

AGR  
0257  
1998

RESPUESTA DEL CULTIVO DE LA PIÑA (*Ananas comosus* (L) Merrill) A DIFERENTES DOSIS DE N P K EN  
*UN SUELO OXISOL EN EL DEPARTAMENTO DEL META*

ELIECER ROJAS OSPINA

HUGO ANDRES AGUILERA ENCISO

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA

VILLAVICENCIO

1998

RESPUESTA DEL CULTIVO DE LA PIÑA (*Ananas comosus* (L) Merril) A DIFERENTES DOSIS DE N P K EN  
UN SUELO OXISOL EN EL DEPARTAMENTO DEL META

Trabajo de grado presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Agronomo

ELIECER ROJAS OSPINA

HUGO ANDRES AGUILERA ENCISO

Director  
Jorge Enrique Muñoz Aguilera  
Agrologo M Sc

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS

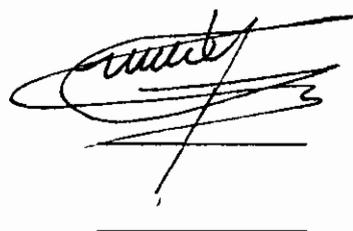
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA

VILLAVICENCIO

1998

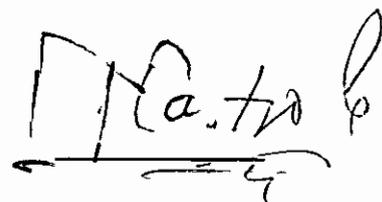
NOTA DE ACEPTACION

Meritoria

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Carmen', written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat obscured by additional scribbles.

Carmen Rosa Talamasca

Jurado

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Castro', written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a large loop at the end.

Jurado

Villavicencio 05 junio de 1998

## DEDICATORIA

*Doy gracias por tener grandes personas a mi lado especialmente a mi madre que con su amor y su voz diaria de aliento ha promulgado en mí este deseo de superación también doy gracias infinitas a mi padre(q e p d) a mis hermanos y amigos*

Elicer

*Con el transcurrir del tiempo y los hechos que en él apremian es importante dar gracias al Todopoderoso y ofrecerle de una manera humilde todos aquellos momentos de alegría Doy gracias de todo corazón a mi madre y padre por el apoyo incondicional que me han brindado y la oportunidad de crecer intelectualmente también agradezco a mis hermanos por su colaboración en los momentos decisivos de mí vida*

Hugo Andrés

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente estudio agradecen a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra manera hicieron posible la exitosa elaboracion y culminacion del mismo. Agradecimientos especiales para

Doctor Jorge Enrique Muñoz Aguilera	Agrologo profesor Universidad de los Llanos
Doctora Carmen Rosa Salamanca	I A Investigadora C I CORPOICA La Libertad
Doctor Luis Jorge Castro Castillo	I A Profesor Universidad de los Llanos
Doctor Jorge Humberto Arguelles C	I A M Sc Estadística
Doctor Felix Omar Asprilla	Licenciado matemáticas y física jefe de personal Regional 6 INAT
Universidad de los Llanos	
Instituto Nacional de Adecuación de Tierras	Regional 6
CORPOICA	C I La Libertad
I A Alexander Pardo R	Ingeniero Agronomo

## RESUMEN

Se evaluó la respuesta de la piña a la adición de combinaciones de elementos mayores (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). El ensayo se realizó en un suelo oxisol del municipio de San Juan de Arama (Meta).

Se evaluaron cuatro dosis de nitrógeno (3-6-9 y 12 gramos/planta), dos de fósforo (3 y 6 gramos/planta) y cuatro de potasio (15-20-25 y 30 gramos/planta). La densidad de siembra fue de 44 444 plantas/ha.

Se determinó el comportamiento del porcentaje de materia seca, peso fresco y seco de la hoja D, se cuantificó el número de colinos basales, peso de fruto y rendimiento. Se emplearon bloques completos al azar con diferencias significativas en la mayoría de variables evaluadas.

Se concluye que a mayores dosis de nitrógeno se incrementa en forma significativa el rendimiento (109,9 toneladas/hectárea), peso fresco y seco de la hoja D, también aumentó significativamente el número de colinos basales.

La combinacion (N P2O5 K2O=9 6 20 gramos/planta) aunque no presento el mayor rendimiento y beneficios netos si presento la mejor rentabilidad

#### ABSTRACT

The present study evaluated the response of pineapple to the addition of different combinations of the main elements (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). The study was carried out with the use of an oxisol soil in San Juan de Arama (Meta). Four doses of nitrogen (3-6-9 and 12 g / plant), two of phosphorous (3 and 6 g / plant) and four of the potassium (15-20-25 and 30 g / plant) were considered. The sowing density was 44 444 plants / ha.

The behaviour of the percentage of the dry matter, fresh weight and dry weight of the D leaf was determined. The number of basal sprouts, the fruit weight and output were other quantified factors. It was used complete blocks at random and there were significant differences in the evaluated variables.

It is concluded that the greater the dose of N, the greater the output (109.9 ton / ha), the fresh and dry weight of the D leaf, the number of basal sprouts was also significantly greater.

