivamente.

Cuadro 22. Porcentaje de materia seca total de semilla guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1	Porcentaje materia seca/tratamiento				
	T1 (7 días)	T2 (14 días)	T3 (21 días)	T4 (28 días)	T0 (Testigo)
0	13,46	14,32	14,50	13,15	13,00
46	11,19	12,19	12,05	12,10	12,29
104	11,48	12,91	12,88	12,89	14,56
183	12,43	14,01	14,17	13,79	14,54
Promedio	11,70	13,04	13,03	12,93	13,80

Nota: el promedio abarca los datos de los tres últimos muestreos

DDM1= días después del primer muestreo

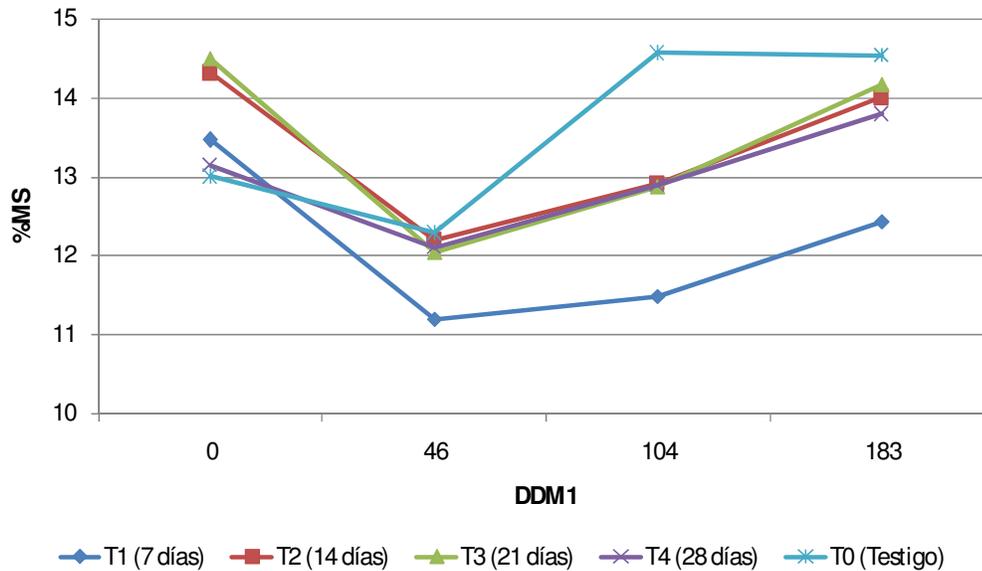


Figura 17. Comportamiento del porcentaje de materia seca total de semillas guía por tratamiento, en los diferentes momentos de muestreo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

En la empresa Banacol de Costa Rica SA., se ha tenido la teoría de que operativamente se debe cosechar semilla cada 22 días. Pero, con los resultados obtenidos y de acuerdo a lo analizado con los intervalos de los muestreos, esta teoría estaría siendo rechazada, porque de acuerdo a la investigación se requiere más de 45 días para tener semilla de buena calidad (semilla superior a 400g y un ancho de hoja superior a 4,3cm) y con un buen rendimiento.

Otro aspecto de bastante interés es que con el tratamiento 1, las plantas producen una mayor cantidad de semillas por planta la duración del ciclo de semillero se estaría acortando, así como del área total de semilleros de la finca. Por ejemplo, si necesitamos sembrar 26 ha de piña mensual, y disponemos de un rendimiento de 0,31 semillas guía/planta (T2 o T4) ocuparíamos un área total de semillero de 83,87 ha; en comparación al rendimiento del T1 sería de 60,46 ha, que posee un rendimiento de 0,43 semillas guía/planta. Es una diferencia de 23,41 ha que estarían en preparación y me representan 0,9 meses de siembra.

Por la constitución más robusta o vigorosa (mayor ancho de hojas, mayor peso fresco, mayor contenido de MS, etc.) de la semilla producida por la plantación que recibió fertilización semanal, respecto a las plantas de los demás tratamientos, su posibilidad de sobrevivencia y establecimiento en el campo durante la siembra es mayor, debido a que durante esta fase el crecimiento inicial está en función de sus reservas (Peña *et al* 1996). Esto conlleva un menor porcentaje de resiembra y posible inducción de plantas a la floración en menor tiempo (crecimiento inicial más rápido), lo que se traduce en menor costo económico, tiempo a cosecha de fruta más rápido y por consiguiente una programación de la nueva siembra en mismo terreno en menor tiempo o en mejores condiciones de preparación.

4.4. Análisis de condiciones climáticas

A manera general, esta disminución en los rendimientos analizada en cada una de las variables en el segundo y tercer muestreo (principalmente en el segundo), comparada con el primer y cuarto muestreo se podría deber a un efecto del clima, como se explica a continuación.

De acuerdo a los datos de clima presentados en la metodología (Cuadro 4, 5 y 6) para este período de investigación (2007-2008) tenemos 485.3 mm de precipitación de más comparado con el promedio de los dos periodos anteriores (2005-2006, 2006-2007). En la Figura 18, se muestra el comportamiento de la precipitación, correlacionado con los momentos de deshija y de aplicación de los tratamientos. Se analiza que hay un periodo (zona encerrada en el círculo, Figura 18) que estuvo altamente influenciado por las precipitaciones (semana 45-2007 a semana 01-2008). Como se observa hay dos muestreos que pudieron tener efecto en sus resultados por parte del clima (muestreo 2 y 3). Además, lo principal es que hay eficiencia de fertilización que pudo tener influencia marcada por este periodo de lluvia, casos específicos de aplicaciones correspondientes a los tratamientos T2, T3 y T4. La importancia de las aplicaciones de fertilizantes radica que con mayor frecuencia de aplicación (menor concentración de nutrimentos), disminuye la posibilidad de pérdida respecto a frecuencias de aplicación menores,

a diferencia donde una alta concentración de nutrientes de fertilizante coincide con periodo de alta precipitación existiendo la probabilidad de mayor pérdida de fertilizante y por consiguiente menor eficiencia. Cabe recordar que en el T1 las aplicaciones de fertilizantes se realizaban semana a semana (alta frecuencia), por el contrario, la plantación sometida a los demás tratamientos (T2, T3 y T4) recibe aplicaciones cada 14, 21 y 28 días, respectivamente.

