

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus* L.  
Merr. Var. *comosus*) CV. GOLDEN EN SATIPO”**

Presentada por:

**JORGE DENIS CHUQUILLANQUI RUIZ**

Tesis para optar el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus* L.  
Merr. Var. *comosus*) CV. GOLDEN EN SATIPO”**

Presentada por:

**JORGE DENIS CHUQUILLANQUI RUIZ**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y Aprobado ante el siguiente Jurado:

.....  
Dr. Alberto Julca Otiniano  
**PRESIDENTE**

.....  
Mg. Sc. Jorge Tobaru Hamada  
**ASESOR**

.....  
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz  
**MIEMBRO**

.....  
Dr. Oscar Loli Figueroa  
**MIEMBRO**

**Lima – Perú**

**2018**

## *DEDICATORIA*

A mi padre Jorge, que hoy no está a mi lado, a quien le hubiese gustado leer esta tesis, a ti padre querido que hoy eres mi ángel y de toda nuestra familia; a mi madre Magda quien supo apoyarme con sus sabios consejos y con el amor de madre que a ella le caracteriza.

## *AGRADECIMIENTOS*

- Al Ing, Mg.Sc. Jorge Tobaru Hamada, patrocinador de la presente tesis por su orientación, constante e invaluable apoyo en la ejecución y culminación del presente trabajo.
- Al Dr. Raúl Blas Sevillano, por su valiosa guía y asesoramiento técnico en la culminación de mi tesis.
- A los miembros del jurado: Al Dr. Alberto Julca Otiniano, Ing, Mg.Sc. Andrés Casas Díaz y al Dr. Oscar Loli Figueroa, a quienes agradezco eternamente, por su apoyo y asesoramiento en la culminación de mi trabajo.
- A los señores Delfín Huarcaya y Mario Jaulis, personal de la Biblioteca Agrícola Nacional, por su amistad y apoyo brindado durante mis días en la biblioteca.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron con mi formación profesional.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	pag.
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
2.1. PIÑA ( <i>Ananas comosus</i> L.)	3
2.1.1. Origen y Distribución	3
2.1.2. Características Botánicas	3
2.2.MORFOLOGÍA	3
2.2.1. Sistema Radicular	4
2.2.2. Tallo	4
2.2.3. Hojas	4
2.2.4. Pedúnculo – Inflorescencia – Fruto	5
2.3.CRECIMIENTO, DESARROLLO Y FRUCTIFICACIÓN DE LA PIÑA	6
2.3.1. Fase Vegetativa	6
2.3.2. Fase de Diferenciación y Fructificación	6
2.3.3. Fase de Producción de Hijuelos	7
2.4.PROPAGACIÓN Y MULTIPLICACIÓN	8
2.4.1. Propagación	8
2.4.2. Multiplicación	9
2.5.SISTEMA Y DENSIDAD DE PLANTACIÓN	11
2.5.1. Sistema de Plantación	11
2.5.2. Densidad de Plantación	12
2.6.ECOLOGÍA	15
2.6.1. Temperatura	15
2.6.2. Precipitación	15
2.6.3. Suelo	15
2.7.VARIEDAD GOLDEN O MD-2	16
2.8.NUTRICIÓN MINERAL	17
2.8.1. Nitrógeno	17
2.8.2. Fósforo	18
2.8.3. Potasio	18

2.8.4. Calcio	19
2.8.5. Magnesio	20
2.8.6. Azufre	21
2.8.7. Relaciones catiónicas K:Na:Mg	21
2.8.8. Extracción de Nutrientes	21
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
3.1.CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO	23
3.1.1. Ubicación	23
3.1.2. Historial de Campo	23
3.1.3. Características del Suelo	23
3.1.4. Condiciones Meteorológicas	24
3.2.MATERIALES Y EQUIPOS	26
3.2.1. Cultivares	26
3.2.2. Materiales	26
3.3.MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	27
3.3.1. Selección del Campo Experimental	27
3.3.2. Tratamientos	27
3.3.3. Conducción del Experimento	27
3.3.4. Diseño Experimental	29
3.3.5. Campo Experimental	29
3.3.6. Análisis Estadístico	29
3.4.VARIABLES DE ESTUDIO	30
3.5 VARIABILIDADES DE LA PLANTA	30
3.6 VARIABLES DEL FRUTO	31
3.6.1 Calidad del Fruto	31
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>33</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA	33
4.1.1 Peso de la Hoja D	33
4.1.2 Longitud de la hoja D	35
4.1.3 Numero de Frutillos Individuales por Fruto	36
4.1.4 Diámetro del Fruto	36
4.1.5 Altura del Fruto	37
4.1.6 Grado Brix	37

4.1.7	Peso del Fruto	39
4.1.8	Calibre del fruto	40
4.1.9	Análisis Económico	40
<b>V. CONCLUSIONES</b>		42
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>		43
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>		44
<b>VIII. ANEXO</b>		50

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1	Tipos de Material de Propagación usados para la siembra de piña “Cultivar Samba Chanchamayo” 9
Cuadro 2	Distanciamiento y densidades más comunes usados en el Cultivo de Piña cultivar “Cayena Lisa” en el Sistema de Línea Doble 14
Cuadro 3	Extracción de Nutrientes (promedio) para una cosecha de una tonelada de piña (Fruta Fresca) 22
Cuadro 4	Historial del campo experimental entre los años 2014 y 2015 23
Cuadro 5	Tratamientos establecidos en el fundo Santa Teresa entre junio de 2015 y septiembre de 2016 28
Cuadro 6	Esperados Cuadrados Medios para el Análisis de Variancia correspondiente a un DBCA. 30
Cuadro 7	Medias de los tratamientos de las variables evaluadas en el experimento en piña en la localidad de Satipo. 33
Cuadro 8	Cuadro del Análisis de Variancia para las variables estudiadas en el experimento de piña en la localidad de Satipo. 33
Cuadro 9	Distribución porcentual (%) por calibres de las piñas obtenidas en cada tratamiento (sobre una muestra de 60 piñas evaluadas por tratamiento). 39
Cuadro 10	Inversión en soles de fertilizantes usados para los tratamientos de piña cv Golden. 41
Cuadro 11	Rendimiento de número de jabas, kilogramos e ingreso de cada tratamiento 41

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura 1	Ciclo del Cultivo de la Piña	6
Figura 2	Planta de piña mostrando los diferentes tipos de hijuelos	8
Figura 3	Disposición de Plantas en los Sistemas de Plantación	13
Figura 4	Sistemas de Plantación Línea Doble en: Suelo Plano (A) y en Camellones (B)	14
Figura 5	Piña variedad MD-2	16
Figura 6	Temperaturas durante la duración del ensayo en el Fundo Santa Teresa (Junio 2015 – septiembre 2016)	25
Figura 7	Humedad relativa (%) de la zona de estudio entre junio del 2015 y setiembre del 2016	25
Figura 8	Precipitación (mm) en la zona de estudio entre junio del 2015 y setiembre del 2016	26
Figura 9	Relación entre peso de la hoja D y el peso del fruto de MD2	35
Figura 10	Relación entre el peso de la hoja “D” y la altura del fruto	38
Figura 11	Relación entre la altura del fruto y el peso del fruto	38

## ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	Análisis del suelo donde se realizó la presente investigación Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes.	50
Anexo 2	Datos meteorológicos provenientes del Observatorio del Fundo Santa Teresa en Río Negro, Satipo.	50
Anexo 3	Dosis y Día de Fertilización Aplicados en Campo	51
Anexo 4	Datos Meteorológicos del Observatorio del Fundo Santa Teresa en Río Negro-Satipo	52
Anexo 5	Dosis y día de fertilización aplicados a campo	52

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Santa Teresa en Satipo, entre los meses Junio 2015 a Julio 2016, con el objetivo de determinar la influencia del fósforo y potasio utilizados en un sistema de piña Golden en condiciones de campo bajo 7 tratamientos (superfosfato triple de calcio x cloruro de potasio, superfosfato triple de calcio x sulfato de potasio, superfosfato triple de calcio x nitrato de potasio, microessentials SZ x cloruro de potasio, microessentials SZ x sulfato de potasio, microessentials SZ x nitrato de potasio, fertilización del agricultor y poly-feed). Se registró la información durante toda la fenología del cultivo, obteniéndose los datos en las características de las plantas, características del fruto y calidad del fruto, los cuales fueron analizados en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

Donde el tratamiento T7 de microessentials SZ x sulfato de potasio obtuvo los mejores resultados para las características evaluadas observándose un efecto positivo en el peso y tamaño del fruto que es de vital importancia al momento de comercialización del fruto de piña golden en el mercado peruano. Además a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación nos indicarían que la fertilización potásica y fosfatada favorece significativamente en la calidad del fruto de la piña corroborando lo mencionado por Luchi *et al*, y Montenegro *et al.*, citados por De Souza y Fernandes (1994), afirmando además que no se altera los grados brix, la acidez y la relación de azúcares/acidez del fruto.

**Palabras clave:** Cloruro de potasio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, piña

## SUMMARY

This research was carried out in the Santa Teresa Farm in Satipo, from June 2015 to July 2016, with the objective of determining the influence of phosphorus and potassium used in a Golden pineapple system in field conditions under 7 treatments (triple calcium superphosphate x potassium chloride, triple calcium superphosphate x potassium sulfate, triple calcium superphosphate x potassium nitrate, microessentials SZ x potassium chloride, microessentials SZ x potassium sulfate, microessentials SZ x potassium nitrate, fertilization farmer and poly-feed). The information was recorded during the whole phenology of the crop, obtaining the data on the characteristics of the plants, fruit characteristics and fruit quality, which were analyzed in a completely randomized block design (DBCA).

(For the evaluated characteristics, the best results were obtained with the treatment with microessentials SZ x potassium sulfate) observing a positive effect in the weight and size of the fruit, which is of vital importance when it comes to commercializing the golden pineapple fruit in the Peruvian market. In addition, the results obtained in this research would indicate that potassium and phosphate fertilization significantly favors the quality of the pineapple fruit, corroborating what was mentioned by Luchi et al, and Montenegro et al., cited by De Souza and Fernandes (1994), also affirming that the brix degrees, the acidity, and the sugar / acidity ratio of the fruit are not altered.

**Key words:** Potassium chloride, Potassium nitrate, Potassium sulfate, pineapple

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú se cultiva muchas variedades de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) pero comercialmente predominan tres y entre ellas sobresale la conocida comúnmente como “Golden”. En el año 2016, el departamento de Junín se sembró 6089 ha de piña (40% del área nacional sembrada) produciendo 339 703 toneladas de piña (78% de la producción nacional) colocando a la piña como un valioso recurso vegetal explotado por el hombre (MINAGRI, 2017). Además, éste puede ser utilizado como un cultivo alternativo para suplantar las áreas de hoja de coca.

El cultivo de piña no alcanza su real importancia debido a la siembra de cultivares no mejorados, su instalación en suelos inadecuados y ninguna práctica de aplicación de fertilizantes, a pesar que los suelos de la selva son generalmente de baja fertilidad y reacción ácida. Aun así, es importante señalar que la baja solvencia económica limita al agricultor a poner en práctica las recomendaciones técnicas que una agricultura rentable exige; obteniendo producciones heterogéneas y a su vez teniendo precios bajos al momento de la venta.

Todo esto sugiere la necesidad de generar tecnología que permita mejorar la calidad de producción de piña existente; compatibilizando con las posibilidades económicas del agricultor, optimizando el cultivo utilizando de manera eficiente los insumos y sobretodo los fertilizantes minerales que estén al alcance del agricultor. El uso de estos fertilizantes generaría un aumento sustancial en la productividad, calidad, rentabilidad y sustentabilidad ambiental de la actividad agrícola. Es por eso que la presente investigación propone una serie de aplicaciones oportunas de fertilizantes minerales en un sistema de producción de piña con la finalidad de obtener mejoras tanto en el rendimiento como en la calidad de la fruta producida. De esta manera el presente trabajo de investigación tuvo los siguientes objetivos:

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Determinar el efecto de la fertilización en el cultivo de piña Golden en Satipo.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Determinar el efecto de la fertilización en el rendimiento de la piña Evaluar el efecto de las fuentes de fosforo y potasio en la producción de piña Golden (*Ananas comosus* L. Merr.) en condiciones de campo.
- ❖ Determinar la relación costo beneficio de la fertilización en la piña.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 LA PIÑA (*Ananas comosus* L.)

#### 2.1.1 Origen y distribución

La primera referencia de la piña que aparece en los anales de la historia, es una declaración hecha por Pedro Mártir, quien señaló que Cristóbal Colón y sus compañeros la vieron en la Isla Guadalupe en el año 1493 y en Veragua al año siguiente (Collins, 1951 citado por Bello *et al.*, 1995). La piña es originaria de América Tropical, la distribución del género Ananás comprende una extensa zona entre los 15° y 30° grados de latitud sur y los 40° y 60° longitud oeste, en particular al sur de Brasil, Paraguay y norte de Argentina. De allí se extendió a América Central y el Caribe (Collins, 1960).

Años después, los europeos la difundieron rápidamente a las áreas tropicales de Asia y también se logró su adaptación a condiciones de invernadero en Europa Occidental. En el Perú, el misionero católico Acosta en 1590 informó no haber encontrado el cultivo de la piña en la costa, teniendo la fruta de la selva una baja calidad, para Figueroa *et al.* (1970), no se conoce fecha exacta de la introducción inicial de las variedades comerciales que actualmente se cultivan en el país.

#### 2.1.2 Características botánicas

La piña es una planta monocotiledónea, única especie comercial de importancia económica como frutal dentro de la gran Familia Bromeliáceas a la que pertenece. Según Py *et al.* (1984) la familia tiene 50 géneros y alrededor de 2000 especies de plantas herbáceas epifitas en su gran mayoría. Los mismos autores indican al género Ananás (*sic*) ocho especies: *A. monstrosus*, *A. nanus*, *A. lucidus*, *A. bracteatus*, *A. erectifolius*, *A. anassoides*, *A. fritzmuelleri* y *A. comosus*, siendo esta última especie la única de importancia comercial.

### 2.2 MORFOLOGÍA

La piña es una planta herbácea perenne, autoestéril, que crece en generaciones sucesivas. Después de la producción de un fruto desde la yema apical, la corona y sus bulbillos caen al suelo, mientras que las yemas axilares del tallo continúan su desarrollo y forman nuevas plantas (Py *et al.*, 1987).

### **2.2.1 Sistema radicular**

El sistema radicular es pequeño, forma un conjunto denso, poco profundo y frágil (Bello, 1991).

Sideris (1951) y Krauss (1979) citados por Py *et al.* (1987), clasifica las raíces en tres grupos según su origen:

- Raíces primarias: tienen por origen el embrión de las semillas y por tanto existen sólo sobre las semillas, desapareciendo para dar lugar a las siguientes.
- Raíces adventicias: típicas de numerosas monocotiledóneas que nacen del tejido muy vascularizado que separa el cilindro central de la corteza.
- Raíces secundarias: son ramas secundarias de las precedentes.

### **2.2.2 Tallo**

El tallo es de consistencia herbácea de entrenudos muy cortos, a lo largo de este se forman raíces adventicias llegando a menos de 1 cm. del meristemo terminal. Las raíces que emergen sobre la mitad del tallo se enrollan alrededor de éste y solamente los próximos al suelo penetran en ella (Py *et al.*, 1987).

### **2.2.3 Hojas**

La planta adulta presenta de 70 a 80 hojas, dispuestas en rosca con las hojas más jóvenes en el centro y las más antiguas en el exterior siguiendo la filotaxia 5/13; son de forma lanceoladas y muy largas, a veces alcanzaban una longitud máxima de más de 100 cm. y un diámetro de 1 cm. y un color variable. La forma de las hojas es variable, según su posición en la planta, por ejemplo: las hojas “D”, traducen el estado fisiológico de la planta durante el periodo en que su crecimiento ha sido más activo y son útiles para estimar las necesidades de la planta y para “seguir” su crecimiento y desarrollo (Py *et al.*, 1987).

Sideris (1951) y Krauss (1979), citados por Py *et al.* (1987), distinguen dos grandes grupos. El primer grupo se divide en:

- Hojas A: hojas que en el momento de superar el retoño están ya totalmente desarrolladas.

- Hojas B: Son las que en el momento de superar el retoño no han terminado aún su crecimiento.
- Hojas C: son las hojas más viejas producidas después de la implantación del retoño; la única restricción que presenta su limbo es del “cuello” de la base o cuello basal.