Though the combination ( N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O=9 6 20 g / plant ) did not present the highest output and net benefits had the best rentability



**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**  
**SISTEMA DE BIBLIOTECAS**  
**HEMEROTECA**  
Villavicencio - Meta

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Detalle de la parcela experimental y estadística

Figura 2 Distribución de bloques y tratamientos en campo

Figura 3 Peso fresco de la hoja D a los cuatro meses (gramos) Vs Dosis de nitrógeno(N) y potasio(K<sub>2</sub>O)

Figura 4 Peso fresco de la hoja D a los cuatro meses (gramos) Vs Dosis de N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O (gramos/ planta )

Figura 5 Peso seco de la hoja D a los cuatro meses (gramos) Vs Dosis de nitrógeno (gramos/planta)

Figura 6 Peso fresco de la hoja D a los diez meses (gramos) Vs Dosis de nitrógeno fósforo y potasio( gramos/planta)

Figura 7 Peso seco de la hoja D a los diez meses (gramos) Vs Dosis de nitrógeno fósforo y potasio (gramos / planta)

Figura 8 Porcentaje de materia seca de la hoja D a los diez meses (gramos) Vs Dosis de nitrógeno y fósforo (gramos / planta)

Figura 9 Porcentaje de materia seca de la hoja D a los diez meses (gramos) Vs Dosis de nitrógeno y potasio (gramos / planta)

Figura 10 Peso del fruto (kilogramos) Vs Dosis de nitrógeno fósforo y potasio (gramos / planta)

Figura 11 Rendimiento (ton / ha) Vs Dosis de nitrógeno fósforo y potasio (gramos / planta)

Figura 12 Rendimiento (ton / ha) Vs Dosis de fósforo y potasio (gramos / planta)

Figura 13 Rendimiento (ton / ha) Vs Dosis de potasio (gramos / planta)

Figura 14 Participación de los costos en la etapa de instalación del cultivo (año 1)

Figura 15 Participación de los costos en la etapa de sostenimiento del cultivo (año 2)

Figura 16 Comportamiento del beneficio neto Vs Diferentes costos de fertilización variable del cultivo de la piña perolera en

San Juan de Arama para el año 1998

Figura 17 Rentabilidad de tratamientos de fertilizacion en piña perolera en San Juan de Arama para el año 1998

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Influencia de la reaccion del suelo sobre el desarrollo del sistema radicular de la planta de piña

Tabla 2 Condiciones climaticas de algunas zonas sembradas con piña en Colombia

Tabla 3 Herbicidas dosis y epocas de aplicacion para el control de malezas en piña

Tabla 4 Piña necesidades de fertilizantes segun el analisis foliar y del suelo

Tabla 5 Fertilizacion usada en varios paises en cultivos tecnificados de piña

Tabla 6 Experimento de fertilizacion con piña en Formosa

Tabla 7 Analisis fisico-quimico de suelos de las regiones productoras de piña en Santander y Meta

Tabla 8 Detalles de los tratamientos

Tabla 9 Datos obtenidos en campo para cada uno de los tratamientos

Tabla 10 Anava y prueba de Tukey para peso fresco de la hoja D a los cuatro meses

Tabla 11 Anava y prueba de Tukey para el peso seco de la hoja D a los cuatro meses

Tabla 12 Anava y prueba de Tukey para el porcentaje de materia seca de la hoja D a los cuatro meses

Tabla 13 Analisis de correlacion de las variables de campo

Tabla 14 Anava y prueba de Tukey para peso fresco de la hoja D a los diez meses

Tabla 15 Anava y prueba de Tukey para peso seco de la hoja D a los diez meses

o

Tabla 16 Anava y prueba de Tukey para porcentaje de la materia seca de la hoja D a los diez meses

Tabla 17 Anava y prueba de Tukey para numero de colinos basales de fruto

Tabla 18 Anava y prueba de Tukey para peso de fruto

Tabla 19 Anava y prueba de Tukey para rendimiento

Tabla 20 Costos de producción del cultivo de la piña para el año 1998  
Mano de obra insumos y rendimientos

Tabla 21 Costos de producción del cultivo de la piña para el año 1998  
Inversiones costos y gastos

Tabla 22 Analisis de dominancia de tratamientos de fertilizacion variable en piña

Tabla 23 Analisis de costos, beneficios y tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados

Tabla 24 Analisis de rentabilidad total para los tratamientos de fertilizacion

Tabla 25 Precios de referencia en tres plazas para la piña perolera en 1998(pesos / kilogramo)

Tabla 26 Analisis de costos beneficios y tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados para un precio  
alternativo de \$250 kilogramo de fruto

## CONTENIDO

		Pag
1	INTRODUCCION	11
2	ORIGEN	13
21	En el mundo	13
22	En Colombia	14
23	ASPECTOS BOTANICOS	15
231	Taxonomia	15
2311	Clasificacion	16
232	Descripcion morfologica	16
2321	La raiz	17
2322	El tallo	18
2323	Las hojas	19
2324	La inflorescencia	21
2325	El fruto	22

233	Formas de propagacion	22
24	CONDICIONES AGROCLIMATICAS	25
241	Suelo	25
242	pH	26
243	Pendiente	27
244	Clima	27
2441	Temperatura	30
2442	Vientos	31
2443	Luminosidad	31
2444	Altitud y latitud	31
2445	Agua	32
25	VARIETADES COMERCIALES	33
251	Variedad Perolera	33
252	Variedad Cayena Lisa	34
253	Variedad manzana	34
254	Otras variedades	35
26	PRINCIPALES PROBLEMAS	36
261	Enfermedades	36
262	Plagas	40

3 5 1	Analisis economico	68
3 5 2	Diseño experimental	68
3 6	DATOS RECOLECTADOS	72
4	RESULTADOS	74
4 1	OBSERVACIONES DE CAMPO	74
4 2	ANALISIS ESTADISTICO PARA LAS VARIABLES DE CAMPO	76
4 2 1	Peso fresco de la hoja D a los cuatro meses	76
4 2 2	Peso seco de la hoja D a los cuatro meses	81
4 2 3	Porcentaje de materia seca de la hoja D a los cuatro meses	84
4 2 4	Peso fresco de la hoja D a los diez meses	87
4 2 5	Peso seco de la hoja D a los diez meses	91
4 2 6	Porcentaje de materia seca de la hoja D a los diez meses	95
4 2 7	Numero de colinos basales de fruto	96
4 2 8	Peso del fruto	102
4 2 9	Rendimiento	105
4 3	DISCUSION DE RESULTADOS	110
4 3 1	Peso fresco de la hoja D a los cuatro meses	110
4 3 2	Peso seco de la hoja D a los cuatro meses	110
4 3 3	Porcentaje de materia seca de la hoja D a los cuatro meses	111