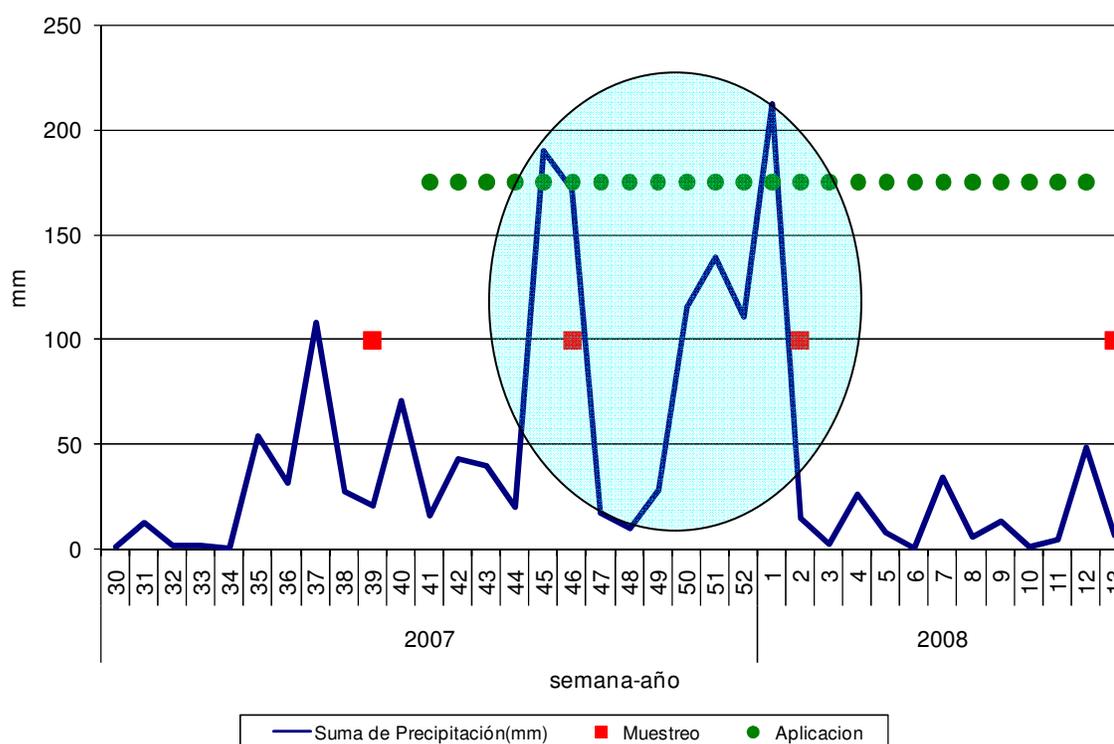


Figura 18. Comportamiento de la precipitación (mm) durante el período del experimento, mostrando los momentos de muestreo y de las aplicaciones de los tratamientos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Según Hine y Ramírez (1998), la distribución de la raíz de piña es superficial, por tanto se requiere una excelente preparación del medio de siembra. Cuando se tiene condiciones climáticas como las vividas durante el ensayo y se posee condiciones de suelo un poco adversas para el drenaje de las aguas (terrenos planos), esto provoca daños a la raíz (asfixia raíces, presencia de enfermedades).

Por tanto, si no se fertiliza con una frecuencia semanal la planta no recibe constantemente nutrientes y se le dificulta captarlos del suelo por las condiciones edafoclimáticas adversas.

Si analizamos las curvas de precipitación hay días que llovió más de 100mm. Esto es una gran cantidad de agua que puede producir pérdidas de nutrimentos por lavado desde las hojas, debido a que las aplicaciones mayormente son vía foliar, al mismo tiempo el fertilizante lavado desde las hojas al llegar al suelo, parte puede perderse fuera del alcance de las raíces, sea por lixiviación o por escorrentía en el agua de drenaje. Por consiguiente la eficiencia del fertilizante baja, en estos casos la mejor alternativa sería aumentar la frecuencia de aplicación para disminuir la posibilidad de pérdida de los fertilizantes, lo que corresponde al tratamiento 1 (aplicación semanal).

4.5. Análisis del contenido de nutrimentos

Las indicaciones de autores como Bertsch (1998) y Castro (1998), que han realizado estudios de extracción concuerdan en las necesidades de la piña altas en referencia a nitrógeno (N) y potasio (K), mientras que el fósforo (P) sólo es asimilable por la planta en cantidades relativamente reducidas. Por consiguiente y considerando las condiciones edafoclimáticas, tanto el nitrógeno y el potasio deben ser aplicados con alta frecuencia.

De acuerdo a análisis previos de suelos realizados en lotes cercanos a la zona del experimento (Anexo 3), dieron como resultado un bajo contenido de materia orgánica (niveles de 1-3%) y una caracterización de textura de suelos franco-arenosos. Basado en este aspecto es importante considerar la incorporación de materia orgánica en los suelos de esta finca, esto para mejorar la retención, el contenido de materia orgánica y la actividad microbiológica del mismo.

Los niveles críticos (NC) mostrados en los gráficos, son niveles de contenido nutricional hasta el momento de inducción floral en piña. Estos niveles son

referenciados por la empresa Banacol de Costa Rica S.A. de sus investigaciones y revisiones de literatura.

La Figura 19 muestra el comportamiento del porcentaje de nitrógeno en la hoja D de la semilla guía. Se conoce que el nitrógeno es fundamental para el desarrollo de plántulas, asimismo se determinaron mayores concentraciones en las hojas D de las semillas guía de la plantación que fue fertilizada semanalmente (T1), lo que correlaciona con la producción de semillas (hijos) por planta y el ancho de hoja D. En esta Figura 19, se observa que los dos tratamientos con mayor frecuencia de aplicación de fertilizantes (T1 y T2) son los de mayor concentración de Nitrógeno en las hojas, esto puede estar asociado a la menor posibilidad de pérdida por lavado, lo que conlleva una mayor eficiencia del elemento.

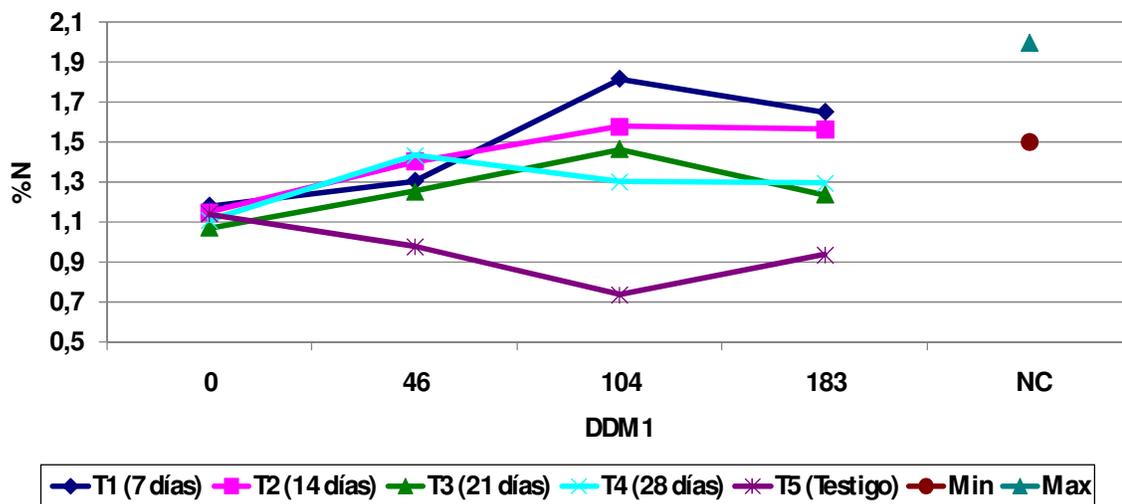


Figura 19. Porcentaje de nitrógeno obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En los muestreos realizados, se observa en la semilla producida por la plantación que no recibió fertilización (T0) una clorosis generalizada, podría ser

efecto de la deficiencia de nitrógeno o de la de azufre que muestra un comportamiento similar al de nitrógeno, como se observa en las Figuras 21 y 22:



Figura 20. Semilla vigorosa (color verde normal), Tratamiento 1, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.



Figura 21. Semilla con clorosis generalizada, Testigo Absoluto (T0), en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.



Figura 22. Zona de semillero con semilla deficiente nutricionalmente, Testigo Absoluto (T0), en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

En los resultados de fósforo obtenidos de los análisis foliares, se observa que (Figura 23) aunque hay una mayor acumulación de este elemento en la hojas D de la semillas guía de la plantación fertilizada semanalmente, en los diferentes muestreos, los resultados de todos los tratamientos fueron superiores a los niveles críticos (NC) establecidos. En el primer muestreo, se encuentra una gran concentración de fósforo en las hojas D, debido a que todo el fósforo se aplica al establecimiento del semillero, y que el fósforo es poco móvil en el suelo. Según Castro (1998), la asimilación de fósforo es mucho menor que los demás elementos, es quizás, por esa razón que las hojas D de las semillas guía de la plantación que no recibió fertilización (T0) muestra niveles superiores al nivel crítico, en la mayoría de los muestreos.