El segundo grupo se divide en:

- Hojas D: son las hojas adultas más jóvenes, es decir, llegada a esta fase, la hoja ha terminado prácticamente su crecimiento. En medio favorable, son las más largas de la planta.
- Hojas E: están fijadas sobre la espaldilla del tallo, tienen una forma lanceolada típica, pero con una base en los bordes ligeramente “convergentes” cuya anchura no excede de la mayor del limbo.
- Hojas F: son las hojas jóvenes de la roseta visible exteriormente, su anchura máxima se sitúa entre el tercio y la mitad de su altura; los bordes del limbo de su base son claramente convergentes.

#### **2.2.4 Pedúnculo – Inflorescencia - Fruto**

Py *et al.* (1987) menciona que el pedúnculo es una simple prolongación del tallo que soporta el fruto. Al inicio de su diferenciación, el ancho del meristemo es máximo y después se contrae en forma progresiva. La inflorescencia de la piña consiste en un racimo fusionado de más de 100 flores, sésiles, individuales, insertadas alrededor del eje o cilindro central, el cual es una simple extensión del pedúnculo. Las flores son de color violáceo, la apertura floral se inicia en la base de la inflorescencia y continúa hacia arriba en un periodo de 3 a 6 semanas.

Después de la polinización las estructuras florales se secan completamente, continuando su desarrollo los órganos restantes que contribuyen a formar el fruto múltiple y partenocárpico (Bello, 1991).

En algunas variedades el eje central carnoso es comestible, pero más a menudo la parte comestible del fruto está entre el eje central y el exocarpo, el fruto madura de la base hacia arriba, por lo general la diferencia en maduración entre las proporciones basal y apical del mismo, es de corto periodo de 3 a 4 días.

## 2.3 CRECIMIENTO, DESARROLLO Y FRUCTIFICACIÓN DE LA PIÑA

El ciclo del cultivo de piña puede dividirse en tres fases: fase vegetativa, fase de floración y fase de producción (Figura 1). Estos ciclos están determinados por factores tanto ambientales como de la planta en sí.

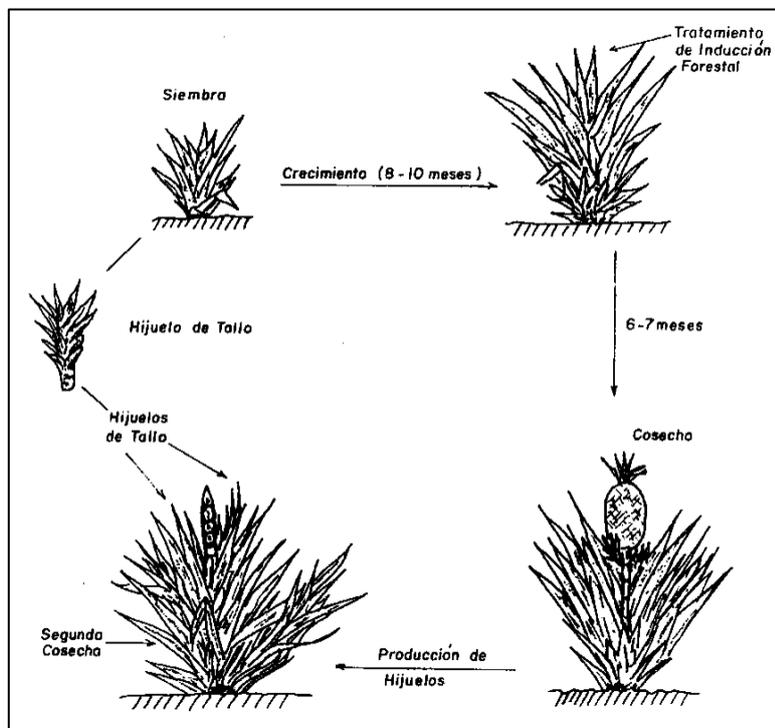


Figura 1. Ciclo del Cultivo de Piña (fuente: Bello, 1991)

### 2.3.1 Fase vegetativa

El crecimiento de la planta expresado por el incremento en peso fresco es de tipo sigmoideo. En condiciones particulares de cada zona, el aumento en peso fresco de la planta de piña hasta el momento de la diferenciación floral está determinado principalmente por el peso del material vegetal (hijuelo), el tipo de hijuelo y la época de plantación. Estos factores influyen en el nivel de crecimiento necesario para iniciar la floración.

### 2.3.2 Fase de diferenciación y fructificación

En plantas que han terminado su crecimiento, el factor que induce la floración son los “días cortos”, pero en las zonas intertropicales, donde la piña se cultiva mayormente, las variaciones del fotoperiodo son relativamente mínimas; de esta manera, otros factores medio ambientales inducen la floración. Así bajo condiciones de Cuba, Iglesias y Lázara

(1980) encontraron dos épocas de floración natural, una principal en invierno y otra secundaria en verano y establecieron que la temperatura baja tiene mayor efecto sobre la floración natural que la duración del día. En reunión, Aubert (1977) establece como factores de la diferenciación floral a la disminución de la duración del día (horas luz), la disminución de la temperatura y el aumento de la nubosidad. Teisson (1972) en Costa de Marfil determinó que la causa principal de la diferenciación floral natural es la disminución en la intensidad de los rayos solares.

La floración de la piña puede ser inducida artificialmente mediante el uso de reguladores de crecimiento. Se ha encontrado que existen diferencias en cuanto a susceptibilidad de las plantas a la aplicación de estos, son más susceptibles a la inducción floral artificial cuanto más cercano se encuentran a la diferenciación floral natural (Choairy y Fernandes, 1984). Así mismo, la respuesta de la floración a los diferentes inductores parece ser específica para cada cultivar.

El tiempo que transcurre entre la diferenciación floral y la aplicación del tratamiento de inducción floral es aproximadamente 45 días. El desarrollo posterior hasta la cosecha requiere de 5 meses adicionales, lo que significa un total de 6.5 meses para todo el proceso.

Finalmente el peso de la fruta está directamente relacionado con el peso de la planta, masa foliar y peso de la hoja “D”, al momento de la inducción floral (Py y Tisseau, 1969; Iglesias, 1980).

### **2.3.3 Fase de la producción de hijuelos**

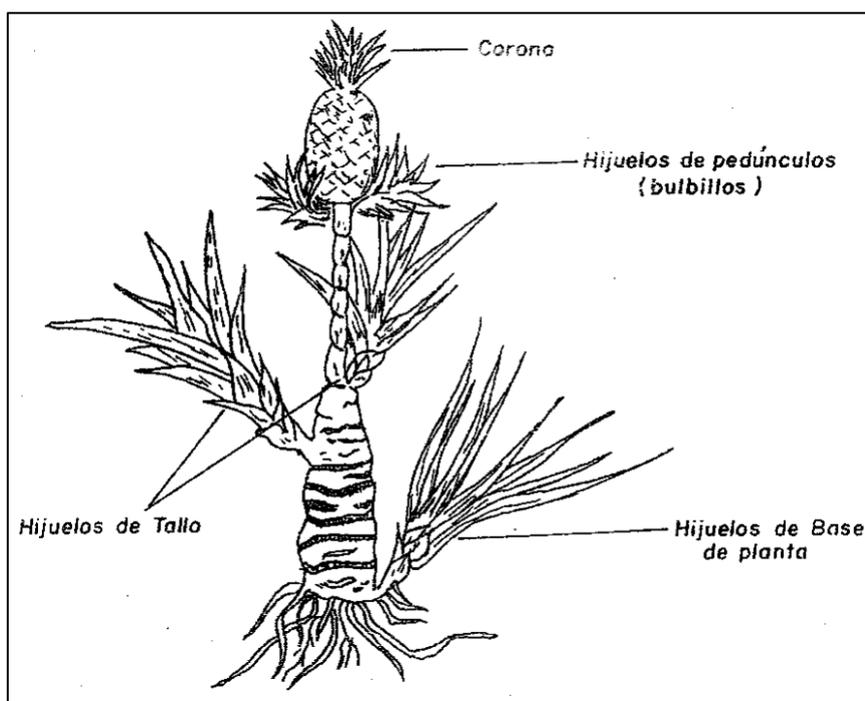
Comprende desde la cosecha de los frutos hasta la recolección de los hijuelos para su siembra; el número de hijuelos producidos depende del cultivar y las condiciones de plantación. Existen variedades que producen abundante hijuelos de bulbillo como es el caso de la “Samba de Chanchamayo” en cambio la “Cayena Lisa” produce pocos bulbillos; así mismo la densidad de plantación tiene su efecto sobre el número de hijuelos producidos por planta, disminuyendo estos a una mayor densidad de plantación.

## 2.4 PROPAGACIÓN Y MULTIPLICACIÓN

### 2.4.1 Propagación

La piña presenta diferentes tipos de hijuelos (figura 2) y sirven de material de propagación, los que son descritos como sigue (Figueroa *et al.*, 1970):

- *Hijuelos de corona*: ocasionalmente puede ser usado como material de propagación, normalmente las coronas son simples pero pueden presentarse más de dos o ser múltiples y fasciados, estos últimos deben descartarse por sus características indeseables. El tiempo que demora de siembra a cosecha es aproximadamente de 22 a 24 meses.



**Figura 2. Planta de piña mostrando los diferentes tipos de hijuelos** (fuente: Bello, 1991)

- *Hijuelos de pedúnculos* (bulbillos, slips): aparecen en el eje floral, en la base del fruto, son de número variable. El tiempo entre la siembra y cosecha es aproximadamente de 20 a 22 meses.
- *Hijuelos del tallo* (hapa, suckers): son vigorosos y los mejores para la plantación, se ubican en la unión entre el tallo y el pedúnculo y en todo el tallo de la planta. Su

número es variable, pueden ser de 2 a 3, con estos hijuelos se pueden lograr cosechas en más o menos 18 a 20 meses.

- *Hijuelos de base de planta*: son de número reducido (1 a 2 por planta), vigorosos. El tiempo que transcurre desde su siembra a la cosecha es de aproximadamente 16 a 18 meses.

En el cuadro 1 se exponen algunas características del material a usarse en la nueva plantación

**Cuadro 1: Tipos de material de propagación usados para la siembra de piña cultivar “Samba de Chanchamayo.”**

Tipo de hijuelo	Hijuelo/Planta	Peso Aprox. Hijuelos (gramos)	Período desde siembra a cosecha (meses)
Corona	1*	50 – 150	22 – 24
Pedúnculo	4 – 10	50 – 150	20 – 22
Tallo	2 – 3	200 – 300	18 – 20
Base de planta	1 – 2	300 – 400	16 – 18

(\*) La mayoría de las plantas presentan corona múltiple

Fuente: Bello S. 1991.

## 2.4.2 Multiplicación

La piña es un cultivo que tiene un bajo índice de multiplicación (Py, 1979), razón por la cual se usan varios métodos de multiplicación rápida para incrementar el material de propagación para la plantación. Entre los métodos actualmente usados tenemos:

- *Multiplicación mediante destrucción de la inflorescencia o del meristemo terminal*: técnica que involucra evidentemente el sacrificio de la cosecha. Consiste en la destrucción de la inflorescencia manualmente o del meristema mediante un “*gauger*” especialmente construido para este fin. Tres o cuatro meses después de la siembra se realiza el tratamiento de inducción floral (TIF) con carburo de calcio con la finalidad de favorecer el desarrollo del meristema terminal y facilitar su destrucción. La decisión del momento del TIF depende del tamaño de los hijuelos sembrados. Después de 20 días de realizado el TIF se procede a la destrucción floral.

El manejo de esta técnica de multiplicación es intensiva, con siembras a alta densidad (sobre 60 000 plantas/ha) y un programa de fertilización sostenido que consiste en

aplicaciones quincenales durante dos meses a partir del trasplante con 0.5 gramos/planta de N y K<sub>2</sub>O respectivamente; posteriormente el abonamiento será en forma sólida con nitrógeno (N), potasio (K<sub>2</sub>O) y magnesio (MgO) a una dosis de 2, 4, y 3 gramos de N, K<sub>2</sub>O y MgO/planta respectivamente. La extracción de los hijuelos con un peso de 100 gramos puede hacerse cada 15 días (INIA, 1991).

- *Multiplicación mediante fraccionamiento de hijuelos*: consiste en cortar longitudinalmente todo tipo de hijuelos en 4 u 8 secciones, según el caso (Su Shien, 1968). Los hijuelos después de ser cortados deben ser desinfectados con una solución de insecticida (Parathion methyl) y fungicida (Maneb); luego puestos para su cicatrización durante dos o tres días en un ambiente fresco con poca humedad. Posteriormente este material debe ser sembrado verticalmente en camas especialmente preparadas en base a arena gruesa y suelo. La brotación de las yemas se inicia en 30 a 40 días. Los fraccionamientos los hijuelos de corona y pedúnculo en cuartos dan los mejores resultados.

En Satipo al dividir hijuelos de corona, pedúnculos (bulbillos) y tallo de tamaño (peso) similar en cuartos, se encontró una relación de incremento de 1.25:1 al usar hijuelos de tallo, 3.60:1 al usar hijuelos de pedúnculo y 3.40:1 con hijuelos de corona (Bello, 1989).

- *Multiplicación usando tallos de plantas adultas*: es un método práctico y fácil que consiste en usar tallos de plantas adultas, enterrarlas en camas especialmente preparadas con arena gruesa y suelo; antes de la siembra los tallos deben ser desprovistos de sus hojas y raíces y dejarlos cicatrizar durante una semana. El brotamiento de las yemas se produce en un mes; los hijuelos que se producen por este método son vigorosos y crecen rápidamente.

Sofisticando la técnica, puede cortarse el tallo en rodajas de 2.5 a 1 centímetro de espesor. Cada uno de ellos se vuelve a cortar de 4 a 8 secciones (Py, 1979), según el diámetro del tallo. En este caso es necesario un cuidado intensivo y el medio de propagación debe ser esterilizado así como las secciones desinfectadas (Galan *et al.*, 1983).

- *Multiplicación por extracción de yemas*: esta técnica ha sido estudiada por Su Shien (1968), Seow y Wee (1970) y Galan *et al.*, (1983). Método que consiste en extraer yemas axilares de hijuelos de corona y de pedúnculo principalmente, con una porción de tallo o parte basal de la hoja y puesto en sustrato favorable para su enraizamiento en medio controlado. Este método es tedioso y engorroso en la práctica por lo que se prefiere el método de división de hijuelos.
- *Multiplicación “in vitro”*: los tejidos meristemáticos de piña colocados en un medio de cultivo con nutrientes adecuados pueden ser reproducidos exitosamente. Numerosos trabajos se han llevado a cabo en tejidos con piña (Mathews y Rancan, 1979, 1981; Drew, 1980 y Ramírez, 1987). Este método ofrece las posibilidades de multiplicar en forma masiva cultivos de lenta propagación como la piña y llevar rápidamente a la producción de clones y cultivares nuevos.

## 2.5 SISTEMA Y DENSIDAD DE PLANTACIÓN

### 2.5.1 Sistema de plantación

Según INIA (1991), las plantaciones pueden realizarse en: líneas simples, líneas dobles, líneas triples (Figura 3).

- *Líneas simples*: es un sistema actualmente poco usado a nivel mundial, sin embargo, en países como Venezuela, Colombia y Perú aún se emplean porque se acostumbra plantar a densidades bajas usando cultivares altamente vigorosos.
- *Líneas dobles* (Figura 3 y 4): es el sistema más comúnmente utilizado en los diversos países productores de piña, este método tiene una serie de ventajas relacionadas a la facilidad de manejo tales como la aplicación de fertilizantes, pesticidas, protección contra la insolación, TIF (tratamiento de inducción floral), etc.
- *Líneas triples*: empleado ocasionalmente ya que el manejo se dificulta, principalmente en la aplicación de productos granulados. Además, los frutos

obtenidos de las líneas internas son de menor tamaño al de las líneas externas (IRFA, 1983).

### **2.5.2 Densidad de plantación**

Los distanciamientos entre las plantas pueden variar de acuerdo con el cultivar sembrado, la pendiente del terreno y el destino de la fruta (consumo fresco o para la industria).

Las densidades menores se usan en el sistema de líneas simples con distanciamiento de 1.5 a 2.0 metros entre líneas y de 0.4 a 0.5 metros entre plantas. Las densidades de plantación en el sistema de líneas dobles han sido ampliamente estudiado por numerosos investigadores (Choiry y Fernández, 1983; Py *et al.*, 1987) quienes señalan que densidades de 40000 a 65000 plantas/ha proporcionan los mejores rendimientos sin afectar el tamaño individual del fruto ni la calidad; con mayores densidades el peso promedio del fruto disminuye.