4.3.4	Peso fresco de la hoja D a los diez meses	112
4.3.5	Peso seco de la hoja D a los diez meses	113
4.3.6	Porcentaje de materia seca de la hoja D a los diez meses	114
4.3.7	Numero de colinos basales de fruto	114
4.3.8	Peso del fruto	115
4.3.9	Rendimiento	117
5	ANALISIS ECONOMICO	120
5.1	ANALISIS DE DOMINANCA	125
5.2	ANALISIS MARGINAL	128
5.3	ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL MERCADO	134
6	CONCLUSIONES	137
7	RECOMENDACIONES	140
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	

## INTRODUCCION

A pesar de que la piña (*Ananas comosus* (L) Merr ) era cultivada por nuestros aborígenes antes del descubrimiento de América y que Colombia posee extensas zonas con características especiales para el óptimo desarrollo de este cultivo presenta pocas investigaciones relevantes a nivel nacional y tan solo trasciende a inquietudes de algunos centros de investigación y a capitales de inversión privada

Los Llanos Orientales de Colombia tiene aproximadamente 2 000 000 de hectáreas para el establecimiento del cultivo de la piña y como componente de esta región tenemos el Departamento del Meta en el cual predominan los suelos de clase IV Estos suelos presentan alta saturación de Aluminio bajo porcentaje de bases intercambiables y de micronutrientes a excepción de Fe y Mn estos son mal llamados suelos pobres pero suelos ricos en bondades físicas, por su buena aireación drenaje permeabilidad y topografía plana

Lo anterior conlleva a que se realicen trabajos de investigación sobre aspectos básicos en este cultivo con miras a crear tecnología adecuada por esta razón el objetivo del presente trabajo fue de evaluar la respuesta del cultivo de la piña a diferentes dosis y combinaciones de elementos mayores ( N-P2O5 ) en suelo oxisol del Departamento del Meta

Los parametros que se tienen en cuenta son los pesos foliares de la hoja D porcentaje de materia seca de la hoja D numero de colinos peso de fruto y rendimiento Estas características evaluadas aportaron datos sobre el comportamiento de la piña bajo condiciones de la region los cuales son de gran importancia para proximas investigaciones y asi ir complementando el paquete tecnologico que ofrezca alternativas economicas rentables y con el minimo grado de deterioro del ecosistema

## 2 ORIGEN

### 2.1 EN EL MUNDO

La primera descripción de la planta de piña la hizo Gonzalo Fernández de Oviedo en 1520 y fue publicada en 1535 en la *Historia General y Natural de las Indias*

Su centro de origen lo disputan Brasil y Paraguay. Los españoles la encontraron por primera vez en el año 1493 cuando Cristóbal Colón desembarcó por segunda vez en la isla de Guadalupe. Por esta época los aborígenes ya tenían materiales seleccionados y se cultivaba con alguna intensidad.

En el siglo XVI se difundió debido a la apertura de las vías marítimas por los españoles y portugueses. A fines del siglo XVII era conocida en la mayoría de las regiones tropicales del mundo.

En la actualidad se cultiva a escala comercial en muchos países y es un producto importante en la economía de estos. Hawái es el principal productor de piña para conservas; obtiene producciones hasta de 80 toneladas por hectárea en promedio.

Formosa Australia Malaya Indonesia India Azores Africa del Sur Camerun Costa de Marfil Puerto Rico Cuba Mexico Brasil y Colombia entre otros producen a gran escala como fruta fresca

Los españoles la nombraron piña por su forma les recordaba la fruta de pino sin embargo su verdadera denominacion de origen Guarani es Ananas Colombia tiene gran potencial para comercializar la piña en el mercado mundial (Neild y Bushel 1976)

La ausencia de semillas en la mayoria de las variedades cultivadas es atribuida a la antigüedad de su domesticacion Lo que se remonta muchisimos años antes de la era precolombina (Salazar 1994)

## 2.2 EN COLOMBIA

La historia data de la epoca del descubrimiento por los españoles pues esta fruta ya era cultivada en Colombia tal como lo señala Patiño en su obra ya que formaba parte de la alimentacion de los indigenas (Patiño 1963)

La produccion actual de piña proviene de explotaciones pequeñas con alguna tecnificacion Las principales zonas de produccion se encuentran en los departamentos de Risaralda Quindio Santander Valle del Cauca Huila Cundinamarca Antioquia Tolima Caldas y como zona potencial la region de los Llanos Orientales (Torres 1977)

La investigación de piña en Colombia se inició en el año de 1962 con la creación de bancos de germoplasma de materiales nativos y foráneos esto dio inicio al estudio de variedades y manejo del cultivo a lo largo de su ciclo vegetativo. El área cultivada en estas regiones es de aproximadamente de 17 355 hectáreas (Salazar 1994)

## 2.3 ASPECTOS BOTANICOS

2.3.1 Taxonomía El género *Ananas* comprende varias especies *Ananas bracteatus* *Ananas ananassoides* *Ananas erectifolium* *Ananas comosus*. Proceden de esta última todas las variedades o plantas utilizadas hoy en día (Humes y Milles 1987 citados por IICA 1989)

Estos mismos autores la clasifican en cuatro grupos: Cayenne, Queen, Spanish y Abacaxi.