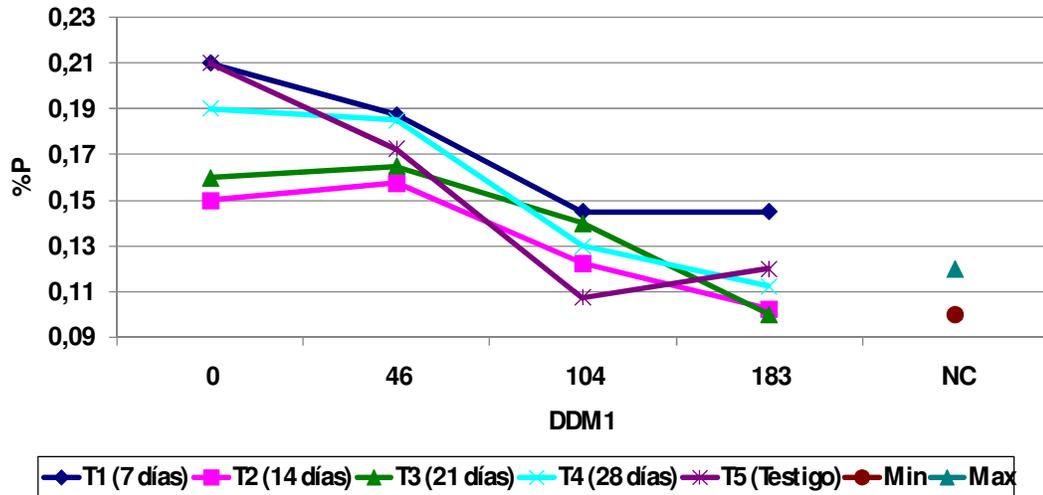


Figura 23. Porcentaje de fósforo obtenido de los análisis foliares de la “hoja D” de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

Con el caso del potasio, de acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis foliares, se aprecia que las hojas D de la semilla guía de plantas que fueron fertilizadas semanalmente cuantificaron mayores porcentajes de este elemento, inclusive por encima del nivel crítico, como se muestra en la Figura 24. Es posible, al igual que en el caso del Nitrógeno que la eficiencia del potasio (K) sea mayor con las aplicaciones semanales comparado a los demás tratamientos.

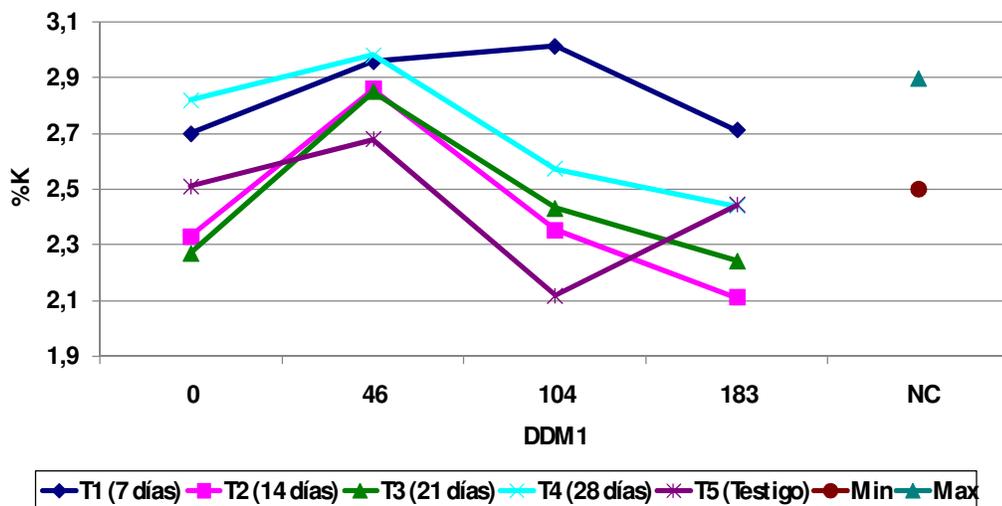


Figura 24. Porcentaje de potasio obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En la Figura 25, se muestra el comportamiento de los niveles de Magnesio que se dieron en las hojas D de la semilla guía. Es evidente que todas las concentraciones de las hojas D de las semilla guía de plantas que recibieron los distintos tratamientos están por debajo del nivel crítico, esto debido, al parecer, que los 28.8 kg/ha/ciclo de MgO que se aplicaron son insuficientes para llenar los requerimientos del semillero, puesto que más bien fue descendiendo conforme los muestreos, por lo que se debería tomar en consideración la dosis en posteriores aplicaciones.

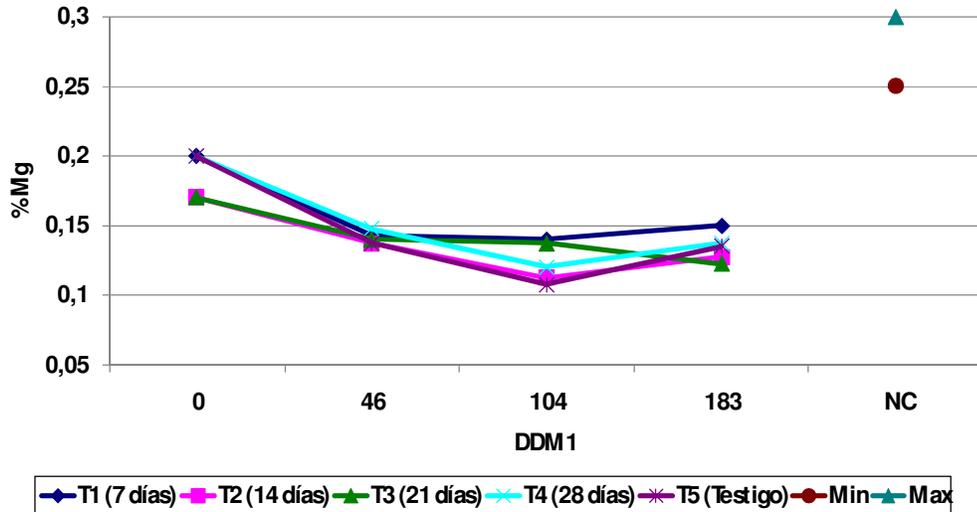


Figura 25. Porcentaje de Magnesio obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En la Figura 26, se muestra el comportamiento de los niveles de Calcio que se dieron de las hojas D de la semilla guía. Se observa que los porcentajes de este elemento de las hojas D de las semillas guía de plantación que recibieron los distintos tratamientos, están por debajo del nivel crítico, debido a que lo aplicado no cumple con la necesidad del cultivo en esta etapa. El descenso de este elemento tan marcado en el segundo y tercer muestreo se puede deber al factor precipitación, ya que este período estuvo fuertemente influenciado por las lluvias, como se ha indicado con anterioridad.