En el cuadro 2 se presenta los distanciamientos comunes usados en el cultivar “Cayena Lisa”, las densidades de plantación usualmente empleadas en Chanchamayo están alrededor de 18 000 plantas/ha. Bello (1989) usando líneas dobles para el cultivar “Samba de Chanchamayo” y con una densidad de 35 700 plantas/ha obtuvo frutos de buen tamaño (1.5 a 2.1 kilogramos) y rendimientos satisfactorios (55.19 toneladas/ha).

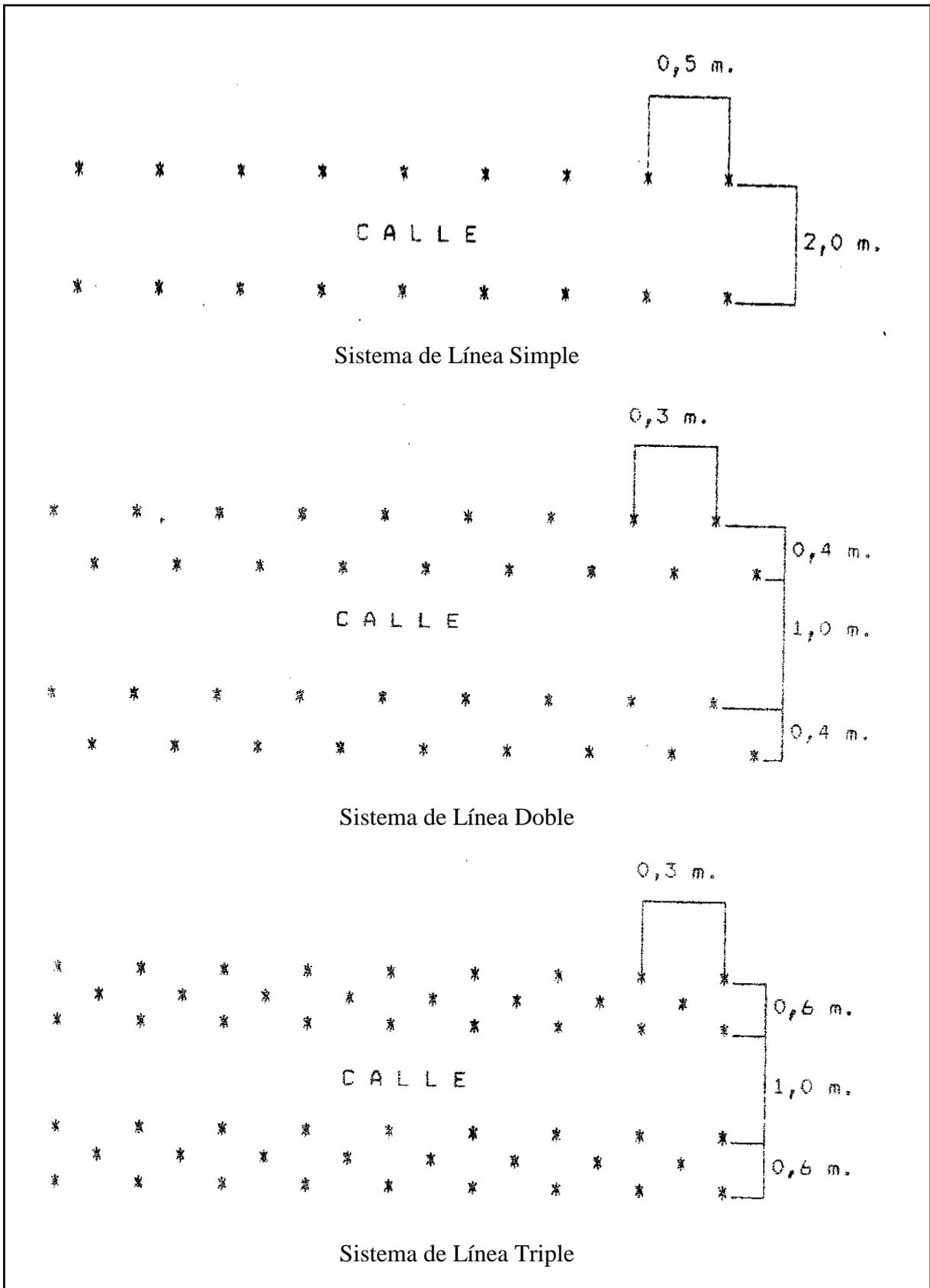
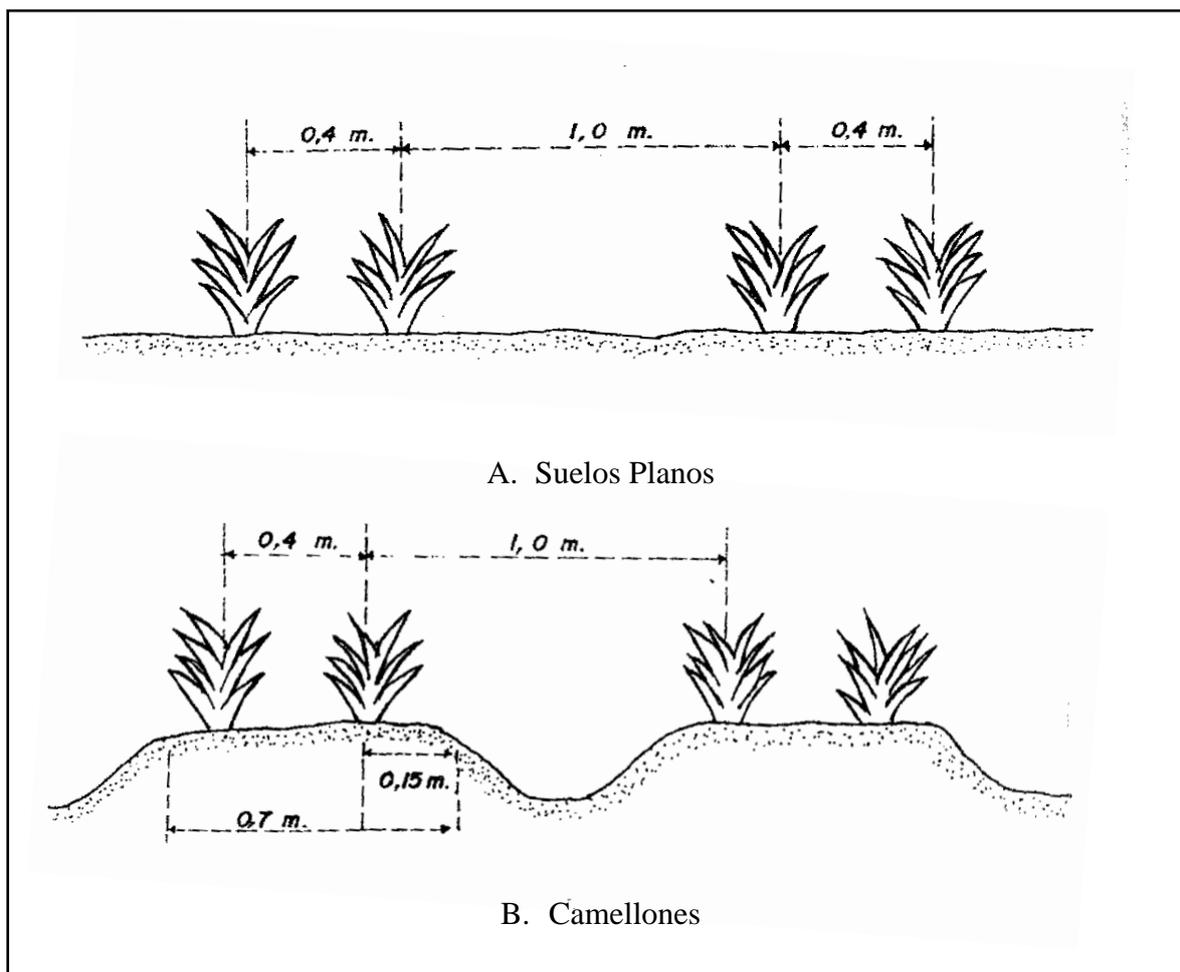


Figura 3: Disposición de plantas en los sistemas de plantación (Fuente: Bello, 1991)



**Figura 4. Sistemas de plantación Línea Doble en: Suelo plano (A) y en Camellones (B)**  
(Fuente: Bello, 1991)

**Cuadro 2. Distanciamiento y densidades más comunes usados en el cultivo de piña cultivar “Cayena Lisa” en el sistema de línea doble”**

Parámetro	Distancia en centímetros					
Entre camellones	100	100	100	90	90	90
Entre líneas	40	40	30	40	40	30
Entre plantas	30	25	25	30	25	25
Nº de plantas/ha	47600	57000	61500	51200	61500	66600

Fuente: Bello S. 1991.

## **2.6 ECOLOGÍA**

Las regiones comprendidas entre los paralelos 25° al norte y sur del Ecuador son consideradas como las más favorables para el cultivo de la piña, pero también es posible cultivarla fuera de dichos límites como en Sudáfrica y Australia (Teiwes y Gruneberg, 1963).

### **2.6.1 Temperatura**

Py *et al.*, citado por Leal y Avilan (1995) establecen que la temperatura óptima para el cultivo de piña debe estar entre los 20° a 30°C, siendo 23° - 24°C el óptimo; cuando la temperatura desciende a rangos entre 10° a 16°C, detiene su crecimiento. Bartholomew *et al.* citados por Leal y Avilan (1995) mencionan que las plantas soportan temperaturas subcongelantes por periodos breves; por el contrario, cuando las temperaturas sobrepasan los 30°C, se presentan daños en plantas y/o frutos, porque la respiración y el metabolismo se aceleran; además de afectar otros procesos como la absorción de nutrientes.

### **2.6.2 Precipitación**

Py *et al.* citados por Leal y Avilan (1995), demuestran que la piña se desarrolla bien en áreas con precipitaciones que oscilen entre los 600 mm a 3 500 o 4 000 mm anuales, la planta tiene gran capacidad de adaptación a diferentes regímenes de lluvia, pero una producción comercial necesita unos 80 a 110 mm mensuales. Según Teiwes y Gruneberg (1963) la piña es muy resistente a la sequía, pero deberían caer, durante el verano, por lo menos 760 mm de lluvia.

### **2.6.3 Suelo**

Simao citado por Leal y Avilan (1995) menciona que la piña tiene un sistema radicular poco extendido y poco profundo, muy sensible al mal drenaje; si los suelos donde se siembra tienen un alto porcentaje de arcilla, éstos se cuartejan y rajan, quiebran las raíces, favoreciendo las pudriciones radiculares. Teiwes y Gruneberg (1963) mencionan también que solo los suelos arcillosos extremadamente pesados no convienen para este cultivo por la difícil movilización del agua que contienen. Purseglove citado por Bello (1991) indica que la selección de la estructura del suelo es un factor importante y gravitante, por la elevada exigencia de oxígeno del sistema radicular de la piña.

Py *et al.* y otros autores, citado por Bello (1991) coinciden en señalar que la reacción óptima para la piña esta entre pH 4.5 a 5.5 y en los trópicos los suelos con este pH son

comúnmente usados para su cultivo. Teiwes y Gruneberg (1963) indican que la reacción óptima de pH, es de 5.5 a 6.2, dado que en suelos calcáreos aparece muchas veces, clorosis por falta de hierro. Finalmente, se puede concluir que en suelos que tenga un pH entre 4.5 y 6.5, se pueden esperar buenas cosechas (Ghandia y Samuels, 1958).

## 2.7 VARIEDAD GOLDEN O MD-2

Esta variedad, de reciente introducción al país se caracteriza por presentar frutos de forma cilíndrica, con pulpa de color amarillo intenso y fibrosa, con un alto valor de grados Brix; al madurar presenta una coloración verde amarillento (PEPP, 2010) (figura 5). Es una fruta de doble propósito, para industria y consumo en fresco muy aceptada en el mercado internacional por ser de gran calidad interna (Pac, 2005), además está catalogada como una fruta de lujo en los mercados externos. La planta presenta porte mediano de hojas verdes sin espinas, con pedúnculo corto con dos o más retoños bulbillos o hijuelos. Se dice que la piña MD-2 es más productivo que la variedad Cayena Lisa, porque es una planta de rápido crecimiento vegetativo siendo su ciclo de producción más corto; además los rendimientos de producción son altos. Es susceptible a *Phytophthora parasitica* y *Phytophthora cinnamomi*, nematodos, cochinilla harinosa y la *Thecla basilides* (PEPP, 2010). Otras plagas de importancia son: *Scutigerella* sp. (sinfilidos) y *Melanoloma viatrix* (mosca de la fruta) (Anon, 1996).



**Figura 5: Piña variedad MD-2**

## **2.8 NUTRICIÓN MINERAL**

Las necesidades nutricionales primarias de la piña corresponden al nitrógeno y potasio, siendo el nitrógeno el elemento más eficaz en su crecimiento y rendimiento (Jacob y Uexkull, 1973).

Nigthingale citado por Rivas (1970) encontró que la forma de utilización por planta del nitrógeno para efectuar la síntesis de proteínas depende de la cantidad de hidratos de carbono disponibles para ella.

Bello (1991) menciona que los elementos minerales como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, zinc, hierro, cobre, molibdeno, boro y manganeso actúan en el metabolismo de la piña, en forma similar a como lo hacen en las demás plantas. Sin embargo, existen ciertos aspectos específicos de los elementos nutricionales relacionados con el rendimiento, fructificación y la calidad de la fruta que deben ser resaltados.

### **2.8.1 Nitrógeno**

En la nutrición de la piña, al igual que en otros cultivos, el nitrógeno juega un rol de primer orden, la carencia de este elemento limita el desarrollo de las plantas, las hojas son angostas y los frutos de tamaño pequeño, deformes y azucarados (Figuroa *et al.*, 1970). En condiciones de invernadero, Hagg (1963) encontró que en plantas de piña cultivadas en solución nutritiva sin nitrógeno no llegaron a producir frutos.

El inicio de la floración es retardado por la fertilización nitrogenada cuando las dosis son muy altas o cuando el tratamiento de inducción floral es muy cercano al último abonamiento con nitrógeno (Py y Tisseau, 1969).

El exceso aumenta el tamaño del corazón y pedúnculo, además puede también favorecer el incremento del número de coronas dobles y el porcentaje de frutos con el denominado “collar de slips” (Ganapathy *et al.*, 1977).

En cuanto a la calidad del fruto, se ha observado que el nitrógeno tiene efectos sobre la acidez titulable. El exceso disminuye la acidez, aumenta la fragilidad de la pulpa y la vuelve translúcida (Py *et al.*, 1984). La deficiencia se manifiesta como una clorosis de las

hojas generalmente las más adultas. Además, afecta al crecimiento de la planta que se torna lento y limitado, los frutos son muy pequeños y muy coloreados; el número de hijuelos es reducido.

Montenegro *et al.* citados por De Souza (1994) afirman que existe un efecto lineal y positivo entre el nitrógeno y el peso promedio, longitud y diámetro de los frutos; Luchi *et al.* citados por De Souza (1994) encontraron también que la fertilización nitrogenada incrementa la relación de sólidos solubles/acidez y tiene un efecto lineal y negativo en los grados Brix y la acidez de la fruta.

### **2.8.2 Fósforo**

La piña es un cultivo poco exigente en fósforo, aún en suelos pobres en su contenido no se ha encontrado efectos sobre los rendimientos (Py *et al.*, 1984). Sin embargo, este nutriente es un elemento indispensable en el metabolismo de la piña, principalmente en el momento de la diferenciación floral y durante el desarrollo de frutos (Ríos de Alvarenga, 1981). Las plantas de piñas cultivadas en solución nutritiva sin fósforo no llegan a fructificar (Hagg *et al.*, 1963). La deficiencia de este elemento causa la presencia de hojas largas y estrechas de color oscuro matizado de azul (Bello, 1991).

En suelos pobres en fósforo y que no reciben fertilización fosfórica, la piña presenta una reducción del vigor, fructificación escasa y un limitado número de hijuelos, las hojas nuevas muestran un color verde púrpura (Bello, 1991).

Una relación equilibrada de fósforo y nitrógeno es particularmente importante tanto en la floración como en la fructificación, dado que excesos de fósforo pueden conducir a una disminución del rendimiento (Bello, 1989).