La familia tiene cuarenta géneros aproximadamente y existen unas 850 especies, la mayor parte son epífitas. Estas especies toman agua de la humedad de la atmósfera y tienen gran capacidad para resistir las pérdidas hídricas. Las características de la hoja y del tallo de la piña son similares a otras plantas aéreas de la misma familia. Estas características morfológicas permiten a la planta aprovechar el agua lluvia y los fertilizantes foliares que pueden ser absorbidos por las hojas (Ochse y Soule 1961)

2.3.1.1 Clasificación La piña pertenece a un grupo de plantas con mayor evolución y se clasifica de la siguiente manera

Reino	Vegetal
Phylum	Spermatophyta
Subphylum	Angiospermae
Clase	Monocotyledonea
Orden	Bromeliales
Familia	Bromeliaceas
Genero	Ananas
Especie	<i>Ananas comosus</i>

2.3.2 Descripción morfológica La piña es una planta herbácea perenne de arraigo superficial el tallo con entrenudos muy próximos unos de otros porta hojas gruesas en forma de canalones agrupados en forma de rosetas la planta alcanza un tamaño de 60 a 160 cm según el suelo y la variedad el tallo es vertical corto robusto con hojas de bordes lisos o espinosos las raíces cortas delgadas y con muchas raicillas superficiales que se renuevan constantemente

Del centro de la planta sale un eje que sostiene una inflorescencia de la que más tarde se forma el fruto La parte carnosa llamada fruto esta formada por el desarrollo partenocárpico del ovario la bractea y los sépalos de las numerosas flores normalmente estériles y sustentadas por el eje de la inflorescencia

El fruto es generalmente de forma cilíndrica pero en algunas variedades es ovalado o cónico. El color es verdoso amarillento rojizo o amarillo oro según la variedad y el estado de madurez.

La multiplicación vegetativa está asegurada por los bulbillos entre los cuales se distinguen según el sitio de donde nacen en la planta desde abajo hacia arriba: estolones y bulbillos axilares (IICA 1989).

2.3.21 La raíz. El sistema radicular es muy superficial; las raíces son pequeñas y poco resistentes. La mayoría de ellas se encuentran ubicadas en los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

Se presenta raíz primaria solamente en plantas obtenidas a partir de semillas, pero esta muere pronto. En cultivos realizados con material vegetativo, todas las raíces son adventicias; nacen y se desarrollan en los nudos del tallo con raíces secundarias y aun terciarias.

El sistema radicular de la piña es netamente fasciculado y superficial. Aunque como ya se dijo, la mayor parte de las raíces se encuentran en los primeros 20 cm del suelo, hay algunas que se pueden encontrar a más de 60 cm. Su longitud depende en gran parte de las distancias de siembra y de las condiciones del suelo. Así, en suelos con problemas de drenaje son pocas, largas y poseen un número bajo de pelos absorbentes. Además, en casi toda la longitud del tallo se encuentran raíces, lo que facilita la absorción de nutrientes cuando se aplican foliarmente (IICA 1989).

Las raíces de la piña se clasifican de acuerdo con su origen en:

-Raíces primarias Son las primeras raíces que se desarrollan de la plantula de piña propagada por semilla estas no persisten

-Raíces adventicias Son las principales raíces de la piña Nacen antes que cualquier otra clase de raíz Los ramales de estas raíces adventicias constituyen en conjunto las raíces fibrosas Los ramales pueden ser secundarios cuando nacen directamente de las raíces adventicias o de su base dentro de la corteza del tallo Las terciarias son ramas de raíces secundarias Y así pueden seguir dividiéndose

-Raíces del suelo Son las que nacen en la base del tallo muy cerca del suelo pueden quedar descubiertas por el deshoje antes de la siembra o por la caída de las hojas después de la siembra

-Raíces axilares Estas nacen en las axilas de las hojas sobre el tallo por encima de la línea del suelo Se desarrollan sobre el tallo principal sobre los hijos hijuelos chupones e igualmente en las coronas pero no sobre los pedunculados

2.3.2.2 El tallo Es el encargado de almacenar los productos elaborados por las hojas que pueden ser utilizados en cualquier momento El tallo posee yemas localizadas en las cicatrices dejadas por las hojas en su punto de inserción de estas yemas nacen los retoños encargados de la perpetuación de la especie tienen forma de mazo y su longitud y grosor dependen de la variedad por lo general el tallo es reducido con entrenudos cortos y presenta raíces adventicias en toda su longitud llegando

hasta menos de un centímetro del meristema terminal. La mayor parte de las que emergen sobre la mitad del tallo se enrollan alrededor de este. Estas raíces se originan en el tejido vascular del tallo.

El apice del tallo es un tejido meristemático que da origen a las hojas durante su período vegetativo y a la inflorescencia durante la floración. Por este tiempo algunas yemas de las axilas de las hojas terminan su estado de latencia originándose ramas laterales que producen la fructificación siguiente. El tallo se puede dividir en tallo principal, tronco, pedunculo, corazón, corona y ramas laterales (Torres y Ríos 1977).

2.3.2.3 Hojas. Se encuentran ordenadas en espiral alrededor de un tallo central. Las hojas difieren en cuanto al largo y el ancho, son planas y en su parte interna presentan forma de un canal que propicia la conducción del agua hacia la base.

Las hojas son acanaladas y están colocadas a lo largo del tallo formando una espiral destrogira o levogira. Una planta adulta de variedad Cayena Lisa presenta de 70 a 80 hojas con una filotaxia de 5 / 13, lo que significa que para encontrar una hoja en el mismo plano vertical de otra se necesitan cinco vueltas en la espiral y que en estas cinco vueltas se encuentren trece hojas.

Las hojas por su posición en el tallo y forma se pueden clasificar en seis tipos.