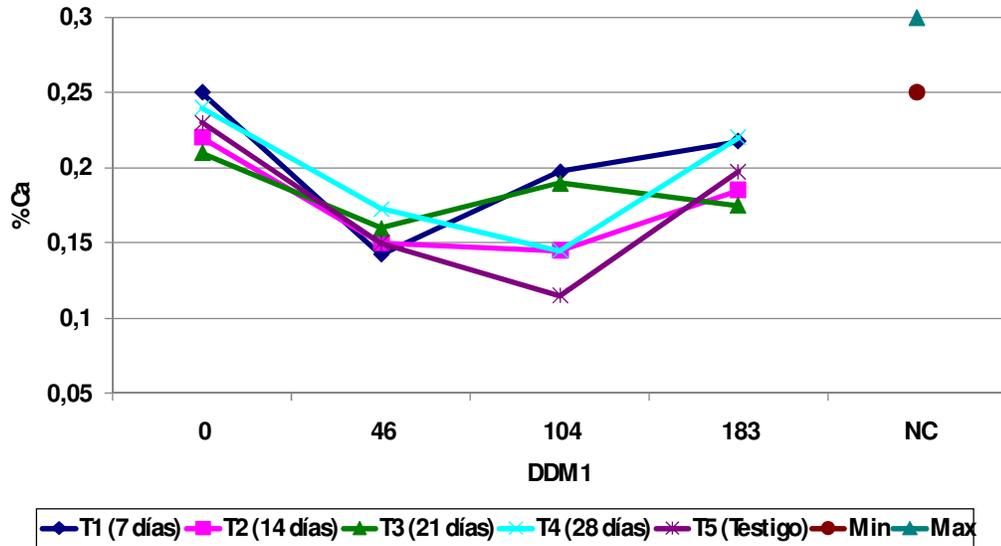


Figura 26. Porcentaje de Calcio obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En la Figura 27, se muestra el comportamiento de los niveles de Azufre que se dieron en las hojas D de la semilla guía. Es claro que las concentraciones de este elemento en la hoja D de la semilla guía de la plantas que recibieron los distintos tratamientos, están por debajo del nivel crítico, es muy probable a causa de que no se ha aplicado ningún sulfato, además no está programado este elemento en las aplicaciones de los diferentes tratamientos. Estos niveles no satisfacen la necesidad o requerimiento del cultivo, por tanto pueden darse síntomas de clorosis generalizada.

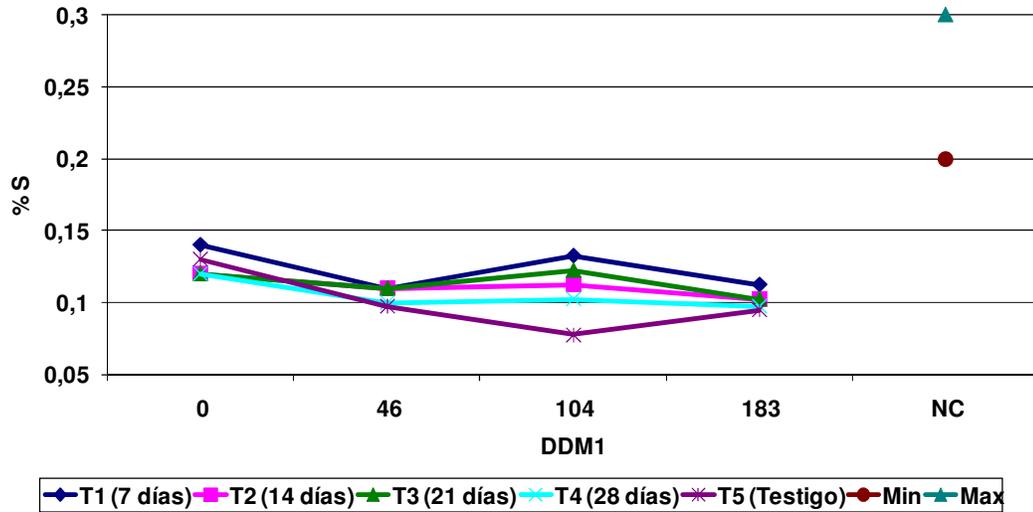


Figura 27. Porcentaje de Azufre obtenido de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En la Figura 28, se muestra el comportamiento de los niveles de Hierro que resultó de las hojas D de la semilla guía. Se observa que los niveles de Hierro en las hojas D de las semillas guía de plantas que recibieron los distintos tratamientos están por debajo del nivel crítico, aunque la plantación que fue aplicada semanalmente cuantificó una mayor concentración de este elemento en la hoja D de la semilla guía, respecto a los demás tratamientos, esto indica que hay efecto de la frecuencia de fertilización sobre la concentración de Hierro en la hoja D. Una de las causas del porque está bajo el elemento, es que se aplica muy baja dosis de Hierro (0,11 kg/ha/ciclo de semillero) en las diferentes aplicaciones de los tratamientos. Sin embargo, el Hierro está alto en el suelo, como se muestra en el análisis de suelo (Anexo 2), es posible que exista algún antagonismo, puesto que con el contenido de humedad alto durante el periodo del ensayo, este elemento está en forma reducida que es el estado más fácil para ser absorbido por las plantas.

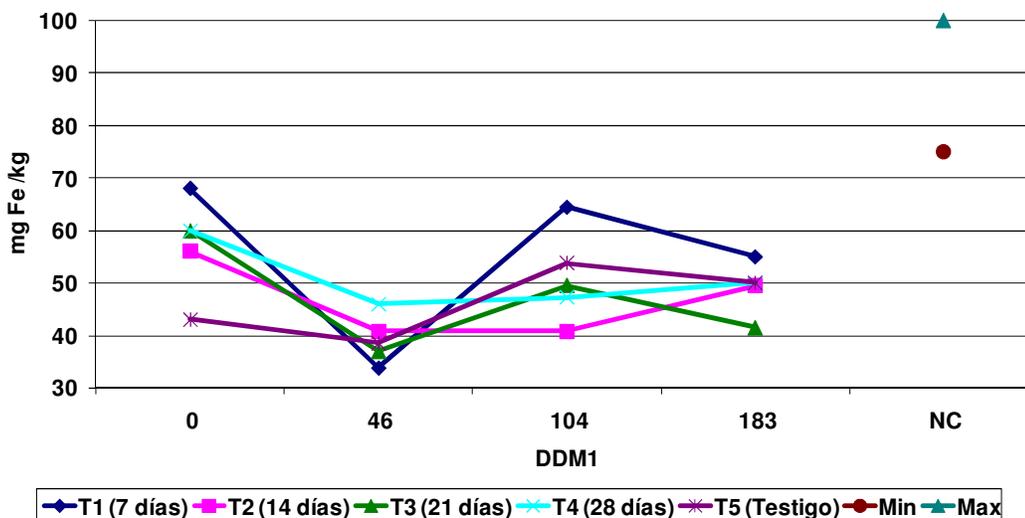


Figura 28. Miligramos de Hierro por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En la Figura 29, se muestra el comportamiento de los niveles de Cobre que resultó de los análisis de las “hojas D” de la semilla guía. Se aprecia que las hojas D de las semillas guía de la plantación que recibió los distintos tratamientos están por debajo del nivel crítico, una de las razones del porque están bajo, es que no se está aplicando Cobre para los diferentes tratamientos. Las plantas que fueron aplicadas semanalmente absorben más cobre al igual que hierro y otros elementos, porque la planta posee mayor contenido de los demás nutrimentos como se ha indicado en las figuras anteriores, además, es más robusta y vigorosa, por lo que tiende a balancear su estado nutricional.