Sobre la calidad de la fruta se ha encontrado la disminución de la acidez de los frutos al usar niveles altos de fósforo (García, 1980).

### **2.8.3 Potasio**

El potasio juntamente con el nitrógeno, constituyen los elementos nutritivos más importantes de la piña. El potasio se encuentra en todas las partes de la planta y desempeña un papel importante en la formación de almidón y azúcares (Ríos de Alvarenga, 1981; De Souza y Fernandez, 1994). Es igualmente importante en la

formación de ácidos, especialmente de ácido ascórbico (Zechler *et al.* citado por De Souza y Fernández, 1994). La deficiencia de potasio produce frutos que maduran en forma tardía e incompleta, es decir, la parte superior no madura (Malavolta, 1982). Se ha encontrado que el potasio incrementa el tamaño del fruto (De Souza y Fernandez, 1994).

En condiciones de invernadero plantas de piña cultivadas en solución nutritiva sin potasio no llegan a fructificar (Hagg *et al.*, 1963 citado por De Souza y Fernández, 1994).

De Souza y Fernández (1994) encontraron en investigaciones de campo que aplicaciones de fertilizante potásico incrementa el diámetro del fruto, pero no alteraron la longitud y además constataron el incremento de los grados brix y la acidez del jugo de piña además. También mencionan que el potasio afecta las concentraciones de sólidos solubles totales (SST) del fruto de piña.

De Souza y Fernández (1994) indican que la relación de nitrógeno/potasio afecta la calidad del fruto, el potasio influye en la coloración de la cáscara y la firmeza del fruto, por esta razón se recomienda que esta relación debe estar en una proporción 1:1.5 o 1:2; sin embargo, un exceso de potasio produce frutos muy ácidos con pulpa pálida y enrojecida.

Se ha encontrado en suelos pobres de potasio, que la aplicación de este elemento muchas veces incrementa los rendimientos de la piña, pero pasado cierto nivel influye solamente en la calidad del fruto (Rivas, 1970). En suelos por debajo de 0.2 miliequivalentes (meq) de potasio intercambiable, se requiere como mínimo 186 kg/ha de  $K_2O$  ya que no se observaron respuestas en suelos con más de 0.5 miliequivalentes (meq) (Cannon citado por Rivas, 1970)

#### **2.8.4 Calcio**

Sideris y Young (1951) encontraron que el calcio se encuentra uniformemente distribuido en la hoja (parte clorofílica y no clorofílica); en cambio, en el tallo el contenido de calcio fue dos veces mayor que en las hojas.

El ion calcio ejerce en la planta una reacción antagónica frente al potasio porque este eleva el contenido de agua en los tejidos por su efecto hidratante reduciendo la

transpiración, mientras que el calcio favorece la pérdida de turgencia y la transpiración (Teiwes y Gruneberg, 1963).

Las plantas de piña afectadas por la deficiencia de calcio muestran un limitado crecimiento, hijuelos y frutos escasos, y en casos severos se produce la muerte regresiva de los ápices (Figueroa *et al.*, 1970). Contrariamente un superávit de iones de calcio en el suelo ocasiona la clorosis calcárea (Teiwes y Gruneberg, 1963).

### **2.8.5 Magnesio**

Es un elemento indispensable para toda la planta verde, porque es un constituyente de la clorofila, su escasez perturba la formación de la masa foliar con manchas en los bordes de las hojas (Ríos de Alvarenga, 1981).

En piña, la absorción de magnesio es influenciada por la cantidad de nitrógeno aplicado, según pudieron constatar Sideris y Young (1946); el contenido de magnesio en la planta es mayor con dosis baja de nitrógeno que con altas. Asimismo, el potasio actúa, como el ion amonio, en forma antagónica sobre la absorción de magnesio.

La carencia de magnesio tiene un efecto depresivo sobre el tenor de azúcar y un efecto favorable sobre la coloración del fruto (Py *et al.*, 1984) y cuando la deficiencia es muy intensa las plantas no fructifican (De Sousa y Fernandez, 1994).

Las plantas que presentan deficiencia de magnesio son de tamaño normal, aparecen manchas de coloración parda débil en hojas jóvenes que al principio son visibles por transparencia y diseminados por todo el limbo; las manchas evolucionan secándose las hojas adultas que no han terminado su crecimiento. Asimismo, en las hojas sombreadas por otras aparecen franjas amarillentas que contrasta con la parte no sombreada que permanece verde. Los frutos no tienen acidez, son pobres en azúcares y carecen de sabor (Bello, 1989).

### **2.8.6 Azufre**

En ensayos de campo Su (1958) comparó el efecto del sulfato y cloruro de potasio, la aplicación de 12 gramos de  $K_2O$ /planta en forma de cloruro de potasio retrasó la fructificación y redujo los rendimientos frente a la parcela control; en cambio, la misma cantidad de  $K_2O$  como sulfato de potasio no sólo aceleró la fructificación sino que también incrementó el peso promedio y la calidad de los frutos.

El ion sulfato tiende a disminuir ligeramente la acidez del fruto. Contrariamente, el ion cloro tiene un efecto depresivo sobre la calidad del fruto (Py *et al.*, 1984).

### **2.8.7 Relaciones catiónicas K:Ca:Mg**

Las relaciones catiónicas fueron estudiadas por Sideris y Young (1946) quienes encontraron que las altas concentraciones de potasio tienden a disminuir la absorción de calcio y magnesio. La piña en general absorbe más potasio que magnesio y más magnesio que calcio, sin embargo, el desbalance de la fertilización de potasio y magnesio puede causar un fuerte antagonismo entre los dos elementos.

Se recomienda una óptima relación de nutrientes y especialmente la de cationes K : Mg : Ca, para obtener altos rendimientos y buena calidad de piña (Teiwes y Gruneberg, 1963).

La relación potasio/magnesio presente en los suelos parece ser de bastante importancia, según Martín-Prevel *et al.* citados por Rivas (1970), quienes obtuvieron los mayores rendimientos y mejor calidad del fruto en suelos pobres mediante aportes de 40 kilogramos de óxido de magnesio (MgO) por cada 100 kilogramos de óxido de potasio ( $K_2O$ ). Las aplicaciones altas de potasio reducen el contenido de magnesio en las hojas, según Alvarenga y Couto citados por Ríos de Alvarenga, 1981.

### **2.8.8 Extracción de nutrientes**

Las exigencias de la piña frente al contenido de nutrientes en el suelo son relativamente altas siendo las cantidades de nutrientes extraídos por el cultivo considerablemente mayores que por otros.

Las necesidades del cultivo son especialmente elevadas en nitrógeno, potasio y magnesio mientras que en el fósforo son bajas.

El tenor de nitrógeno y fósforo en los frutos varía relativamente poco, por el contrario las variaciones de potasio (principalmente), calcio y magnesio dependen del contenido del suelo.

La extracción promedio de nutrientes (tabla 3) para una cosecha de una tonelada de fruta fresca (Py *et al.*, 1984) es presentada a continuación:

**Cuadro 3. Extracción de nutrientes (promedio) para una cosecha de una tonelada de piña (Fruta fresca)**

N°	Elemento	Cantidad promedio
1	Nitrógeno	0.75 a 0.80 kg
2	Fósforo	0.14 kg
3	Potasio	2.00 a 2.60 kg
4	Calcio	0.15 a 0.20 kg
5	Magnesio	0.13 a 0.18 kg

Fuente: Py *et al.* 1984

Sin embargo, la cosecha incluye la corona que representa una masa fresca de 7 a 8 toneladas/ha, con un peso promedio por corona de 120 gramos.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO

##### 3.1.1 Ubicación

Este trabajo de investigación se realizó entre los meses de Junio 2015 a Septiembre 2016, en el Fundo Santa Teresa, ubicado en el distrito de Río Negro, provincia de Satipo, departamento de Junín con la siguiente ubicación geográfica:

Latitud: 11° 26' 34" S

Longitud: 74° 01' 49" O

Altitud: 783 msnm

La zona donde se ubica el fundo Santa Teresa fue parte de un bosque tropical que luego fue transformado en campos de cultivo. Sin embargo, este fundo se encuentra rodeado de árboles y una extensa vegetación; en cuanto a su fisiografía, se caracteriza por presentar monte tropical y las instalaciones del fundo por presentar un aspecto de agricultura intensiva mecanizada (tanto en la preparación del terreno como en la aplicación de herbicidas e insecticidas), esto se debe a la escasez de mano de obra en la zona.

##### 3.1.2 Historial de campo

Durante los tres años previos al experimento, el campo fue sembrado con el cultivo de piña posteriormente contó con un periodo de descanso (Tabla 4).

**Cuadro 4. Historial del campo experimental entre los años de 2014 al 2015**

<b>Periodo de tiempo</b>	<b>Cultivo</b>
Agosto 2013 – noviembre 2014	Piña MD2
Diciembre 2014 – Junio 2015	Descanso

##### 3.1.3 Características del suelo

Para la caracterización físico química del suelo se realizó un muestreo al azar del área en estudio. El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos

de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) utilizando los métodos convencionales y cuyos resultados se muestran en el Anexo 1.

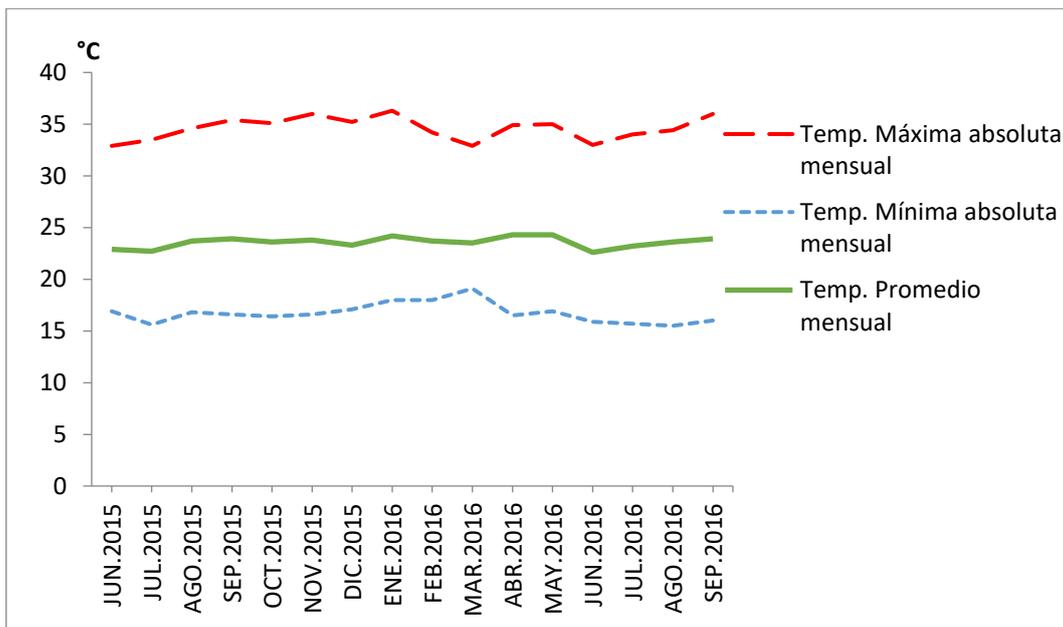
El análisis del suelo nos indica que no hay problemas de sales debido a que su Conductividad Eléctrica (CE) es de 0.20 dS/m. El pH es extremadamente ácido (pH 4.08) lo cual puede afectar en la disponibilidad de los nutrientes, el nivel de materia orgánica es bajo (1.75%) lo cual es usual en suelos de la selva (campos que antiguamente fueron bosque) y tiene un contenido bajo de fósforo y potasio, además de presentar un alto contenido de aluminio cambiante.

### **3.1.4 Condiciones meteorológicas**

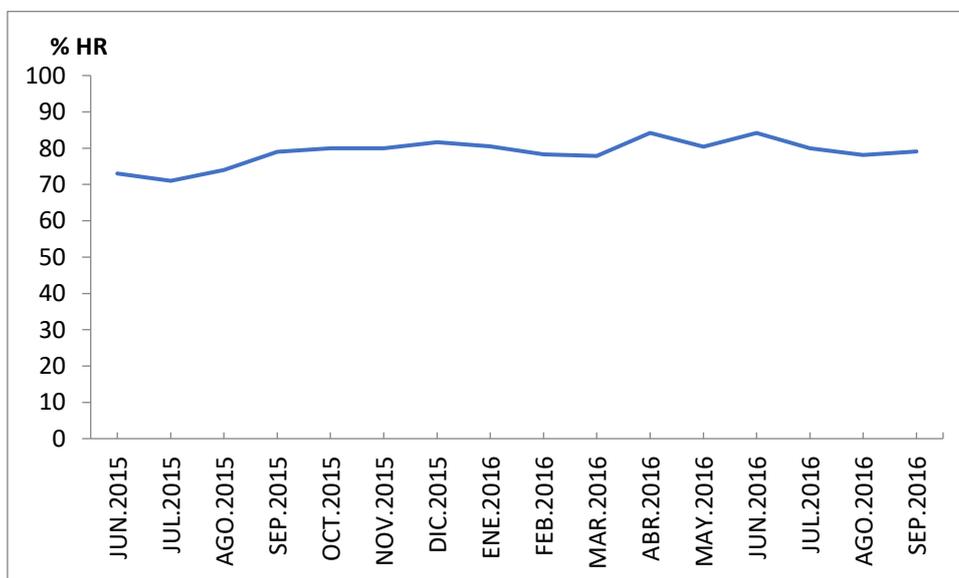
Entre junio del 2015 y setiembre del 2016, la temperatura máxima absoluta mensual fue de 36.3°C en enero del 2016, la temperatura mínima absoluta mensual fue de 15.5°C en agosto del 2016 y la temperatura promedio fluctuó entre 24.3°C en Abril y Mayo del 2016 y 22.6°C en Junio del 2016. También se puede observar que durante el periodo del experimento, los meses fueron “fríos” dado que la temperatura promedio estaba más cerca a las temperaturas mínimas absolutas (gráfico 1).

La temperatura requerida para un adecuado desarrollo del cultivo oscila entre 23 y 30 grados centígrados, con un óptimo de 27 grados centígrados y donde temperaturas inferiores a 20 grados promedio aceleran la floración.

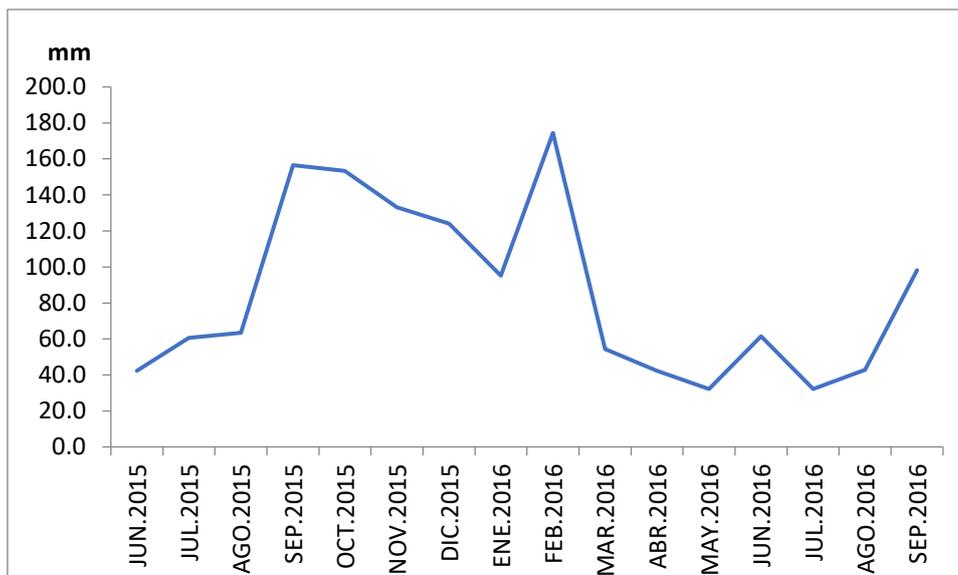
La humedad atmosférica máxima fue de 84.2% en el mes de Abril del 2016, la mínima fue de 71% en el mes de Julio del 2015, la humedad atmosférica promedio fue de 78.82% y la precipitación máxima fue de 174.4mm en el mes de Febrero del 2016 y la mínima fue de 32.2mm en los meses de Mayo y Julio del 2016, la precipitación promedio fue de 85.42mm./mes en todo el periodo de cultivo, tal como se muestra en la (gráfico 2).