-Hojas A Completamente desarrolladas antes de la siembra del retoño Son cortas y lanceoladas sobre un plano presentan divergentes los bordes de la base y poseen cuello encima de esta Desaparecen una vez la planta se ha desarrollado

-Hojas B No están completamente desarrolladas al sembrar el retoño Son lanceoladas pero más largas que las anteriores el borde de la base es divergente con cuello encima de esta y su ápice zona que marca un nuevo crecimiento una vez sembrado el retoño

-Hojas C Son las más viejas que se encuentran en una plantación y son más largas que las anteriores el borde de la base es divergente y solo posee una constricción encima de esta

-Hojas D Son las más nuevas entre las adultas y las más activas de todas Pueden ser un poco más largas que las anteriores están localizadas en la parte más ancha del tallo y forman un ángulo de  $40^\circ$  con el eje vertical de este

Estas hojas son las representativas del estado nutricional de la planta Por esto son las hojas tenidas en cuenta para planes de fertilización y para determinar el peso del fruto a cosechar cuando se aplican inductores de floración

-Hojas E Son más jóvenes y menos largas que las anteriores El borde de la base es ligeramente convergente No presenta cuello encima de esta

-Hojas F Son las más jóvenes y se localizan en el apice del tallo su anchura máxima se sitúa entre un tercio de la longitud El borde de la base es nítidamente convergente

Las hojas están revestidas por cutícula En el envés de las hojas están localizados los estomas los cuales se encuentran protegidos por tricomas Los de la base de la hoja están constituidos por células vivas y posiblemente pueden absorber agua y soluciones nutritivas Los otros están constituidos por células muertas y protegen a la hoja contra la luz evitando pérdidas de agua por transpiración ya que mantienen saturado de humedad el medio próximo a los estomas

En el interior de la hoja se encuentra un tejido acuífero que funciona como reserva de agua este está localizado bajo la epidermis y la hipodermis de la parte superior de la hoja

El número de hojas de la piña es proporcional a la edad de cinco a seis hojas semanales Una planta de 12 meses puede presentar hasta 70 hojas y con los retoños del tallo alcanzan un peso de cuatro a cinco kilos

Las hojas del pedunculo son pequeñas y delgadas arriba se unen a las bracteas en la base del fruto y abajo con las hojas principales del tallo

2.3.2.4 Inflorescencia Es una espiga compuesta por 100 o más flores individuales Cada una de estas es de tipo trímero con tres sépalos tres pétalos y seis estambres localizados en dos verticilos un pistilo tricarpelar con ovario ínfero que

aparece 45 días después de un tratamiento hormonal para inducir floración. Los ovulos varían en número de 14 a 20 por loculo, lo que produciría entre 6000-7000 semillas por frutos de unas 150 flores. Cuando las semillas están presentes son pequeñas con tres o cinco milímetros de largo por uno o dos milímetros de ancho.

2.3.2.5 El fruto: El fruto está conformado por 100 o doscientos pequeños frutos (bayas) fundidas entre sí sobre un eje central que es la prolongación del pedúnculo fibroso. El fruto entero tiene una forma cónica ancha con frutos mayores en la base y menores en el ápice.

Estos fruítulos provienen de cada una de las flores y se localizan en el llamado corazón que es una extensión del pedúnculo que sostienen la fruta múltiple.

En algunas ocasiones se encuentra dentro del fruto, sin embargo, este se considera partenocárpico ya que las flores son autoestériles. La polinización cruzada entre diferentes variedades es la causa de la formación de semillas.

2.3.3 Formas de propagación: La reproducción de la piña se realiza netamente por vía vegetativa o propagación asexual indispensable en las variedades que se cultivan. La propagación por semilla o sexual se utiliza solo en estaciones experimentales de investigación que intentan mejorar mediante cruzamientos genéticos las cualidades actuales de los plantos.

Las variedades de piña son autoincompatibles y producen frutos partenocarpicos o sea que presentan semillas pero estas son viables (Chandler 1962). Sin embargo se puede producir semillas por fecundación cruzada de variedades de piña y de otras especies del género Ananas. Las semillas producidas son pequeñas similares a las de la manzana. Cuando hay dos o más variedades en el mismo cultivo es posible que los frutos tengan semilla por polinización cruzada a través de insectos lo que origina variedades.

La propagación vegetativa de las plantas transmite los defectos de una planta madre a toda su descendencia.

Se recomienda que todo el material vegetativo sea lo más uniforme posible. Cuanto más desarrollados sean estos producirán frutos de mayor tamaño y fructificarán más rápidamente.

-Retoños de corona. Debe ser una corona por fruto. En algunos casos se presentan coronas múltiples y fasciadas. La corona múltiple consta de varios brotes dispuestos en líneas sobre el fruto.

La principal ventaja de las siembras de corona es que las plantaciones son homogéneas pero es difícil conseguir este material debido a que las frutas se mercadean con la corona. Además se tiene un ciclo natural más largo que con otros materiales de propagación debe ser bien preparado ya que por lo carnoso es propenso al ataque de hongos y hormigas.

-Retoños basales del fruto Se conocen así a los que nacen a lo largo del pedunculo floral o en la base de la fruta propiamente dichas Cuando nacen pegados a la base del fruto alteran su desarrollo no se deben propagar por la tendencia a transmitir este caracter indeseable

El numero de colinos esta influenciado por las condiciones de clima suelo y el estado fitosanitario de la planta

En otros paises estos renuevos se conocen como Slips o tambien como Bulbillos y son el material mas usado para la propagacion ya que se consiguen facilmente y haciendo una seleccion se pueden obtener siembras homogeneas Ademas por este medio de propagacion las plantas duran menos tiempo para empezar a producir

-Retoños en las axilas de las hojas Conocidos como Suckers o Chupones Se desarrollan a partir del tallo principal en la axila de una hoja Su numero al momento de la cosecha es variable estos son mas grandes que los de la corona y basales

-Retoños de la base de la planta Llamados Rataoon y Chanele nacen separados del tallo principal y sirven para asegurar las cosechas posteriores fructifican despues de un año de cosechado el fruto anterior El numero al momento de la cosecha es variable y en algunos como la Piamba este retoño y el de las axilas de las hojas deben usarse muy a menudo para propagar la variedad pues los retoños basales son insuficientes para establecer grandes plantaciones (Torres y Rios 1977)