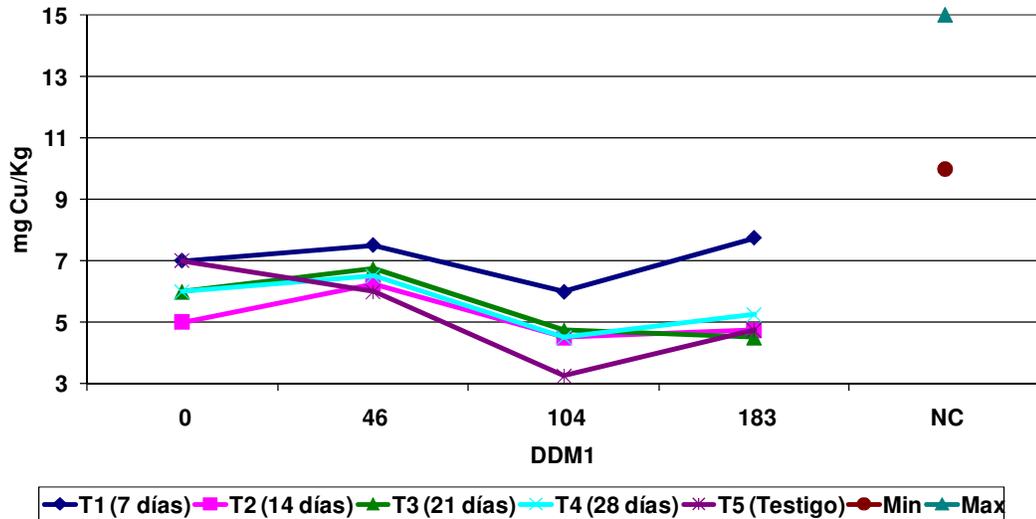


Figura 29. Miligramos de Cobre por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En la Figura 30, se muestra el comportamiento de los niveles de Zinc obtenido en los análisis de las hojas D de la semilla guía. Es evidente que las concentraciones de este elemento en las hojas D de las semillas guía de las plantas que recibieron los distintos tratamientos están por debajo del nivel crítico, esto se debe a que se está aplicando poco Zinc en las diferentes aplicaciones de los tratamientos (1 kg/ha/ciclo de semillero). Además, de acuerdo al análisis de suelo aportado por la empresa, realizado al momento del establecimiento del cultivo, se muestra que este elemento está bajo el nivel establecido como óptimo, considerando los rangos de suficiencia.

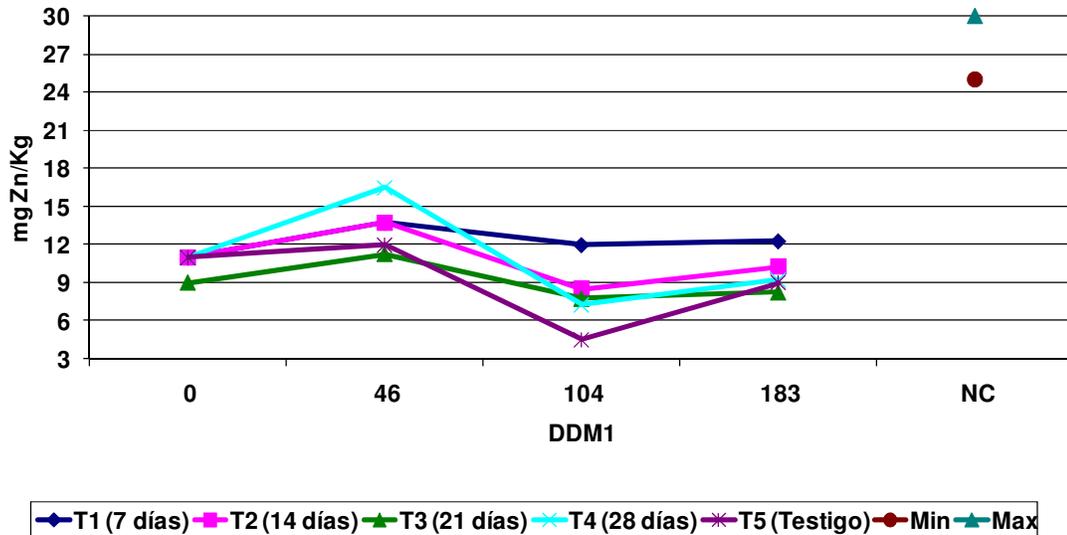


Figura 30. Miligramos de Zinc por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En la Figura 31, se muestra el comportamiento de los niveles de Manganeso (Mn) que resultó de los análisis de las hojas D de la semilla guía. Las concentraciones de Manganeso en las hojas D de las semillas guía de las plantas que recibieron los distintos tratamientos están por debajo del nivel crítico. Una posible causa de una bajo nivel es que este elemento no se está aplicando para los diferentes tratamientos.

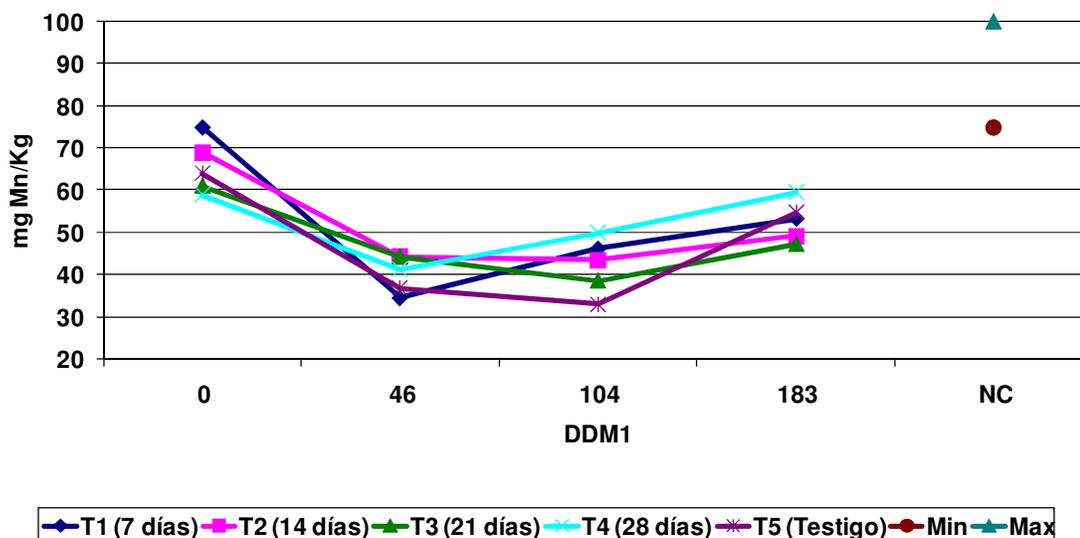


Figura 31. Miligramos de Manganeso por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En la Figura 32, se muestra el comportamiento de los niveles de Boro (B) de los análisis de las hojas D de la semilla guía. Se observa que las concentraciones de este elemento en las hojas D de la semillas guía de las plantas que recibieron los distintos tratamientos presentan niveles superiores al nivel crítico, excepto el testigo absoluto (T0). Esto se debe a que se está aplicando altas cantidades de este elemento (20 kg/ha/ciclo de semillero) en las diferentes aplicaciones de los tratamientos. Estos niveles, al parecer, sobrepasan la necesidad o requerimiento del cultivo, puesto que las concentraciones de las hojas D de semilla guía de plantas que fueron aplicadas con los distintos tratamientos están muy por encima del testigo absoluto (T0).