**Figura 6. Temperaturas durante la duración del ensayo en el Fundo Santa Teresa (Junio 2015 – septiembre 2016)**



**Figura 7. Humedad relativa (%) de la zona de estudio entre junio del 2015 y septiembre del 2016**



**Figura 8. Precipitación (mm) en la zona de estudio entre junio del 2015 y septiembre del 2016**

## **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1 Cultivares**

El material vegetativo empleado fue hijuelos de tallo de la variedad MD2 provenientes de Costa Rica con un peso de 400 +/- 20 gramos cada uno.

### **3.2.2 Materiales**

- Fertilizantes:
  - Úrea (46% N)
  - Superfosfato triple de calcio (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
  - Cloruro de potasio (60% K<sub>2</sub>O)
  - Sulfato de potasio (50% K<sub>2</sub>O)
  - Nitrato de potasio (13% N, 44% K<sub>2</sub>O)
  - Magnisal (11, 0, 0,16MgO)
  - Microessentials SZ (12% N, 40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10 S)
  - Poly feed (21%N, 21% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 21% K<sub>2</sub>O)
- Lampa recta.
- Mochila manual de aplicación de 20 litros de capacidad marca Jacto.
- Jabas de cosecha (jaba N° 06, jaba N° 08, Jaba N° 10 y Jaba N° 12).
- Cinta métrica.
- Compás de punta seca.

- Regla de 30cm.
- Pabilos.
- Tarjetas de identificación de muestra.
- Lapicero de tinta indeleble.
- Cuaderno de notas.
- Balanza digital (Henkel modelo Bc 30)
- Reglas.
- Cuchillos.
- Bandeja de plástico.
- Vasos de vidrio.
- Estufa.
- Hidróxido de potasio a una concentración de 2 M.
- Refractómetro digital (Hanna ®)

### **3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

#### **3.3.1 Selección del campo experimental**

El terreno en el que se estableció el ensayo experimental solía tener una vegetación típica de bosque, con árboles de 10 metros de altura y materia orgánica en forma de mulch, a la cual se le dio una labranza como preparación del terreno.

#### **3.3.2 Tratamientos**

Los tratamientos que se utilizaron en el presente ensayo corresponden a la incorporación de diferentes fuentes de fósforo y potasio en un sistema de cultivo de piña MD2. Además se estableció un tratamiento testigo correspondiente al manejo estándar del fundo. La lista de tratamientos y codificación se muestran en el cuadro 5.

#### **3.3.3 Conducción del experimento**

El ensayo se llevó a cabo en base a las labores culturales ejecutadas por los agricultores de la zona y con el mismo nivel tecnológico que estos emplean para el manejo agronómico del cultivo de piña.

- Preparación del terreno: consistió en pasar la rastra de forma cruzada, luego arar y volver a pasar la rastra para nivelar el terreno. Finalmente se procedió a surcar el terreno con una distancia entre surcos de 1.3 metros.
  
- Instalación de la plantación: La siembra se realizó el 05 de Junio del 2015, se utilizaron hijuelos de tallo del cultivo de piña cv. golden en estudio. El sistema de plantación fue en línea doble o surcos mellizos, con un distanciamiento de 30 cm. entre plantas, 40 cm. entre hileras y 130 cm entre surcos llamadas líneas dobles (30 x 40 x 130); es decir con una densidad de 40 000 plantas/ha. En esta investigación se trabajó con parcelas de 39 m<sup>2</sup> constituida por cuatro surcos mellizos de 10 metros de largo; es decir, 48 plantas por surco mellizo y 192 por parcela o unidad experimental.
  
- Fertilización: La dosis de fertilizante que se aplicó durante la presente investigación ha sido de 425 N – 160 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 560 K<sub>2</sub>O – 38 MgO – 66 CaO kilogramos por hectárea, lo cual ha sido dividida en dos etapas:
  - **Primera etapa**: la primera fertilización se realizó al suelo. 20 gramos por planta con Molimax-SFT(12-20-12-3MgO) a los tratamientos T1, T2, T3. 20 gramos de Microessentials SZ (12-20-12-3MgO) a los tratamientos T4, T5, T6. 20 gramos de superfosfato triple de calcio más sulphomag al tratamiento T7 y 6 gramos de Poly-feed mas urea al tratamiento T8 en forma foliar. Todas la fertilizaciones seguidas fueron foliares.  
(Nivel de fertilización antes de la inducción floral durante 8 meses):  
350 N – 160 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 380 K<sub>2</sub>O – 28 MgO – 40 CaO (kilogramos por hectárea).
  
  - **Segunda etapa** (Nivel de fertilización después de la inducción floral desde los 9 meses hasta los 13 meses): 75 N – 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 180 K<sub>2</sub>O – 10 MgO – 26 CaO (kilogramos por hectárea).

**Cuadro 5: Tratamientos establecidos en el fundo Santa Teresa entre junio de 2015 y septiembre de 2016**

Tratamiento	Kg/ha en los Tratamientos				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
T1	425	160	560	38	66
T2	425	160	560	38	66
T3	425	160	560	38	66
T4	425	160	560	38	66
T5	425	160	560	38	66
T6	425	160	560	38	66
T7	572	138	585	31	0
T8	425	160	560	38	66

<sup>a</sup>T1= Superfosfato triple de calcio x cloruro de potasio; T2 = Superfosfato triple de calcio x sulfato de potasio; T3 = Superfosfato triple de calcio x nitrato de potasio; T4 = Microessentials SZ x cloruro de potasio; T5 = Microessentials SZ x sulfato de potasio; T6 = Microessentials SZ x nitrato de potasio; T7 = fertilización de agricultor (testigo); T8 = Poly feed, Promedio de tres repeticiones

- Tratamiento de Inducción Floral: El tratamiento de inducción floral (TIF) se realizó a los 8 meses con una solución de Etefon (20 ml/ 20litro). La cual se aplicó al cogollo de la planta (10 cc/planta) de preferencia en las mañanas (6 – 7 am.) o en las tardes (6 – 7 pm.) realizándose una sola aplicación.
- Control Fitosanitario: El control de maleza fue realizado en forma manual y frecuente, de tal forma que esta no tenga más de 20 cm. de altura. Con respecto a las plagas, se realizaron aplicaciones de clorpirifos, la primera fue a los 35 días después de la inducción, la segunda aplicación a los 65 días después y la tercera aplicación fue a los 95 días del TIF para controlar la “Broca de la Piña” (*Thecla basilides*).

### 3.3.4 Diseño experimental

El experimento se realizó bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con ocho tratamientos y tres repeticiones o bloques por tratamiento, haciendo un total de veinte y cuatro parcelas o unidades experimentales.

### 3.3.5 Campo experimental

El campo experimental corresponde a 1000 m<sup>2</sup>, el suelo es de bosque secundario (“Purma”) de ocho años con un cinco por ciento de pendiente. Las parcelas o unidades experimentales consistieron en cuatro surcos mellizos con un distanciamiento de 1.30 m. entre surcos mellizos, 30 cm. entre plantas, 40 cm. entre hileras y diez metros de largo por surco siendo el área por parcela de 39 m<sup>2</sup>. En cada surco se instalaron 48 plantas en promedio, totalizando 192 plantas por parcela aproximadamente.

### 3.3.6 Análisis estadístico

A los datos colectados para cada variable se les realizó un análisis de variancia (ANVA) bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar. Adicionalmente, se realizó un análisis de comparación de medias de Tukey al 0.05 y análisis de regresión entre el peso de fruto con peso de hoja D, peso de hoja D con longitud de hoja, altura de fruto con peso de hoja D, peso de fruto con altura de fruto.

**Cuadro 6. Esperados Cuadrados Medios para el Análisis de Variancia correspondiente a un DBCA.**

Fuente de variabilidad	gl		ECM Modelo II
Bloque	(r - 1)	2	$\sigma_e^2 + t_r \sigma^2 \beta$
Tratamiento	(t - 1)	7	$\sigma_e^2 + r \sigma^2 t_r$
Error	(r - 1)(t - 1)	14	$\sigma_e^2$
Total	(rt - 1)	23	

## 3.4 VARIABLES EN ESTUDIO

Las evaluaciones se realizaron a la cosecha, frutos de 60 plantas centrales se cosecharon para cada unidad experimental los cuales se juntaron en una jaba etiquetada y se llevaron al laboratorio para la toma de datos.

### 3.5 VARIABLES DE LA PLANTA

- Peso de la hoja D: Se pesó la hoja D, para ello se cortó y se colocó en una bolsa de papel, posteriormente se llevó al laboratorio para ser pesado en una balanza digital electrónica. Esta evaluación se realiza con el fin de ver la relación de peso de hoja D y peso de fruto.
- Longitud de hoja D: Se midió la longitud de la hoja D con una cinta métrica desde la base hasta la punta, esta evaluación se realizó con el fin de monitorear el desarrollo de la planta y si existe una relación directa entre longitud de hoja y peso de fruto.

### 3.6 VARIABLES DEL FRUTO

- Peso del fruto: se cosecharon los frutos, de las cuatro filas de tratamiento solo se cosecharon las dos filas centrales y la colecta fue de 60 frutos al azar, estos se llevaron al laboratorio para pesarlos y así determinar el rendimiento según tratamiento.
- Diámetro de Fruto: se midió el diámetro del tercio superior, medio e inferior del fruto con la ayuda de un compás de punta seca, los datos fueron anotados y posteriormente analizados. La finalidad de esta evaluación fue observar la influencia del fertilizante mineral en el calibre del fruto
- Número de frutillos individuales: se contó el número de frutillos (ojos) después de la cosecha del fruto de piña, para ello se han realizado la extracción de frutos al azar de la unidad experimental. La finalidad de esta evaluación fue observar si los fertilizantes minerales influyen en el número de ojos del fruto de piña.
- Altura del fruto: se procedió a medir la altura con ayuda de una regla de 30cm., se tomó la medida de la base del fruto a la base de la corona, los datos fueron anotados con el fin de determinar la calidad y la influencia de los fertilizantes minerales en el calibre del fruto.

### 3.6.1 Calidad del fruto

Posteriormente se tomaron los frutos y se cortaron en tres tercios para obtener jugo de las tres partes, esto sirvió para medir los sólidos solubles totales en el laboratorio del Fundo Santa Teresa con la finalidad de determinar el siguiente parámetro:

- Determinación de Sólidos Solubles Totales: una vez que obtuvimos el jugo de piña, se colocó gotas en el refractómetro digital (Hanna ®), donde se esperó 4 segundos para ver la lectura, el cual nos dio el porcentaje de sólidos solubles totales. La finalidad de esta evaluación fue observar si los fertilizantes minerales influyen en el contenido de los sólidos solubles totales.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

En los cuadros 7 y cuadro 8 se muestran los resultados del análisis de variancia y las medias para las distintas variables

#### 4.1.1 *Peso de la hoja D:*

Se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para esta variable, que es lo esperado para una variable influenciada por el medio ambiente. Por otro lado, el valor del coeficiente de variabilidad es bastante bajo lo que indicaría un buen control de error experimental para el peso de la hoja D, tal y como lo indica Calzada (1982). El peso promedio de hoja D por planta para este experimento fue de 95.7 g.

Al realizar el análisis de comparación de medias de Tukey se encontró que el mejor tratamiento correspondió a la aplicación del tratamiento 5 (Microessentials SZ x Sulfato de Potasio), seguido del tratamiento 6 (Microessentials SZ x Nitrato de Potasio). Sin embargo, estos dos tratamientos no son estadísticamente diferentes. El peso más bajo de la hoja D se obtuvo con la fertilización realizada por el tratamiento 7 testigo (fertilización del agricultor) que también es estadísticamente similar al tratamiento 4 (Microessentials SZ x Cloruro de Potasio), confirmando que el cultivo de piña MD2 tiene una sensibilidad a los cloruros lo cual lleva a obtener frutos pequeños mientras que el sulfato cumple un rol importante como activador enzimático, participa en la síntesis de la clorofila y estimula el crecimiento de la planta.

Al analizar la relación entre el peso de la hoja D y el peso de fruto (figura 9), se encontró una relación positiva entre ambos pesos ( $R^2 = 0.9517$ ). Esta relación se encuentra bien establecida, Chasipanta *et al.* (2012) mencionan que un indicativo de mayor actividad fotosintética es el mayor peso de la hoja D y en consecuencia un mayor desarrollo del fruto, lo cual es confirmado por Tay (1972), Chadha *et al.* (1976) y Selamat *et al.* (1993), sin embargo en el T8 se encontró una relación inversa respecto a la longitud de hoja y peso de fruto a pesar que el contenido de N-P-K fueron los mismos para cada tratamiento

Cuadro 7. Cuadro del Análisis de Variancia para las variables estudiadas en el experimento de piña en la localidad de Satipo

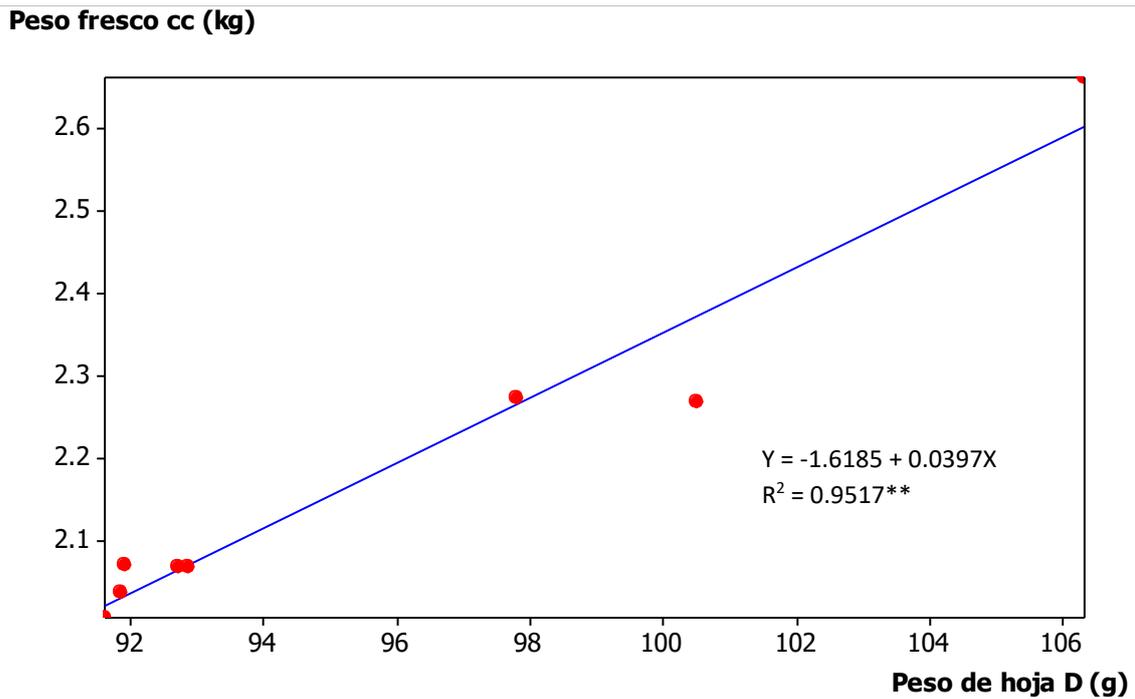
Fuente de Variabilidad	g.l.	Número de frutillos individuales		Diámetro 1 inferior		Diámetro 2 medio		Diámetro 3 superior		Diámetro promedio		Altura fruto		Brix		Peso fresco con corona		Longitud de hoja D		Peso de hoja D	
Repetición	2	27.7718519	ns	0.04455617	ns	0.04488554	ns	0.053654	ns	0.02625988	ns	0.30717487	ns	0.04052	ns	0.01256379	ns	903.535397	ns	132.741809	*
Tratamientos	7	37.912381	*	0.21348419	ns	0.14240928	*	0.1805995	*	0.14669071	*	3.28977714	**	0.20991	ns	0.14421664	**	842.996283	ns	87.0484119	*
Error	14	7.6304762		0.18785726		0.04540721		0.02866286		0.05159492		0.21580235		0.28382		0.01194698		1049.11994		20.263523	
Total	23																				
C.V. (%)		2.35		3.51		1.63		1.4		1.82		2.94		3.11		5.01		31		4.7	
Media		117.64		12.35		13.11		12.07		12.5		15.8		17.15		2.18		104.47		95.7	

ns = no significativo; \* = significativo al 0.05; \*\* = altamente significativo al 0.01