-Tallos como semillas Se utilizan tallos que no hayan producido fruto en caso de que se requiera aumentar al máximo una variedad se le quitan completamente las hojas al tallo y se corta longitudinalmente en cuatro partes se suprime el tejido interior que forma el ángulo hasta dejar lisa la superficie Se dejan secar los cortes unos tres días luego se siembran horizontalmente en un semillero hasta que las yemas desarrollen brotes Posteriormente se corta la parte correspondiente a cada plantula y se siembra en un umbráculo hasta que alcancen el desarrollo requerido para llevarlas al campo (Chandler 1962)

Para la selección de estos materiales vegetativos se debe antes de cosechar escoger y señalar las plantas más vigorosas y sanas que se marcan como plantas madres Se desechan las que tengan brotes o hijos nacidos en las frutas es un error buscar colinos en plantas con dos tres o más penachos en la corona estas se deben eliminar por ser hereditarias

## 2.4 CONDICIONES AGROCLIMATICAS

2.4.1 Suelo La piña se adapta a diversas condiciones de los suelos sin embargo los suelos sueltos bien drenados y de pendientes suaves de máximo de un 10% son los más adecuados

En caso de sembrar en suelos pesados estos deben estar bien drenados y aireados hasta la profundidad de las raíces el uso de caballones y una red de drenajes permiten una rápida evacuación del agua en exceso (Salazar 1994)

Solo los suelos extremadamente pesados no son recomendables para el cultivo por la difícil movilización del agua. Los mejores suelos son los de texturas francas medianas con reacción ácida y a los cuales se les debe suministrar los nutrientes requeridos por el cultivo.

2.4.2 pH. La reacción del suelo debe ser preferiblemente ácida (pH 4.5 a 6.0). El pH óptimo se sitúa entre 4.5 y 5.0. Por encima de pH 6.0 los rendimientos se reducen. Además a valores de pH bajos se previenen algunas enfermedades fúngicas. En Colombia la piña se desarrolla en forma comercial en diferentes tipos de suelos con pH de 3.7 en Lebrija (Santander) hasta 7.5 en Yotoco (Valle del Cauca) con contenidos nutricionales muy diferentes. El calcio, por ejemplo, en la zona de Lebrija es de 0.4 meq / 100 gr de suelo, mientras que en Yotoco supera los 35 meq / 100 gr de suelo. Se encuentra un comportamiento similar en el caso de otros elementos como magnesio, fósforo, potasio y nitrógeno (Salazar 1988).

En suelos con pH por encima de 5.6 se inician los problemas con *Phytophthora* y si el valor del pH se acerca a la neutralidad pueden presentarse clorosis causadas por deficiencia de hierro, la cual se debe a concentraciones elevadas de calcio, el cual inhibe la asimilación de hierro. Este problema se corrige con aplicaciones foliares de hierro. El desarrollo del sistema radicular es óptimo a pH 5.0 (Sideris 1969 citado por PY 1984) ver Tabla 1.

En suelos con pH por encima de 6.0 se presentan deficiencias muy marcadas de los microelementos boro (B), hierro (Fe) y zinc (Zn). Dichos elementos son necesarios en la piña para una buena cosecha tanto en cantidad como calidad.

TABLA 1 Influencia de la reaccion del suelo sobre el desarrollo del sistema radicular de la planta de piña

pH	Numero de raices por planta	Longitud total (m)
4.0	115	1 943
5.0	200	4 760
6.0	131	2 685
6.5	91	2 293
7.0	49	1 073
7.5	59	0 749



Fuente Sideris 1969 citado por Py 1984

2.4.3 Pendiente Los cultivos de piña se deben establecer preferiblemente en zonas de topografía plana con un 10% de pendiente. En terrenos de ladera debe sembrarse en curvas de nivel.

Siembras en el mismo sentido de la pendiente causan erosión y dan lugar a cosechas pobres. Lo contrario ocurre si se siembra a través de la pendiente.

2.4.4 Clima La piña en Colombia se siembra en áreas con condiciones climáticas y de suelos muy diferentes. Se encuentra en pequeña cantidad en algunas zonas de la Costa Norte con problemas de calidad y daños causados por el sol. En los Llanos

Orientales Santander y zona cafetera del viejo Caldas se encuentran cultivos comerciales desde los 336 m s n m hasta 1400 m s n m

Segun un estudio agroclimatico realizado por Neild y Boshell (1976) Colombia posee areas con mejores condiciones climaticas para la produccion de piña que paises reconocidos a nivel mundial como grandes productores Ver Tabla 2

Se dice que el area de cultivo se encuentra limitada desde la linea del Ecuador hasta latitudes de 25°NS o sea la zona entre el tropico de Cancer y el tropico de Capricornio

TABLA 2 Condiciones climáticas de algunas zonas sembradas con piña en Colombia

Departamento	Centro	Altura m s n m	Temperatura (°C)			Precipitación m m	HR %
			Maxima	Media	Minima		
Meta	C I La Libertad	336	31	27	20	2 700	75
Valle	C I de Palmira	975	29	24	18	1 020	72
	Venecia	1 170	28	22	17	1 418	75
Viejo Caldas	Paraquicito	1 250	28	22	17	1 822	75
	La Catalina	1 350	26	21	17	2 100	74
	El Agrado	1 350	28	21	16	2 250	73
Santander	Llano Grande	1 450	26	22	18	1 292	80

Fuente Neild y Boshell 1976

2.4.4.1 Temperatura La temperatura más apropiada para el cultivo de la piña oscila entre 20 y 27 °C con una temperatura media anual de 23 °C. La piña es una planta que no resiste las heladas; temperaturas entre 10 y 16 °C retardan su desarrollo; también es susceptible a daños debidos a excesos de transpiración y respiración a temperaturas superiores a 17 °C (Ochse 1961).

Con temperaturas menores el fruto tiende a ser más pequeño, ácido y con coloración externa más pobre. En climas ardientes los frutos se ven afectados seriamente por el llamado golpe de sol.