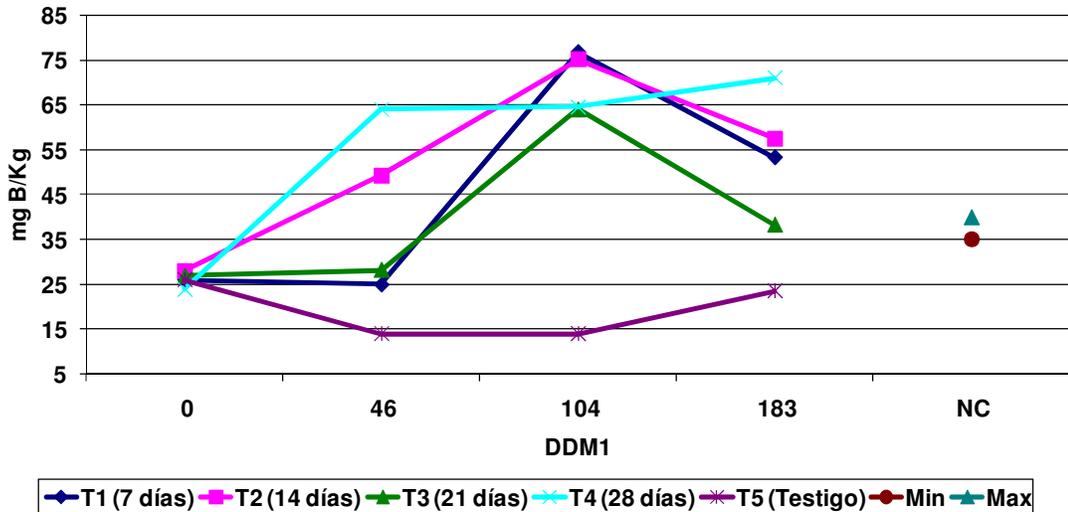


Figura 32. Miligramos de Boro por kilogramos de materia seca obtenidos de los análisis foliares de la hoja D de semilla guía por tratamiento, en los diferentes muestreos, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

DDM1= días después del primer muestreo

NC=Nivel crítico

En relación a la parte económica, se observa que a pesar de que en el “tratamiento 1” considera una frecuencia de aplicación semanal comparado a los demás tratamientos que es menor la frecuencia de aplicación (14, 21, 28 días), el costo económico total por hectárea es menor. Esto se debe a que el tiempo de aplicación del tratamiento 1 es mucho menor que los demás tratamientos, por aplicarse menor volumen de agua. Al aplicar los tratamientos T2, T3, T4, no se debe aumentar la velocidad de aplicación, porque se estaría sub-dosificando el fertilizante. Además, hay que mantener una concentración constante de fertilizante en relación al volumen de aplicación (8,52% a nivel del experimento), porque si se aumenta provocaría quemaduras a nivel foliar.

4.6. Análisis económico

En el Cuadro 23, se muestra especificado por tratamiento, la unidad de medida el costo de dicha unidad, el volumen agua utilizado por hectárea, la cantidad de hectáreas que recorre un boom, el tiempo de aplicación (minutos) por boom (equipo aspersor), tiempo de aplicación (minutos) por hectárea, horas consumidas por hectárea, consumo de diesel (litros por hora), finalizando con el costo total por hectárea.

Cuadro 23. Análisis de costos variables de los diferentes tratamientos, por hectárea de cultivo, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Tratamiento	Insumo	Unidad	Valor	Tiempo			Consumo Diesel l/hr	Costo Total (colones)/ha	
			Unitario (colones)	gal/ha	Boom/ha	aplicación, min / boom			Tiempo aplicación, min/ha
T0	Fertilización Boom	Hr	₡ 997,73					₡ -	
T0	Alimentar Tanque	Hr	₡ 967,95					₡ -	
T0	Diesel boom	l	₡ 496,93					₡ -	
T0	Diesel Tanqueta	l	₡ 496,93					₡ -	
T0	Bodegueros	Hr	₡ 967,95					₡ -	
Subtotal T0								₡ -	
T1	Fertilización Boom	Hr	₡ 997,73	375	0,25	45,00	11,25	0,19	₡ 187,07
T1	Alimentar Tanque	Hr	₡ 967,95	375	0,25	45,00	11,25	0,19	₡ 181,49
T1	Diesel boom	l	₡ 496,93	375	0,25	45,00	11,25	0,19	5 ₡ 465,87
T1	Diesel Tanqueta	l	₡ 496,93	375	0,25	45,00	11,25	0,19	2,5 ₡ 232,94
T1	Bodegueros	Hr	₡ 967,95	375	0,25	45,00	11,25	0,141	₡ 136,65
Subtotal T1								₡ 1.204,02	
T2	Fertilización Boom	Hr	₡ 997,73	750	0,50	45,00	22,50	0,38	₡ 374,15
T2	Alimentar Tanque	Hr	₡ 967,95	750	0,50	45,00	22,50	0,38	₡ 362,98
T2	Diesel boom	l	₡ 496,93	750	0,50	45,00	22,50	0,38	5 ₡ 931,74
T2	Diesel Tanqueta	l	₡ 496,93	750	0,50	45,00	22,50	0,38	2,5 ₡ 465,87
T2	Bodegueros	Hr	₡ 967,95	750	0,50	45,00	22,50	0,059	₡ 56,94
Subtotal T2								₡ 2.191,68	
T3	Fertilización Boom	Hr	₡ 997,73	1125	0,75	45,00	33,75	0,56	₡ 561,22
T3	Alimentar Tanque	Hr	₡ 967,95	1125	0,75	45,00	33,75	0,56	₡ 544,47
T3	Diesel boom	l	₡ 496,93	1125	0,75	45,00	33,75	0,56	5 ₡ 1.397,62
T3	Diesel Tanqueta	l	₡ 496,93	1125	0,75	45,00	33,75	0,56	2,5 ₡ 698,81
T3	Bodegueros	Hr	₡ 967,95	1125	0,75	45,00	33,75	0,031	₡ 30,29
Subtotal T3								₡ 3.232,41	
T4	Fertilización Boom	Hr	₡ 997,73	1500	1,00	45,00	45,00	0,75	₡ 748,30
T4	Alimentar Tanque	Hr	₡ 967,95	1500	1,00	45,00	45,00	0,75	₡ 725,96
T4	Diesel boom	l	₡ 496,93	1500	1,00	45,00	45,00	0,75	5 ₡ 1.863,49
T4	Diesel Tanqueta	l	₡ 496,93	1500	1,00	45,00	45,00	0,75	2,5 ₡ 931,74
T4	Bodegueros	Hr	₡ 967,95	1500	1,00	45,00	45,00	0,018	₡ 17,08
Subtotal T4								₡ 4.286,57	

Al analizar el Cuadro 24, se observa más claramente la diferencia en el costo de la semilla por tratamiento, en referencia a los costos variables del cuadro anterior, donde el tratamiento 1 posee un costo de semilla de 0,04 colones, comparado con los demás tratamientos 2, 3, 4 que obtuvieron 0,11, 0,16, 0,22 colones por semilla. Esto considerando el rendimiento promedio obtenido para los distintos tratamientos en el ensayo.

Cuadro 24. Análisis de costos variable de semilla por tratamiento, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008.

Tratamiento	Semillas/planta	Semillas/Ha	Costo (colones)/semilla
T0	0,27	19.440	∅ 0,00
T1	0,43	30,960	∅ 0,04
T2	0,31	22.320	∅ 0,10
T3	0,32	23.040	∅ 0,14
T4	0,31	22.320	∅ 0,19

5. CONCLUSIONES

Basado en los resultados obtenidos, se concluye:

1. No existe una tendencia en la respuesta de las variables evaluadas de los tratamientos, excepto en las variables ancho de hoja D y porcentaje de materia seca, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, según la prueba estadística de contrastes polinómicos.
2. Las plantas que fueron fertilizadas semanalmente (T1) presentaron una mayor producción de semillas guía y semillas guía con peso superior a 400 gramos, en comparación a los tratamientos que tienen frecuencia de fertilización de 14, 21 y 28 días, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold.
3. La variable ancho de hoja "D" en la semilla guía en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, presenta diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo la plantación que se aplicó semanalmente (T1) la que mostró una medición superior de ancho de hoja "D" de la semilla guía producida, comparado a los demás tratamientos.
4. Las plantas que fueron aplicadas con una frecuencia de fertilización semanal produjeron mayor peso seco de semilla guía, en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, en comparación a los demás tratamientos con frecuencia de fertilización de 14, 21 y 28 días.
5. El contenido de macronutrientes y micronutrientes en la hoja "D" de semilla guía en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, son más altos en la plantación que recibió fertilización semanal (tratamiento 1) respecto a los demás tratamientos (con frecuencia de 14, 21 y 28 días), excepto en el Manganeso, Boro, Calcio y Magnesio.
6. En el caso del Calcio, Magnesio, Azufre y micronutrientes (sin considerar al Boro) presentaron concentraciones deficientes en la hoja "D" de la semilla guía de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia

Gold, dado la baja dosis o no aplicación en los diferentes tratamientos evaluados.