Cuadro 8. Comparación de medias en los tratamientos de las variables evaluadas en el experimento en piña en la localidad de Satipo

Tratamientos	Número de frutillos individuales		Diámetro 1 inferior		Diámetro 2 medio		Diámetro 3 superior		Diámetro promedio		Altura fruto		Brix		Peso fresco con corona		Longitud de hoja D		Peso de hoja D	
T1	115.111	a b c	12.1153	a	13.0427	a b	11.928	b	12.3623	a b	15	b c	17.346	a	2.03733	b	96.15	a	91.844	b
T2	121.156	a b c	12.381	a	13.2207	a b	12.1607	a b	12.5873	a b	16.1367	b c	16.8313	a	2.272	b	100.29	a	97.806	a b
T3	117.244	a b c	12.1627	a	12.9597	a b	11.9467	b	12.3567	a b	15.413	b c	17.5263	a	2.068	b	96.64	a	92.722	b
T4	116	a b c	12.7303	a	12.9967	a b	11.9393	b	12.5557	a b	15.4363	b c	17.1393	a	2.07	b	96.72	a	91.917	b
T5	122.489	a	12.673	a	13.568	a	12.5983	a	12.9467	a	18.2	a	17.335	a	2.66233	a	105.06	a	106.322	a
T6	121.422	a b	12.5197	a	13.192	a b	12.193	a b	12.635	a b	16.309	b	17.2687	a	2.26733	b	100.23	a	100.495	a b
T7	113.333	c	12.0523	a	12.8907	b	11.8993	b	12.2807	b	14.9453	c	16.7957	a	2.00567	b	95.46	a	91.611	b
T8	114.4	b c	12.1483	a	12.9853	a b	11.8767	b	12.3367	a b	15.0307	b c	16.965	a	2.06867	b	145.21	a	92.856	b

°T1= Superfosfato triple de calcio x cloruro de potasio; T2 = Superfosfato triple de calcio x sulfato de potasio; T3 = Superfosfato triple de calcio x nitrato de potasio; T4 = Microessentials SZ x cloruro de potasio; T5 = Microessentials SZ x sulfato de potasio; T6 = Microessentials SZ x nitrato de potasio; T7 = fertilización de agricultor (testigo); T8 = Poly feed, Promedio de tres repeticiones. En cada columna, las medias seguidas por una letra en común no son significativamente diferentes por la prueba de Tukey a un nivel del 5%



**Figura 9. Relación entre peso de la hoja D y el peso del fruto de MD2**

#### 4.1.2 *Longitud de la hoja D:*

Se encontró una baja diferencia estadística entre los tratamientos para la variable longitud de la hoja D, el coeficiente de variabilidad de 31% está dentro de lo esperado para una variable influenciada por el medio ambiente. La longitud promedio de la hoja D para este experimento fue de 104.47 cm.

Al realizar el análisis de comparación de medias se encontró que estas no son estadísticamente diferentes, esto puede ser porque todos los tratamientos aplicaron la misma cantidad de nutrientes, la única diferencia fue la fuente de fertilizante y las relaciones entre elementos que se presentaron.

En cuadro 7 se observa que el tratamiento 8 (Poly feed) fue el que presentó el mayor valor para longitud de la hoja D con 145.21 cm, seguido del tratamiento 5 (Microessentials SZ x Sulfato de Potasio) que alcanzó una longitud promedio de 105.06 cm., el resultado más bajo se obtuvo con el tratamiento 7 testigo (fertilización del agricultor) con 95.46 cm en promedio.

Al hacer un análisis de correlación entre la longitud y el peso de la hoja D, no se halló relación significativa entre las variables ( $y = 96.608 - 0.0087x$ ,  $R^2 = 0.0007$  ns). Py & Tisseau, (1969) y Iglesias, (1980) mencionan que el peso del fruto está directamente relacionado con el peso de la planta, masa foliar y peso de la hoja “D”.

#### 4.1.3 Número de frutillos individuales por fruto

Se encontró diferencias significativas entre los diversos tratamientos siendo 117.64 el promedio de número de frutillos individuales y el coeficiente de variabilidad de 2.35 por ciento indica que hubo un buen manejo de error experimental y por lo tanto una leve variación en los tratamientos lo cual es considerado bueno, según Calzada (1982) los resultados son confiables.

El análisis de comparación de medias arrojó que el tratamiento 5 (Microessentials SZ x Sulfato de Potasio) es el tratamiento que obtuvo el mayor número de frutillos individuales (122.489) y el menor (113.333) lo obtuvo el tratamiento 7 testigo (Fertilización del agricultor). En términos generales, con respecto a la fertilización potásica, los tratamientos con alguna fuente de potasio exceptuando a aquellas que presentaban cloruro de potasio obtuvieron el mayor número de ojos. Con estos resultados hemos comprobado que el uso de sulfato de potasio genera resultados favorables en el crecimiento del fruto en comparación al cloruro de potasio, esto fue reportado por Eaton (1973) que indica que el exceso del cloruro de potasio ocasiona la reducción del tamaño de hojas y la tasa de crecimiento de la planta, por ende genera una reducción en el desarrollo de ojos en el fruto.

#### 4.1.4 Diámetro del fruto:

Al analizar los diámetros del fruto se encontró diferencias significativas en el diámetro medio y superior pero no en el diámetro inferior para todos los tratamientos. En el cuadro 7 se observa que en el diámetro inferior fue estadísticamente similar para todos los tratamientos. El T5 tuvo el mayor diámetro medio con 13.568 cm., los tratamientos T1, T2, T3, T4, T6 y T8 fueron estadísticamente similares. El T5 presentó el mayor diámetro superior con 12.5983 cm., mientras que, el tratamiento 8 (Poly feed) tuvo el menor diámetro con 11.8767cm.

Al analizar el diámetro promedio también se encontró diferencias significativas para los tratamientos, esto puede ser debido al efecto de la diferencias en el diámetro medio y superior. Los coeficientes de variabilidad para los diámetros indican que hubo un buen control del error experimental y las medias indican que los frutos tienen en términos generales forma ovalada o de barril.

La comparación de medias indica que el mayor diámetro promedio lo presentan el tratamiento 5 (Microessentials SZ x Sulfato de Potasio) con 12.9467 cm y el menor el tratamiento 7 testigo (Fertilización del agricultor) con 12.2807 cm.

Por los resultados obtenidos, podemos indicar que el tratamiento 5 (Microessentials SZ x Sulfato de Potasio) tiene un efecto sobre el crecimiento de la planta y una relación directa con el rendimiento, este último está más influenciado por la fertilización potásica que incrementa el diámetro del fruto de la piña según Luchi *et al* (1994), citado por De Souza y Fernandes (1994).

#### 4.1.5 Altura de fruto

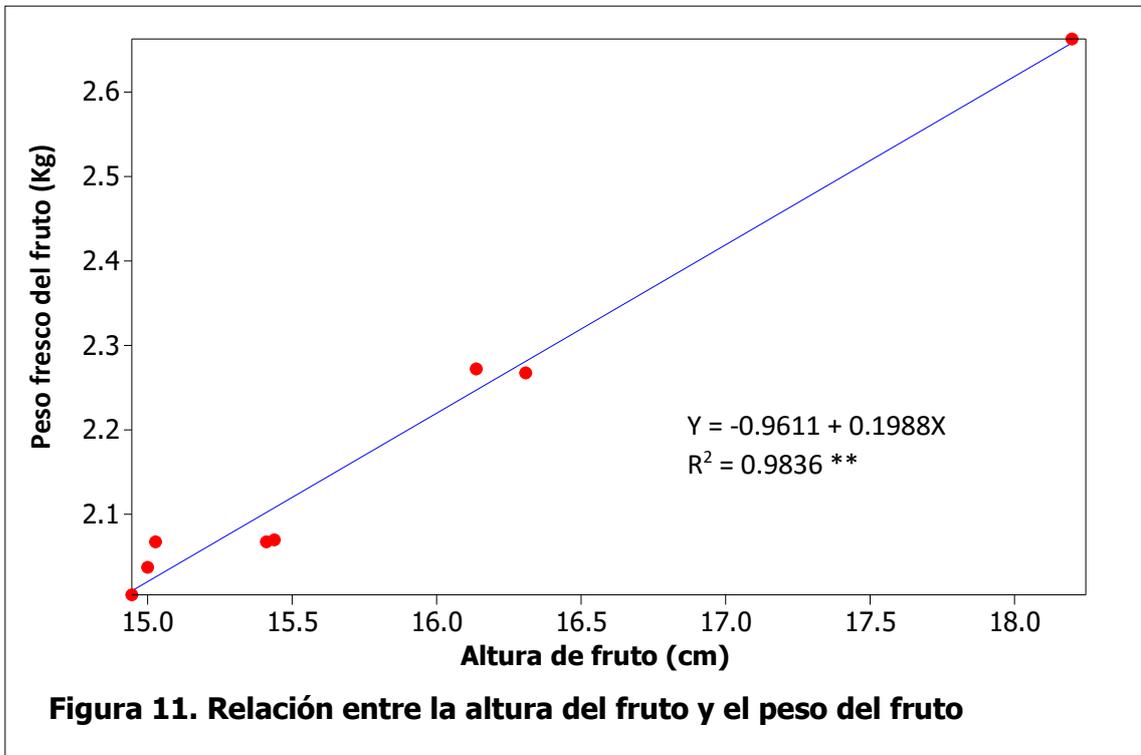
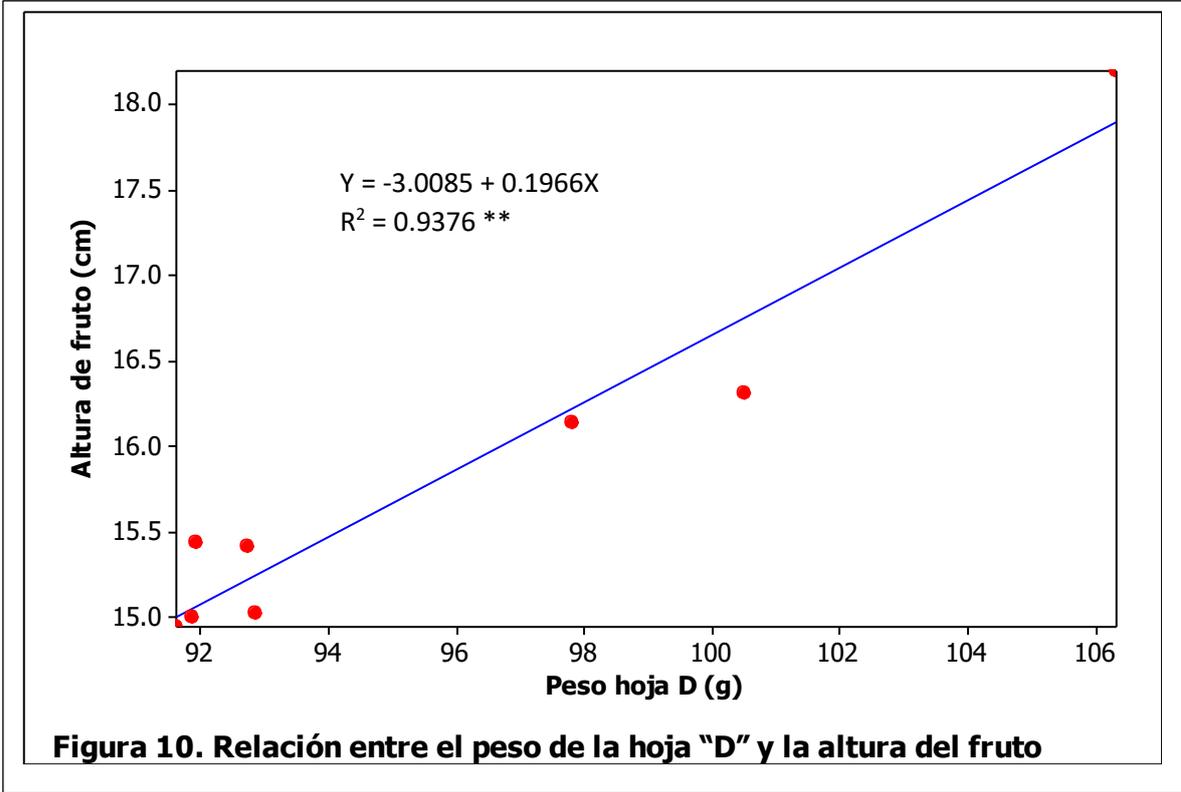
Se encontró diferencias altamente significativas para esta variable. El coeficiente de variabilidad fue de 2.94 por ciento indica que hubo un buen control del error experimental. El promedio en la altura de fruto fue de 15.8 cm.

Al comparar las medidas entre los tratamientos se encontró que el tratamiento 5 (Microessentials SZ x Sulfato de Potasio) fue el que obtuvo la mayor altura 18.2 cm. mientras que el tratamiento 7 testigo (Fertilización del agricultor) fue el que presentó la menor altura de fruto con 14.9453 cm. y los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T8 fueron estadísticamente similares, entonces podemos decir que las aplicaciones de sulfato aumentan el tamaño del fruto.

Al realizar el análisis de correlación entre el peso del fruto de la piña MD2 y el peso de la hoja D con respecto a la altura del fruto se encontró una relación altamente positiva porque el peso de los frutos suelen estar correlacionados con la masa de la planta como lo menciona Bartholomew *et al.* (2003) y Hepton (2003) citados por Junqueira *et al.* (2011).

#### 4.1.6 Grados Brix

No se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de esta variable. El coeficiente de variabilidad de 3.11% nos indica que hubo un buen control del error experimental. La media para el contenido de azúcares fue de 17.15 por ciento lo que nos indicaría que es muy bueno ya que un contenido mínimo de sólidos solubles es de 12° brix es un requisito en los mercados de fruta fresca como lo menciona Hepton (2003).



Al comparar las medidas de los tratamientos no se encuentran diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, el tratamiento 3 (Superfosfato Triple de Calcio x Nitrato de Potasio) muestra el mayor contenido de azúcares con 17.52 por ciento, entonces podemos decir que el fósforo no tiene efecto sobre la calidad del fruto, tal como lo informó Magistad y Linford (1934). En cuanto al efecto del potasio según lo mencionado por Gandia-Diaz (1976) citado por Py *et al.*, 1987, los niveles crecientes de potasio ocasionan un aumento en la acidez del fruto, en el contenido de ácido ascórbico, sabores y aroma; el menor contenido de azúcares los obtuvo el tratamiento 7 testigo (fertilización de agricultor) esto podría ser debido a que el contenido de potasio fue mayor que en los demás tratamientos y tal como lo menciona De Sousa y Fernandez (1994) que un exceso de potasio produce frutos muy ácidos.

#### *4.1.7 Peso del fruto*

El análisis de esta variable arrojó diferencias altamente significativas para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad 5.01 por ciento nos indica que hubo un buen control del error y el peso promedio fue de 2.18 kg.

El análisis de comparación de medias determinó que el tratamiento 5 (Microessentials SZ x Sulfato de Potasio) sobresale del resto de tratamientos con (549 g. en promedio) y el tratamiento 7 testigo (Fertilización de agricultor) fue el que tuvo menor peso de fruto con 2.00567 kg pero teniendo en cuenta que este es estadísticamente similar a los demás tratamientos.

El peso es variable, en Perú, Tanto en Cayena Lisa como en Golden; alcanza mayormente valores entre 1.7 y 2.0 Kg/unidad (Julca, 2010). Estos valores son relativos en cuanto al tipo de fuente de fertilización como se demuestra en esta investigación (ver cuadro 7) se puede observar que el tratamiento 5 (Microessentials SZ x Sulfato de Potasio) se promovió la mayor peso de fruta fresca con corona.

#### 4.1.8 Calibre del fruto

El calibre de la piña MD2 se determina en la zona de Satipo por el tamaño y peso del fruto con corona, la cantidad de unidades de piña por caja está en función a su calibre es decir piñas similares en tamaño y diámetro. C6 es el equivalente a 6 unidades de piña por caja, C8 es 8 unid. de piña por caja y así sucesivamente.

Para obtener el porcentaje de calibre, se recolecto 60 frutos al azar de cada bloque; el trabajo de investigación 8 tratamientos y cada uno con 3 bloques o repeticiones; para medir los porcentajes del siguiente cuadro se hizo con 180 unidades de piña de cada tratamiento.