La temperatura y la luminosidad son los principales factores que determinan el crecimiento de las diferentes partes de la planta. Por ejemplo, las especies que crecen en climas cálidos presentan un desarrollo foliar exuberante con pocos colinos basales; las hojas son anchas y blandas; los colinos axilares se presentan a una altura considerable del tallo, lo que induce al volcamiento y dificulta el manejo de la segunda cosecha. Los frutos son de mayor tamaño con pulpa coloreada y corteza pálida; la corona es voluminosa, blanda y sensible al daño durante el almacenamiento y transporte.

En las zonas donde la temperatura es más baja, el desarrollo de la planta es menor; las hojas son estrechas, cortas y la corona pequeña y firme; el número de colinos basales es mayor y se localizan muy cerca del fruto; los colinos axilares se desarrollan a menor altura del tallo y el fruto presenta una coloración más intensa; al tiempo que la pulpa presenta una menor coloración.

La calidad interna también se ve afectada por la temperatura. A menor temperatura aumenta la acidez y disminuyen los azúcares según trabajos realizados por Huet (1958) en Guinea la acidez baja drásticamente cuando la temperatura media excede los 27 °C

Trabajos realizados por Aubert y colaboradores con la variedad Cayena Lisa demuestran el efecto de la temperatura sobre el crecimiento y la calidad del fruto. Al disminuir la temperatura por la altitud el tiempo de siembra hasta la cosecha así como el de inducción a la cosecha se alarga el peso del fruto disminuye y la acidez aumenta

En Colombia la temperatura más apropiada para la producción de piña está entre 20 y 28 °C con temperatura media de 24 °C y límites que oscilan entre 18 y 32 °C

2.4.4.2 Vientos. Cuando la fruta se forma sobre la planta esta puede ser fácilmente doblada por un viento fuerte se recomienda no sembrar donde existan grandes flujos de aire

2.4.4.3 Luminosidad. La luminosidad ejerce una acción sobre el rendimiento y la coloración. Una disminución del 20% de este factor reduce la producción en un 10% e incide en el tamaño de los frutos y en el contenido de azúcares

2.4.4.4 Altitud y latitud. El cultivo industrial de las piñas de calidad se obtiene a baja altitud (frutos voluminosos de carne coloreada y azucarada)

Latitud y altitud crecientes alargan el ciclo vegetativo de 11 a 19 meses por efecto de temperatura y fotoperiodo. El ciclo varia tambien segun la fecha de plantacion y el peso de los retoños utilizados.

2.4.4.5 Agua. La piña resiste la sequia; se puede cultivar en zonas que tienen una precipitación de 600 a 2500 mm/año, pero es necesario regar en épocas secas o drenar en épocas lluviosas.

Las necesidades diarias de agua se sitúan entre 1.25 y 2.0 mm/diarios, aunque el sistema radicular es superficial y obtiene poca agua de las capas subsuperficiales del suelo. El óptimo de precipitación para un adecuado crecimiento de la piña es de 1.000 a 1.500 mm, bien repartidos durante todo el año (Collins, 1966).

La deficiencia de riego se aprecia porque las hojas forman especies de cuellos o cinturas a lo ancho de las mismas.

Cuando hay déficit hídrico disminuye la apertura de los estomas, los cuales permanecen cerrados en el día; también disminuye la transpiración, lo que retarda los cambios gaseosos; esto se traduce en reducción de la materia seca.

La sequia alarga el período vegetativo, pero no influye en la producción cuando la planta está en crecimiento; sin embargo, si la deficiencia se presenta en época de floración o durante los dos o tres meses iniciales del crecimiento del fruto, la reducción en crecimiento es drástica y en ocasiones el fruto no se desarrolla.

## 2.5 VARIEDADES COMERCIALES

Existe un gran número de variedades provenientes de selecciones y de acuerdo con Albrigo (1966) las principales variedades que se cultivan comercialmente y su distribución mundial son las siguientes: Cayena (Hawái, Filipinas, Australia, Azores, África, Guinea, Puerto Rico, Kenia, México, Cuba y Formosa), Queen (Australia y África del Sur), Española roja (Cuba y Puerto Rico) y Singapore Spanish (Formosa y Malaya). Se reconocen tres tipos de variedades: La Spanish de carne blanca y la Queens y Cayena con carne amarilla.

La producción de piña en Colombia se basa en tres variedades: Perolera, Manzana y Cayena Lisa.

2.5.1 Variedad Perolera. En Colombia se cultiva a gran escala, es una variedad netamente colombiana, se cultiva principalmente en Santander, Caldas, Risaralda, Valle del Cauca y presenta gran adaptabilidad en los Llanos Orientales. Era considerada como un clon del grupo Cayena, pero por sus características, en especial la ausencia total de espinas y otras diferentes al grupo Cayena, se le ha considerado como un grupo más, junto con la Cayena Española, Queen y Permambuco, fue cultivada originalmente por los indios Maipure de Colombia y Venezuela.

Con densidades de 20000 plantas / ha se obtienen frutos de seis kilos (ICA 1979) y con 46000 plantas / ha se cosechan frutos de dos kilos, a medida que se aumenta el número de plantas, el peso del fruto disminuye (Salazar 1985).

La fruta de Perolera es resistente al transporte su fruto presenta una coloración externa amarillo naranja cuando esta madura con corona única a veces acompañada de tres a cinco bulbillos pequeños alrededor de ella

2.5.2 Variedad Cayena Lisa Su cultivo es escaso y limitado para el Valle del Cauca y Viejo Caldas donde se cultiva para la agroindustria y para exportación. Sus hojas no presentan espinas a lo largo de los bordes excepto algunas en la base y en la punta. Es la variedad más utilizada en los países productores de piña y produce aproximadamente el 80% de la producción mundial. El fruto de forma cilíndrica es excelente para el procesamiento, porque al sacar rodajas se presenta poco desperdicio.