7. El Boro se encuentra en altas concentraciones en las hojas D de semillas guía, esto favorecido por la alta cantidad de este elemento aplicado al semillero.

8. La plantación que es fertilizada semanalmente produce semilla guía de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, a un menor costo variable, comparada a los demás tratamientos que tienen frecuencia de 14, 21 y 28 días.

9. Un aumento en el rendimiento de los semilleros de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, producto de la fertilización semanal permitirá acumular más área de terreno en etapa preparación.

10. Considerando los intervalos de los muestreos y los resultados de la variables evaluadas, se requiere 45 días o más para desarrollar una semilla guía de buena calidad (semilla con peso superior a 400 gramos) y un buen rendimiento en el semillero de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold.

6. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una investigación en verano, para corroborar si la supremacía del tratamiento con aplicaciones semanal (T1) respecto a los demás tratamientos se debe al lavado de los fertilizantes por la lluvia.
2. Después de llevar a cabo la recomendación anterior, se sugiere estudiar dosis o niveles de fertilización en semilleros de piña con la mejor frecuencia.
3. Mientras se realizan las investigaciones sugeridas, se recomienda continuar con las aplicaciones de fertilizantes con frecuencia semanales. Pero aumentando la dosis de calcio, magnesio y zinc, incluyendo el elemento de azufre y bajando la dosis de boro.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Barahona, M. 1998. Fruticultura especial. San José, CR. UNED. Pp: 5-35.
- Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, CR. ACCS. Pp: 9-40,
- Castro, Z. 1998. El cultivo de piña. Plan de trabajo para curso de Fruticultura. San Carlos. ITCR. Pp: 1-9, 13-15. Sin publicar.
- Castro, Z. 1982. Producción acelerada de material de plantación de piña (*Ananas comosus* L. Merr) Variedad Cayena Lisa. Tesis Bach. Ing. Agr. San Carlos. ITCR. Pp: 1-20,
- Chavarría, A. 1996. Comparación del crecimiento vegetativo de dos tipos de hijos utilizados para la propagación comercial de la piña (*Ananas comosus* L. Merr) Var. Champaka en la zona de Pital de San Carlos. Tesis Bach. Ing. Agr. San Carlos, CR. ITCR. Pp 34-55.
- Chaverri, A. 2003. Reinserción de la piña Monte Lirio (*Ananas comosus* (L.) Merr en el mercado costarricense. CNP. CR. Pp: 1-2. (Boletín Técnico no. 32).
- Guido, M. 1983. La piña. Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reformas Agrarias. Managua, Nicaragua. IICA. Pp: 2-20 p.
- Hine, D.; Ramírez, R. 1998. El Cultivo de la Piña: Estudio sobre Producción y Comercialización de Piña para la Exportación. Instituto de Mercadeo Agropecuario. Panamá. Pp: 8-14
- Jiménez, J. 1999. Cultivo de piña. Cartago, CR. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Pp: 13-22, 91-104.
- Marassi, M. 2004. Hormonas vegetales. Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. Consultado 13 oct. 2004. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm>

OCEANO. 1999. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Barcelona, España. Pp: 345-346.

Palma, T. 1995. Notas del curso de fisiología vegetal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Agronomía. Pp: 19-65.

Peña, A.; Díaz, A.; Martínez, T. 1996. Fruticultura Tropical. Bogotá, Colombia. ICFES. Pp: 6-16, 71-84.

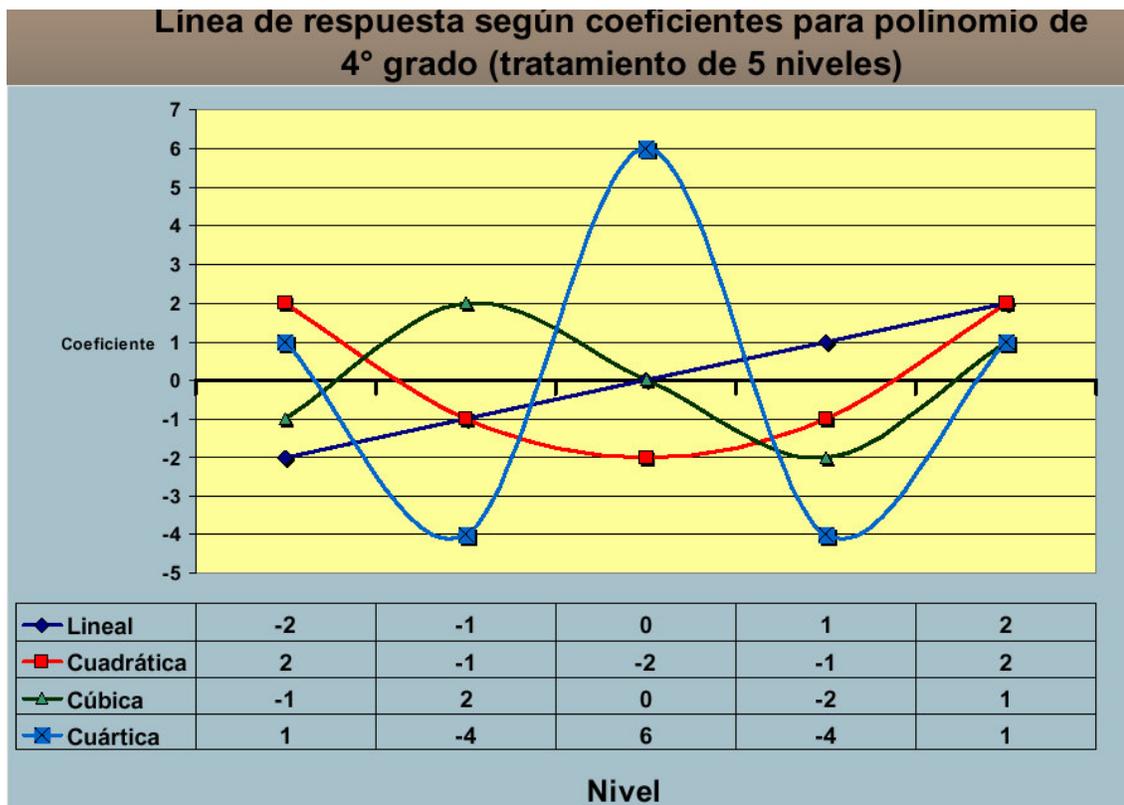
Reinhardt, D.; Da Silva, A. 2000. ABACAXI Produção. Brasilia-DF. Brasil. EMBRAPA. Pp: 19-22

Sancho, H. 1999. Curvas de absorción de nutrimentos: importancia y uso en los programas de fertilización. Informaciones agronómicas. San José, CR. no 36. Pp: 11-13.