**Cuadro 9. Distribución porcentual (%) por calibres de las piñas obtenidas en cada tratamiento (sobre una muestra de 60 piñas evaluadas por tratamiento)**

Tratamientos	Calibre				
	C6	C8	C10	C12	C14
T1	8.33	29.44	48.89	12.22	1.11
T2	27.22	37.78	30.56	4.44	0
T3	6.11	38.89	46.67	8.33	0
T4	12.22	23.33	53.33	11.11	0
T5	85	13.89	1.11	0	0
T6	25	44.44	22.78	7.78	0
T7	6.11	30	46.67	16.67	0.56
T8	10.56	30	50	9.44	0

T1= Superfosfato triple de calcio x cloruro de potasio; T2 = Superfosfato triple de calcio x sulfato de potasio; T3 = Superfosfato triple de calcio x nitrato de potasio; T4 = Microessentials SZ x cloruro de potasio; T5 = Microessentials SZ x sulfato de potasio; T6 = Microessentials SZ x nitrato de potasio; T7 = fertilización de agricultor (testigo); T8 = Poly feed

#### 4.1.9 Análisis Económico

Siguiendo el programa de actividades se procedió a obtener los costos involucrados en la fertilización de piña cv. Golden hasta el treceavo mes. La dosis de N-P-K fueron los mismos para los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T8. El T7 (testigo) tiene una dosis diferente que es del agricultor. Lo que se cambio fue la fuente de fertilizantes y con ello los costos (ver cuadro 11). Se observa que el T5 fue el tratamiento que genera mayores ingresos (S/ 67858.28/ha).

**Cuadro 10. Inversión en soles de fertilizantes usados para los tratamientos de piña cv Golden**

Fuentes de fertilizantes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
Urea	707.60	707.60	428.04	707.60	707.60	428.00	1141.44	452.00	
Cloruro de Potasio	961.00			961.00			682.00		
Sulfato de Potasio		4568.76			4568.76				
Nitrato de Potasio			7448.32			3845.00	4953.28		
Sulfato de Zinc							284.80		
Fertibagra									
Poly-Feed 8-52-17								6836.30	
Poly-Feed 12-6-40								19023.00	
Poly-Feed 15-15-30								1300.00	
Nitrato de Calcio	698.28	698.28	698.28	698.28	698.28	698.28	411.24	374.44	
Magnisal	540.08	540.08	540.08	540.08	540.08	540.08	508.68	1099.00	
Sulpomag							144.00		
Superfosfato Triple de Calcio	1328.00	1328.00	1328.00				498.00		
Microessentials sz				1216.00	1216.00	1216.00			
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>4234.96</b>	<b>7842.72</b>	<b>10442.72</b>	<b>4122.96</b>	<b>7730.72</b>	<b>6727.36</b>	<b>8623.44</b>	<b>29084.74</b>

T1= Superfosfato triple de calcio x cloruro de potasio; T2 = Superfosfato triple de calcio x sulfato de potasio; T3 = Superfosfato triple de calcio x nitrato de potasio; T4 = Microessentials SZ x cloruro de potasio; T5 = Microessentials SZ x sulfato de potasio; T6 = Microessentials SZ x nitrato de potasio; T7 = fertilización de agricultor (testigo); T8 = Poly feed.

En el mercado mayorista de frutas, se comercializa la piña cv. Golden en fresco contenida en jabas de madera, los precios de venta varían respecto a los calibres el C6 y C8 a S/14 el C10 S/12 el C12 a S/10 y el calibre C14 a S/8 soles.

**Cuadro 11. Rendimiento de número de jabas, kilogramos e ingreso de cada tratamiento**

Tratamientos	Número de jabas de madera en calibres					Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso (S/.)	Costo Tratamiento	Otros costos	Saldo (S/.)
	C6	C8	C10	C12	C14					
T1	556	1472	1956	407	32	75182	56184	4234.96	14000	37949.04
T2	1815	1889	1222	148	0	86259	68000	7842.72	14000	46157.28
T3	407	1944	1867	278	0	76437	58104	10442.7	14000	33661.3
T4	815	1167	2133	370	0	76248	57044	4122.96	14000	38921.04
T5	5667	694	44	0	0	108894	89589	7730.72	14000	67858.28
T6	1667	2222	911	259	0	86007	67970	6727.36	14000	47242.64
T7	407	1500	1867	556	16	73874	54786	8623.44	14000	32162.56
T8	704	1500	2000	315	0	76815	58000	29084.74	14000	14915.26

T1= Superfosfato triple de calcio x cloruro de potasio; T2 = Superfosfato triple de calcio x sulfato de potasio; T3 = Superfosfato triple de calcio x nitrato de potasio; T4 = Microessentials SZ x cloruro de potasio; T5 = Microessentials SZ x sulfato de potasio; T6 = Microessentials SZ x nitrato de potasio; T7 = fertilización de agricultor (testigo); T8 = Poly feed.

## V. CONCLUSIONES

1. Se observó una influencia positiva en el tamaño, peso del fruto de piña MD-2 al usar como fuente Microessentials SZ mas sulfato de potasio (T5).
2. Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que la fertilización potásica y fosfatada, dependiendo de la fuente favorecen significativamente la calidad del fruto de la piña MD2; pero no se alteran los grados brix, la acidez y la relación de azúcares/acidez del fruto.
3. El análisis de concentración de solido soluble muestra que no existe diferencias significativas en ninguno de los tratamientos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En los sistemas de cultivos de piña MD2 para la zona de Satipo se sugiere la incorporación de fertilizantes fosforados y potásicos; especialmente en forma de Microessentials SZ con sulfato de potasio ya que con esta fuente se obtuvo mejores resultados en calibre de fruto en esta investigación.

Al realizar la mezcla de fertilizantes se debe tener cuidado con usar fuentes ácidas y alcalinas, pues al mezclar una fuente ácida con una alcalina van a precipitar como es el claro ejemplo de sulfato de potasio con el nitrato de calcio formando así cristales que pueden tapar la boquilla de la mochila de fumigar.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anon. (1996). *MD2 pineapple*. En: *Fruittrop* V 32. 22 – 23 p.

Aubert B. (1977). *Etude du cycle de floraison naturelle de l'ananas Victoria a la Reunion*. En: *Fruits* 32 (1): 25 – 41 p.

Bartley IM; Knee M. (1982). *The Chemistry of textural changes in fruit during storage los cambios en la fruta durante el almacenamiento*. En: *Food Chemistry*. v 9 (1-2): 47-58 p.

Bello S. (1989). “El cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) en la Selva Central del Perú y algunos estudios realizados para mejorar su tecnología”. Lima, Perú: 23 – 30 p.

Bello S. (1991). “El cultivo de piña en la selva central del Perú”. Serie técnica: Informe técnico 0.2/2.3 n°15. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales – INIAA. Lima, Perú: 15 p.

Bello S; Julca A. (1995). “Influencia de la época de plantación, tipo de material de propagación e inducción floral en el crecimiento y desarrollo del cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) cv. Samba bajo condiciones de Chanchamayo”. Proyecto de suelos tropicales del INIA, Informe técnico N° ST – 07. Lima, Perú: 47 p.

Calzada BJ. (1982). “Métodos Estadísticos para la investigación”. Lima, Perú.

Chadha KL; Subramanian TR; Melanta KR. (1976). *Efecto de diferentes niveles de N, P y K en crecimiento, rendimiento y calidad en variedad Queen*. En: *Indio J. Hort.* (33), 224 – 226 p.

Chasipanta JE; Basantes SX. 2012. “Determinación del requerimiento nutricional del fósforo sobre la inducción floral en el Cultivo de Piña (*Ananas comosus*)”. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Ecuador. URI: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8021>

Choariy SA; Fernandes PD. (1984). *Épocas de produção de abacaxi no Estado de Paraíba*. En: Pesq. Agrop. Brasileira 19 (6): 723 – 729p.

Collins JL. (1951). *Notes on the origin, history and genetic nature of the Cayenne pineapple*. En: Pacific Science 1(5): 3 – 17p.

Collins JL. (1960). “The Pineapple: Botany, Cultivation and Utilization”. Interseciencie Publishers, New York. 294 p.

De Sousa C; Fernandez FM. (1994). Importancia da adubação na qualidades de frutas tropicais (abacaxi e mamão). En. M. Eustaquio de Sa e S. Buzzeti. Importancia da adubacao na qualidade dos productos agricolas. Sao Paulo, Icone. 1994.

Drew RA. (1980). “Pineapple Tissue culture for rapid multiplication”. En: Queensland Agric. J. 106 (50). 447 – 451p.

Eaton FM; Chlorine In: CHAPMAN, H.D. (Ed.). Diagnostic criteria for plants and soils. Riverside: Dept. of Soils and Plant Nutrition/University of California, (1973). 98–135p.

Figueroa R; Wolf, R; Franciosi, R; Van, O. (1970). “El cultivo de piña en el Perú” – Boletín Técnico N° 75. Lima, Perú: 35p.

Galan V; García J; Cabrera J; Rodríguez C. (1983). “Breve descripción de los métodos de propagación de la piña tropical (*Ananas comosus* L. Merr)”. Hoja técnica 56 INIA Madrid: 22 p.

Ganapathy KM; Singh HP; Dass HC. (1977). *A note on phenotypic expression of some characters in Kew pineapple influenced by nutritional levels of plants*. En: Indian J. Hort. Tomo 2, Vol 34. 142 – 143 p.

García M. 1980. *Influencia de la fertilización fosfórica sobre el cultivo de piña bajo condiciones de Cuba*. En: Cultivos tropicales Vol 2, número 2. 47 – 58 p.

Haag HP; Arzolla S; Mello FAF; Brasil Sobrinho MOC; Oliveira ER; Malavolta E. (1963). Estudios sobre la alimentación mineral de abacaxi (*Ananas sativus*) – Anales de la Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Vol 20. 33 – 40 p.

Hepton A. Cultural system. In: Bartholomew, D.P.; Paull, R.E.; Rohrbach, K.G. (Ed.). Pineapple: botany, production and uses. Wallingford: CABI Publishing, 2003. 109 – 142 p.

Iglesias R. (1980). *Influencia de época de plantación y peso de los hijos en el crecimiento de la piña (Ananas comosus L. Merr) variedad Española Roja*. En: *Cultivos Tropicales* 2 (3): 84 – 102 p.

Iglesias R; Lazara S. (1980). *Estudio de las floraciones naturales de la piña (Ananas comosus L. Merr) “Cayena Lisa” en plantas de segunda cosecha en la provincia Habana*. En: *Ciencia y Tec. Agric. Cítricos y otros frutales* 3 (4): 34 – 45 p.

Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustria (INIA). (1991). “Cultivo de piña en la selva central del Perú”. Boletín técnico N° 15. Lima, Perú: 11 – 26 p.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (1997). “El Cultivo de piña (Aspectos de la producción, manejo de post cosecha y comercialización)”. Boletín Técnico N° 10, Lima, Perú: 16 – 18 p.

Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes (IRFA). (1983). “La cultura l’anas d’exportation en Cote d’Ivoire. Manual du planter IRFA”. Les Nouvelles Ed. Agricans, 92 p.

Jacob A; Uexkull K. (1973). “Fertilización: Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales”. Ediciones Euroamericanas S.A., México D.F: 626 p.

Julca, A. (2010). El cultivo de piña (*Ananas Comosus*) en el Perú. En; *MemoriasVII Seminario Internacional de Frutas Tropicales Agroindustria e Innovación*. Medellín. 23-24 p.

Junqueira TLA; Quaggio JA; Cantarella H; Vicari, ME. (2011). *Potassium Fertilization for Pineapple: Effects on Plants Growth and Fruit Yield. San Pablo, Brasil. En: Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal 33 (2), 618 – 626 p.*

Malavolta E. (1982). Nutrición mineral y fertilización en piña. Simposio Brasileño de cultivo de piña, 1982. Jaboticabal. Anales de Jaboticabal Vol 1: 121-153 p.

Mathews VH; Rancan TS. (1979). Producción múltiple de plántulas a partir de cultivos “in vitro” de yemas laterales y hojas de piña. *Scientia Hort.* 11 (4): 319 – 328 p.

Mathews VH; Rancan TS. (1981). Growth and regeneration of plantlets in callus of pineapple. *Scientia Hort.* 14 (3): 327 – 334 p.

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2017. Series de estadísticas de producción agrícola (SEPA). (Consultado el 4 de noviembre del 2017). Disponible en: <[http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta\\_cult](http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult)>

Pac Sajquim, P. 2005. Universidad de San Carlos de Guatemala. Experiencias en el cultivo de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) con el híbrido MD-2 en la finca la plata, Coatepeque, Quetzaltenango, Guatemala.

Paula MB; Carvalho VD; Nogueira FD; Souza LF. 1991. Efeito da calagem, potássio e nitrogênio na produção e qualidade do fruto do abacaxizeiro. Brasília, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 26 (9): 1337 – 1343 p.

Proyecto Especial Pichis – Palcazu (PEPP). 2010. Manual de Piña. Proyecto de mejoramiento de la producción del cultivo de piña mediante sistemas agroforestales en el distrito de Perenne – Chanchamayo.

Py C. 1979. Production accélérée de matériel végétal de plantation. *Fruits* 34 (2): 107 – 116 p.

Py C; Lacoeuille JJ; Teisson C. 1984. Piña como la cultura de sus productos (“L’ananas as culture: ses produits”), Editorial G. P. Maisonnueve and Larose, París, Francia: 562 p.

Py C, Lacouilhe JJ; Teisson C. 1987. The pineapple: Cultivation and Uses. Editorial G.P Maisonneuve et Larose, París, Francia. 568 p.

Py C; Tisseau M. 1969. La piña tropical. Primera edición. Editorial Blume, Barcelona, España: 278 p.

Ramirez A. 1987. Estudio del crecimiento “in vitro” de yemas de piña (*Ananas comosus* L. Merr) de la variedad “Cayena Lisa”. Cultivos tropicales 9 (2): 32 – 35 p.

Rios de Alvarenga L. 1981. Nutrición mineral de abacaxizeiro. Informe Agropecuario, Belo Horizonte, Vol 7, número 74: 18 – 24 p.

Rivas LH. 1970. Efectos de algunos niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro en la piña (*Ananas comosus* L. Merr.). Lima, Perú: 28 – 30 p.

Romero VJ. 2001. Respuesta de dos variedades de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) a la aplicación del fosfato de sechura en suelos de purma y monte real, Lima, Perú: 2 – 10 p.

Selamat MM; Ramlah M. 1993. La respuesta de la piña cv. Gandul a nitrógeno, fósforo y potasio en suelo de turba en Malasia en: Bartholomew, D.P. Rohrbach K.G. (Eds). Proceedings of the first International Pineapple Symposium, Honolulu Hawaii: 685 – 690 p.

Seow K; Wee YC. 1970. The leaf bud method of vegetative propagation in pineapple. Malays Agric. J. 47: 499 – 507 p.

Sideris C; Young H. 1951. *Growth of Ananas comosus* L. Merr. at different level of mineral nutrition under greenhouse and field conditions II. Chemical composition of the tissues at different growth intervals. En: *Plant Physiol.* Vol. 26, número 2: 456 – 474 p.

Souza LFS. 1999. Exigência edáficas e nutricionais In: Cunha, G.A.P; Cabral, J. R.S.; Souza, L. F. S. (Ed). O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia, Brasilia, Brasil. EMBRAPA, 67 – 82 p.

Spinorello A; Quaggio JA; Teixeira LAJ; Furlani PR; Sigrist JMM. 2004. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal* 26 (1): 155 – 159 p.

Su Shien M. 1968. Decapitation method for the rapid multiplication. *Journal Hort, Soc. China* (14): 31 – 35 p.

Su NR. 1958. The response of pineapples to the application of potassium chloride. *Journal of the Agricultural Association of China* Vol. 22: 27 – 50 p.

Swete Kelly DE. 1993. Nutritional disorders. In: Broadley, R.H., Wassman, R.C. and Sinclair, E.R. (eds)

Pineapple Pests and Disorders. Department of Primary Industries, Brisbane, Queensland, 33–42 p.

Tay TH. 1972. Estudio comparativo de diferentes tipos de fertilizantes como fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio en Cultivo de Piña. *Tropic Agric. (Trinidad)* 49: 51 – 59 p.

Teisson C. 1972. Etude sur la floraison naturelle de l'ananas en Cote d' Ivore. *Fruits* 27 (10): 699 – 704 p.