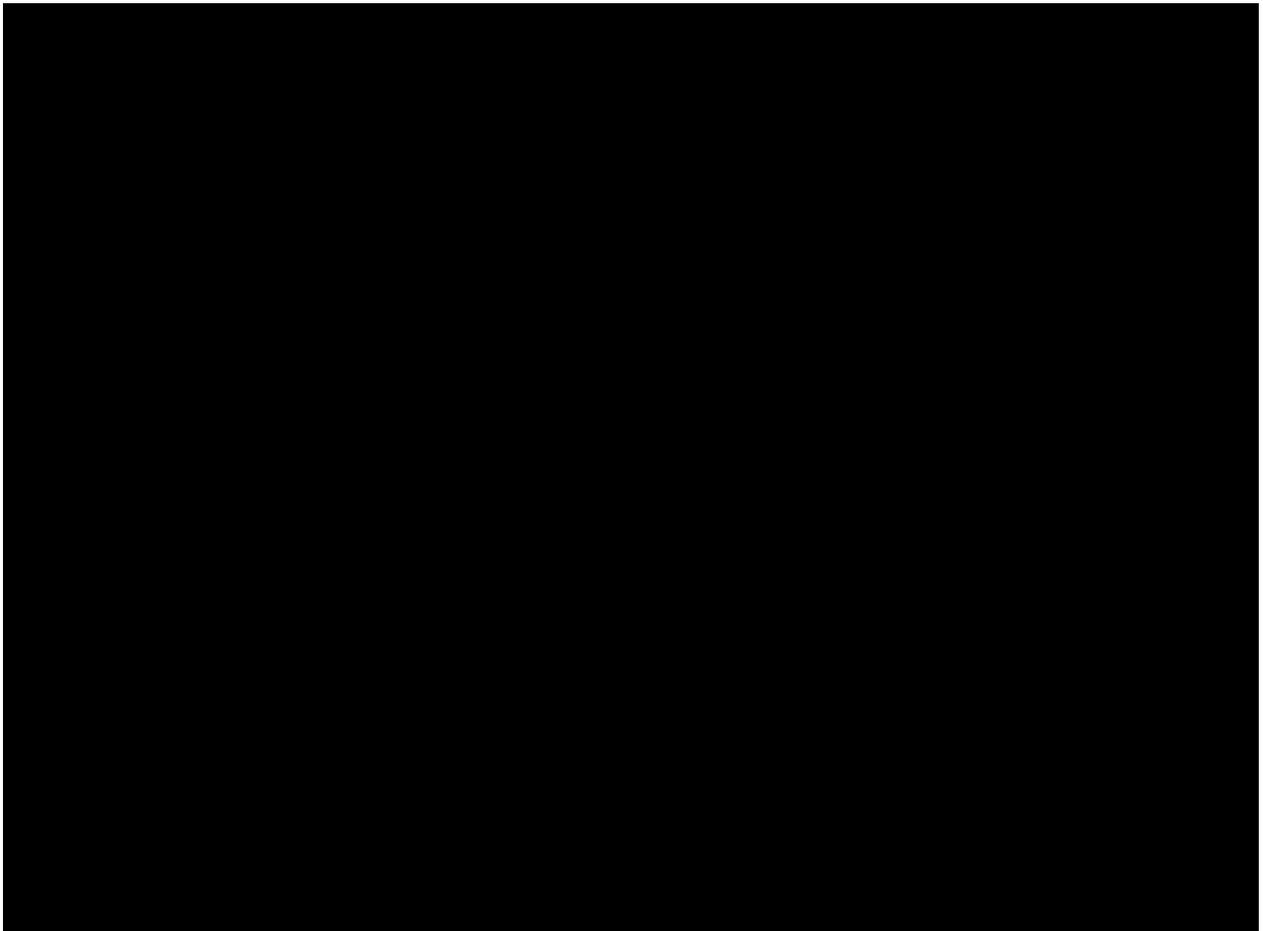
Steel, R.; Torrie, H. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. México. Mac Graw-Hill. Pp: 353-360.

8. ANEXOS

Anexo 1. Respuesta gráfica según coeficientes para polinomios grado 4.



Anexo 2. Resultados del análisis de suelo realizado al lote 064111, previo a preparación, Agrícola Industrial San Cayetano, 2006.



Anexo 3. Resultados del análisis de suelos realizado al lote 153 (cercano a la zona del ensayo), previo a preparación, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007.



Anexo 4. Datos estadísticos de kilogramos y porcentaje de materia seca en semilla guía, en piña (Ananas comosus) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008

Tratamiento	Bloque	KgMS	% MS
T0 (Testigo)	R1	11,62	14,78
T0 (Testigo)	R2	5,98	13,56
T0 (Testigo)	R3	5,12	13,46
T0 (Testigo)	R4	8,25	13,39
T1 (7 días)	R1	13,69	10,83
T1 (7 días)	R2	11,60	11,12
T1 (7 días)	R3	7,53	12,35
T1 (7 días)	R4	16,50	12,50
T2 (14 días)	R1	8,05	13,30
T2 (14 días)	R2	7,18	13,43
T2 (14 días)	R3	10,96	12,10
T2 (14 días)	R4	8,14	13,31
T3 (21 días)	R1	8,97	14,38
T3 (21 días)	R2	12,43	13,34
T3 (21 días)	R3	9,62	11,64
T3 (21 días)	R4	5,69	12,77
T4 (28 días)	R1	6,87	13,60
T4 (28 días)	R2	11,47	11,00
T4 (28 días)	R3	6,14	13,21
T4 (28 días)	R4	8,72	13,91

Anexo 5. Datos de cantidad de semilla guía total, semilla guía con peso superior a 0,4 Kg y ancho de hoja D (cm), en piña (Ananas comosus) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008

Tratamiento	Bloque	SG>0,4kg/planta	SG/planta	Ancho de hoja D (cm)
T0 (Testigo)	R1	0,10	0,37	3,53
T0 (Testigo)	R2	0,07	0,21	3,70
T0 (Testigo)	R3	0,04	0,19	3,90
T0 (Testigo)	R4	0,05	0,33	3,77
T1 (7 días)	R1	0,27	0,48	4,50
T1 (7 días)	R2	0,21	0,43	4,57
T1 (7 días)	R3	0,07	0,33	4,33
T1 (7 días)	R4	0,29	0,49	4,43
T2 (14 días)	R1	0,07	0,29	4,10
T2 (14 días)	R2	0,08	0,24	4,13
T2 (14 días)	R3	0,13	0,41	4,17
T2 (14 días)	R4	0,06	0,31	4,07
T3 (21 días)	R1	0,07	0,32	3,90
T3 (21 días)	R2	0,19	0,37	4,00
T3 (21 días)	R3	0,15	0,36	4,40
T3 (21 días)	R4	0,02	0,25	4,03
T4 (28 días)	R1	0,06	0,26	3,83
T4 (28 días)	R2	0,23	0,43	4,57
T4 (28 días)	R3	0,05	0,24	4,27
T4 (28 días)	R4	0,06	0,32	3,93

Anexo 6. Datos climatológicos tabulados durante el período de ensayo.
Estación experimental Agrícola Industrial San Cayetano, 2007-2008

Año	Semana	Precipitación(mm)	Temperatura (°C)	Radiación solar (W/m2)
2007	30	2	26,1	184
2007	31	13	26,9	206
2007	32	2	27,5	213
2007	33	2	27,0	228
2007	34	1	27,0	236
2007	35	54	27,2	237
2007	36	32	26,9	198
2007	37	108	25,9	144
2007	38	28	27,0	214
2007	39	21	26,4	213
2007	40	71	27,2	228
2007	41	16	27,2	175
2007	42	43	26,2	127
2007	43	40	26,6	195
2007	44	20	27,0	194
2007	45	190	23,5	58
2007	46	172	24,7	122
2007	47	18	25,9	167
2007	48	10	25,4	209
2007	49	29	25,5	166
2007	50	116	25,2	162
2007	51	140	25,4	135
2007	52	111	24,7	118
2008	1	212	24,7	139
2008	2	15	25,4	216
2008	3	3	25,5	204
2008	4	27	25,7	194
2008	5	8	24,3	239
2008	6	1	25,8	249
2008	7	34	25,7	164
2008	8	6	25,3	161
2008	9	14	25,1	255
2008	10	1	26,0	252
2008	11	5	25,5	232
2008	12	49	23,0	170
2008	13	7	25,7	217