Teiwes G; Grüneberg F. 1963. Conocimientos y experiencias en la fertilización de la piña. Hannover, Alemania. *Boletín Verde*, Vol (3) 1 – 67 p.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de suelo del área experimental

CIC (meq/100g)	10.88
Cationes cambiabiles (meq/100g)	
Ca+2	1.81
Mg+2	0.53
K+	0.47
Na+	0.05
Al+3 + H+	1.20
Suma de cationes	4.06
Suma de bases	2.86
% Saturación de bases	26.00
pH (1:1) (dS/m)	0.20
Ca (ppm)	2.77
MO (%)	1.75
P (ppm)	4.10
K <sub>2</sub> O (ppm)	132.00
Clase textural	Franco Arcilloso arenoso

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes

### Anexo 2. Análisis Foliar de los Tratamientos Antes del TIF (Tratamiento de inducción Floral)

CLAVE DE CAMPO	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Na (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
1 A	0.76	0.13	2.86	0.16	0.14	0.11	0.02	10	7	108	53	16
2 A	1.04	0.12	2.26	0.16	0.14	0.09	0.01	10	7	134	42	15
3 A	1.06	0.12	2.26	0.17	0.15	0.09	0.01	8	7	125	85	11
4 A	1.04	0.09	2.49	0.16	0.14	0.08	0.01	9	5	139	30	17
5 A	1.12	0.12	2.08	0.14	0.12	0.1	0.01	9	6	102	46	18
6 A	1.33	0.13	2.97	0.20	0.15	0.11	0.02	11	7	136	46	17
7 A	0.84	0.1	2.59	0.14	0.12	0.09	0.02	14	7	65	55	8
8 A	1.09	0.13	2.54	0.15	0.14	0.08	0.02	8	8	66	45	5
1 B	1.12	0.07	2.18	0.16	0.16	0.07	0.02	8	6	67	39	12
2 B	1.30	0.09	2.33	0.17	0.16	0.1	0.02	10	8	91	44	10
3 B	1.12	0.08	1.97	0.16	0.16	0.09	0.02	9	6	74	63	10
4 B	1.15	0.07	2.35	0.18	0.14	0.08	0.02	9	5	110	82	14
5 B	0.95	0.07	2.01	0.15	0.12	0.08	0.02	7	5	63	55	12
6 B	1.20	0.08	2.37	0.2	0.19	0.1	0.02	11	6	102	42	11
7 B	1.26	0.08	2.54	0.19	0.14	0.07	0.02	10	6	58	53	9
8 B	1.09	0.11	2.56	0.18	0.16	0.09	0.02	7	7	69	47	8
1 C	1.15	0.07	2.09	0.18	0.18	0.09	0.02	6	6	72	32	20
2 C	1.06	0.08	1.76	0.15	0.12	0.11	0.02	10	7	105	43	18
3 C	0.92	0.12	1.96	0.17	0.18	0.12	0.02	9	7	76	33	23
4 C	1.01	0.08	2.53	0.22	0.17	0.09	0.02	9	8	107	80	20
5 C	1.4	0.11	2.58	0.25	0.2	0.12	0.02	11	8	125	48	17
6 C	1.26	0.08	2.18	0.23	0.19	0.12	0.02	10	7	94	47	18
7 C	1.04	0.09	2.53	0.18	0.15	0.06	0.02	21	7	66	66	11
8 C	1.4	0.14	2.4	0.25	0.25	0.08	0.02	9	9	98	54	10

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes

### Anexo 3. Análisis Foliar de los Tratamientos Antes de la Cosecha

CLAVE DE CAMPO		N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Na (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
1	A	1.27	0.11	3.09	0.26	0.17	0.09	0.03	12	8	191	83	22
2	A	1.18	0.12	4.50	0.28	0.22	0.10	0.04	12	27	191	101	40
3	A	1.23	0.12	4.05	0.27	0.23	0.13	0.03	13	8	156	104	21
4	A	1.43	0.10	4.95	0.31	0.21	0.11	0.03	15	7	187	103	18
5	A	1.48	0.15	4.90	0.29	0.45	0.14	0.03	13	7	190	120	27
6	A	1.34	0.16	5.00	0.30	0.18	0.09	0.03	14	7	156	90	12
7	A	1.50	0.10	4.05	0.21	0.20	0.10	0.03	39	8	106	102	10
8	A	1.40	0.14	4.65	0.25	0.21	0.08	0.03	10	8	100	92	29
1	B	1.18	0.09	3.55	0.36	0.29	0.08	0.05	11	6	137	93	13
2	B	1.74	0.40	3.90	0.38	0.35	0.09	0.04	12	8	162	109	19
3	B	0.92	0.09	3.15	0.28	0.25	0.07	0.04	9	5	112	81	9
4	B	1.43	0.10	3.85	0.33	0.27	0.08	0.04	14	6	186	98	30
5	B	0.92	0.08	4.05	0.32	0.25	0.09	0.05	11	6	156	83	17
6	B	1.32	0.09	3.65	0.34	0.26	0.11	0.04	14	7	126	76	20
7	B	1.71	0.09	4.95	0.29	0.25	0.08	0.04	42	7	114	104	35
8	B	1.99	0.14	3.30	0.30	0.29	0.07	0.04	12	8	145	84	28
1	C	1.68	0.10	3.45	0.32	0.28	0.09	0.03	9	7	103	91	8
2	C	1.71	0.12	3.45	0.33	0.26	0.09	0.03	16	8	223	96	26
3	C	1.78	0.20	3.43	0.34	0.30	0.07	0.03	10	8	130	193	13
4	C	1.43	0.08	3.85	0.32	0.27	0.08	0.03	11	8	156	355	12
5	C	1.71	0.12	3.90	0.30	0.26	0.12	0.03	16	7	116	171	17
6	C	1.46	0.12	3.95	0.37	0.32	0.12	0.03	13	7	129	87	26
7	C	1.82	0.11	5.00	0.32	0.27	0.08	0.04	32	7	103	150	24
8	C	1.65	0.14	3.40	0.35	0.35	0.09	0.03	12	7	133	98	11

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes

Anexo 4. Datos Meteorológicos del Observatorio del Fundo Santa Teresa en Río Negro-Satipo

FECHA EVALUADA	TEMPERATURA °C			HUMEDAD ATMOSFÉRICA %	PRECIPITACIÓN mm
	Mes	Máxima	Mínima		
JUN.2015	32.9	16.9	22.9	73.00	42.4
JUL.2015	33.5	15.6	22.7	71.00	60.6
AGO.2015	34.6	16.8	23.7	74.00	63.4
SEP.2015	35.4	16.6	23.9	79.00	156.6
OCT.2015	35.1	16.4	23.6	80.00	153.4
NOV.2015	36.0	16.6	23.8	80.00	133.2
DIC.2015	35.2	17.1	23.3	81.60	124.0
ENE.2016	36.3	18.0	24.2	80.50	95.2
FEB.2016	34.2	18.0	23.7	78.32	174.4
MAR.2016	32.9	19.1	23.5	77.82	54.4
ABR.2016	34.9	16.5	24.3	84.20	42.4
MAY.2016	35.0	16.9	24.3	80.42	32.2
JUN.2016	33.0	15.9	22.6	84.16	61.4
JUL.2016	34.0	15.7	23.2	79.97	32.2
AGO.2016	34.4	15.5	23.6	78.10	42.8
SEP.2016	36.0	16.0	23.9	79.07	98.2

Anexo 5. Dosis y día de fertilización aplicados a campo

<b>T1 = tratamiento 01</b>						
MESES	DDS	UREA	CIK	N. Cal	Molimax-SFT	Magnisal
1 <sup>a</sup>	1 a 30	0	0	0	3.84	0
2	31 a 60	1.08	0.58	0	0	0
3	61 a 90	1.44	0.72	0	0	0
4	91 a 120	1.44	0.86	0.36	0	0.072
5	121 a 150	1.01	1.01	0.36	0	0.072
6	151 a 180	0.72	1.22	0.43	0	0.072
7	181 a 210	0.72	1.22	0.5	0	0.072
8	211 a 240	0.72	1.22	0.5	0	0.072
9	241 a 270	0.72	1.44	0.36	0	0.22
10	271 a 300	0.36	1.08	0.36	0	0.22
11	301 a 330	0.29	1.08	0.29	0	0.17
12	331 a 360	0.22	0.36	0.26	0	0.17
13	361 a 390	0.07	0.36	0.22	0	0.14
Total		8.79	11.15	3.64	3.84	1.28

a. solo el primer mes corresponde a fertilización edáfica el resto fue foliar

<b>T2 = tratamiento 02</b>						
MESES	DDS	UREA	SOP	N. Cal	Molimax-SFT	Magnisal
1 <sup>a</sup>	1 a 30	0	0	0	3.84	0
2	31 a 60	1.08	0.72	0	0	0
3	61 a 90	1.44	0.94	0	0	0
4	91 a 120	1.44	1.08	0.36	0	0.072
5	121 a 150	1.01	1.15	0.36	0	0.072
6	151 a 180	0.72	1.44	0.43	0	0.072
7	181 a 210	0.72	1.44	0.5	0	0.072
8	211 a 240	0.72	1.44	0.5	0	0.072
9	241 a 270	0.72	1.44	0.36	0	0.22
10	271 a 300	0.36	1.44	0.36	0	0.22
11	301 a 330	0.29	1.08	0.29	0	0.17
12	331 a 360	0.22	0.86	0.26	0	0.17
13	361 a 390	0.07	0.36	0.22	0	0.14
Total		8.79	13.39	3.64	3.84	1.28

a. solo el primer mes corresponde a fertilización edáfica el resto fue foliar

<b>T3 = tratamiento 03</b>						
MESES	DDS	UREA	NPC	N. Cal	Molimax-SFT	Magnisal
1 <sup>a</sup>	1 a 30	0	0	0	3.84	0
2	31 a 60	0.86	0.79	0	0	0
3	61 a 90	1.15	1.01	0	0	0
4	91 a 120	1.15	1.18	0.36	0	0.072
5	121 a 150	0.58	1.3	0.36	0	0.072
6	151 a 180	0.29	1.56	0.43	0	0.072
7	181 a 210	0.29	1.56	0.5	0	0.072
8	211 a 240	0.29	1.56	0.5	0	0.072
9	241 a 270	0.04	1.44	0.36	0	0.22
10	271 a 300	0	1.44	0.36	0	0.22
11	301 a 330	0	1.08	0.29	0	0.17
12	331 a 360	0	1.08	0.26	0	0.17
13	361 a 390	0	0.6	0.22	0	0.14
Total		4.65	14.6	3.64	3.84	1.28

a. solo el primer mes corresponde a fertilización edáfica el resto fue foliar

<b>T4 = tratamiento 04</b>						
MESES	DDS	UREA	CIK	N. Cal	Molimax-MESZ	Magnisal
1 <sup>a</sup>	1 a 30	0	0	0	3.84	0
2	31 a 60	1.08	0.58	0	0	0
3	61 a 90	1.44	0.72	0	0	0
4	91 a 120	1.44	0.86	0.36	0	0.072
5	121 a 150	1.01	1.01	0.36	0	0.072
6	151 a 180	0.72	1.22	0.43	0	0.072
7	181 a 210	0.72	1.22	0.5	0	0.072
8	211 a 240	0.72	1.22	0.5	0	0.072
9	241 a 270	0.72	1.44	0.36	0	0.22
10	271 a 300	0.36	1.08	0.36	0	0.22
11	301 a 330	0.29	1.08	0.29	0	0.17
12	331 a 360	0.22	0.36	0.26	0	0.17
13	361 a 390	0.07	0.36	0.22	0	0.14
Total		8.79	11.15	3.64	3.84	1.28

a. solo el primer mes corresponde a fertilización edáfica el resto fue foliar

<b>T5 = tratamiento 05</b>						
MESES	DDS	UREA	SOP	N. Cal	Molimax-MESZ	Magnisal
1 <sup>a</sup>	1 a 30	0	0	0	3.84	0
2	31 a 60	1.08	0.72	0	0	0
3	61 a 90	1.44	0.94	0	0	0
4	91 a 120	1.44	1.08	0.36	0	0.072
5	121 a 150	1.01	1.15	0.36	0	0.072
6	151 a 180	0.72	1.44	0.43	0	0.072
7	181 a 210	0.72	1.44	0.5	0	0.072
8	211 a 240	0.72	1.44	0.5	0	0.072
9	241 a 270	0.72	1.44	0.36	0	0.22
10	271 a 300	0.36	1.44	0.36	0	0.22
11	301 a 330	0.29	1.08	0.29	0	0.17
12	331 a 360	0.22	0.86	0.26	0	0.17
13	361 a 390	0.07	0.36	0.22	0	0.14
Total		8.79	13.39	3.64	3.84	1.28

a. solo el primer mes corresponde a fertilización edáfica el resto fue foliar

<b>T6 = tratamiento 06</b>						
MESES	DDS	UREA	NPC	N. Cal	Molimax-MESZ	Magnisal
1 <sup>a</sup>	1 a 30	0	0	0	3.84	0
2	31 a 60	0.86	0.79	0	0	0
3	61 a 90	1.15	1.01	0	0	0
4	91 a 120	1.15	1.18	0.36	0	0.072
5	121 a 150	0.58	1.3	0.36	0	0.072
6	151 a 180	0.29	1.56	0.43	0	0.072
7	181 a 210	0.29	1.56	0.5	0	0.072
8	211 a 240	0.29	1.56	0.5	0	0.072
9	241 a 270	0.04	1.44	0.36	0	0.22
10	271 a 300	0	1.44	0.36	0	0.22
11	301 a 330	0	1.08	0.29	0	0.17
12	331 a 360	0	1.08	0.26	0	0.17
13	361 a 390	0	0.6	0.22	0	0.14
Total		4.65	14.6	3.64	3.84	1.28

a. solo el primer mes corresponde a fertilización edáfica el resto fue foliar

<b>T7 = tratamiento 07</b>									
MESES	DDS	superfosfato triple de Calcio	Sulpomag	Urea	CLK	Magnisal	Nitrato de Calcio	Sulfato de Zinc	Nitrato de potasio
1 <sup>a</sup>	1 a 30	1.44	0.48	1.92	0	0	0	0	0
2	31 a 60	0	0	1.96	0.9	0	0	0	0
3	61 a 90	0	0	1.96	0.9	0	0	0	0
4	91 a 120	0	0	0.96	0.62	0.12	0.12	0.09	0.35
5	121 a 150	0	0	0.96	0.62	0.12	0.12	0.09	0.35
6	151 a 180	0	0	0.96	0.61	0.12	0.4	0.07	0.55
7	181 a 210	0	0	0.84	0.61	0.12	0.4	0.07	0.82
8	211 a 240	0	0	0.84	0.61	0.12	0.4	0.05	0.82
9	241 a 270	0	0	0.84	0.61	0.12	0.4	0.05	0.82
10	271 a 300	0	0	0.74	0.61	0.12	0.2	0.04	0.82
11	301 a 330	0	0	0.74	0.61	0.12	0.05	0.04	0.82
12	331 a 360	0	0	0.74	0.61	0.1	0.03	0.04	0.82
13	361 a 390	0	0	0.64	0.61	0.1	0.02	0.03	0.52
Total		1.44	0.48	14.1	7.92	1.16	2.14	0.57	6.69

a. solo el primer mes corresponde a fertilización edáfica el resto fue foliar

<b>T8 = tratamiento 08</b>							
MESES	DDS	UREA	8-52-17	12-6-40+ME	N. Cal	15-15-30+ME	Magnisal
1 <sup>a</sup>	1 a 30	0.5	0.72	0	0	0	0
2	31 a 60	0.58	0.72	0	0	1.44	0.36
3	61 a 90	0.72	0.72	1.44	0	0	0.36
4	91 a 120	1.01	0.36	1.8	0.36	0	0.36
5	121 a 150	0.86	0	2.16	0.36	0	0.36
6	151 a 180	0.65	0	2.16	0.43	0	0.36
7	181 a 210	0.65	0	2.16	0.5	0	0.36
8	211 a 240	0.65	0	2.16	0.5	0	0.36
9	241 a 270	0	0	1.8	0.36	0	0.22
10	271 a 300	0	0	1.44	0.36	0	0.22
11	301 a 330	0	0	1.44	0.29	0	0.17
12	331 a 360	0	0	1.08	0.26	0	0.17
13	361 a 390	0	0	0.72	0.22	0	0.14
Total		5.62	2.52	18.36	3.64	1.44	3.44

a. solo el primer mes corresponde a fertilización edáfica el resto fue foliar