Su fruto es de color amarillo oro cuando madura y presenta corona sencilla. Su pulpa es de color amarillo brillante con alto contenido de sólidos solubles y de ojos pocos profundos. La planta alcanza 1.2 m de altura. Al parecer es la variedad con más posibilidades dentro del mercado de exportación. La fruta normalmente pesa de dos a cuatro kilos, es jugosa, dulce, aromática y de excelente sabor; esta variedad es poco resistente a la manipulación (Salazar, 1994).

2.5.3 Variedad manzana Se considera una variedad obtenida por selección natural o mejor como una mutación del grupo Perolera multiplicada en Cerritos Risaralda (Salazar, 1994).

Sus hojas no presentan espinas en los bordes. El fruto es de color rojo intenso cuando madura, de ahí su nombre; tiene ojos menos profundos que la Perolera. Contiene un número alto de bulbillos en la corona, lo cual dificulta su manejo y mercadeo.

Los colinos tanto de corona como basales axilares e hijuelos presentan coloración cobriza lo que la diferencia de las demás. La pulpa de la fruta es de color rosado pálido con poca resistencia a la manipulación. Actualmente es la variedad más importante del Valle del Cauca.

2.5.4 Otras variedades. En algunas regiones de Colombia se cultivan variedades de piña para el consumo en fresco pero sus mercados son reducidos algunas son:

-Variedad De clavo. Cultivada en el Huila zona de Garzón donde existen algo más de 300 hectáreas. La planta es pequeña con hojas espinosas fruto pequeño de alta densidad y pesado. Color externo rojo intenso y muy resistente al transporte. Tiene buen futuro en el mercado internacional por las características antes mencionadas.

-Variedad Piamba. Conocida como Castilla y Blanca de Castilla es cultivada en pequeñas áreas del Tolima y Caquetá sus hojas son erectas frutos semejantes al de la Perolera pero de pulpa blanca lo que la hace poco apetecible en el mercado esta siendo desplazada por la variedad Manzana y Perolera el periodo para iniciar la producción es prolongado tiene alto porcentaje de sólidos solubles y acidez.

-Variedad De Agua. Se le conoce con el nombre de Hartona y Cambray su cultivo está restringido a la zona de Dagua en el Valle del Cauca esta variedad se encuentra en vía de extinción por su siembra escasa.

Las plantas son vigorosas y sus hojas tienen espinas distribuidas a lo largo de los bordes. El fruto es de forma cónica y de tamaño grande; algunos de estos frutos pueden llegar a pesar más de nueve libras, contienen bajo porcentaje de azúcares y acidez, como también bajo contenido de fibra. Puede ser una variedad triploide por las características de la planta.

## 2.6 PRINCIPALES PROBLEMAS

2.6.1 Enfermedades. Entre las mayores problemas ocasionadas por enfermedades en Colombia y en las zonas productoras se encuentran: la pudrición del cogollo, la podredumbre del fruto y la peca, entre otras de importancia económica.

Algunas enfermedades comunes en otros países son: la fusariosis, que causa pérdidas en el Brasil, también el Wilt, que es causado por un virus, en Colombia no ha sido reportado.

-Pudrición del cogollo o *Phytophthora*. Esta enfermedad es causada por varias especies del género *Phytophthora* como son *P. cinnamomi* Rands, *P. meadii* McRae y *P. parasítica* Dastur.

La enfermedad se caracteriza por una pudrición blanca y blanda en la base de las hojas. Comienza por cubrir una pequeña parte del costado de la base de las hojas y luego se extiende hacia arriba solamente, hasta alcanzar la parte verde y sólida de los tejidos y en ocasiones desciende hasta llegar al tallo o tronco. Al principio la enfermedad ataca solamente las hojas centrales o cercanas a esta y en casos más avanzados ataca la corona (Johnston, 1981).

Esta enfermedad esta limitada en areas de alta precipitacion y temperaturas frias las condiciones de drenaje deficiente favorecen su incidencia. Los generos de *Phytophthora* atacan principalmente plantas jovenes inmediatamente despues del trasplante o plantas adultas antes de la fructificacion (Frohlich 1970)

El piñicultor inicia su control desde la desinfeccion del colino antes de la siembra. Actualmente se esta utilizando Fosetil de aluminio en dosis de 500 gramos de producto comercial por hectarea para lo cual se diluye en canecas de 200 litros de este modo se protege el cultivo durante 15 a 2 años. Cuando se presentan ataques severos se utilizan fungicidas sistemicos por lo menos en dos ocasiones una despues de la siembra y dos a tres meses despues de la primera aplicacion. El hongo puede aparecer con menor incidencia en suelos con acidez (pH 4 a 5)

-Podredumbre blanda del fruto o pudricion negra. Es la mas importante que ataca a la piña pocas veces causa daños de importancia en el campo pero si ocasiona perdidas en el transporte y mercadeo por lo que se le considera un problema de post cosecha.

La enfermedad es causada por el hongo *Ceratostomella paradoxa* (De sey) Mor (estado imperfecto *Thielaviopsis ettaeticus* Went)

Infesta el extremo cortado de vástago y la infeccion avanza por el centro de este hasta el corazon de la fruta. A medida que el hongo se desarrolla los tejidos se tornan negruzcos debido a la formacion de fructificaciones del hongo hasta que todo el

interior de la fruta se convierte en una masa húmeda blanda y negruzca el fruto no sirve para el consumo. El *C. paradoxa* también ataca hojas en las que produce manchas blanco amarillentas al igual que los tallos y raíces donde causa pudriciones.

El control se basa en prácticas de cultivos y medidas fitosanitarias como son siembras en suelos secos y bien drenados colinos provenientes de plantas sanas destrucción de las partes infectadas de la planta aplicaciones de fungicidas con base en cobre uso de variedades resistentes como la Red Spanish al igual que los híbridos obtenidos a partir de esta variedad.

En Colombia solo se hacen tratamientos a frutos que se destinan a mercados especializados o para exportación.

-Peca o mancha de fruto. Enfermedad relativamente nueva ya que a partir de 1985 causa pérdidas considerables su aparición comercial se inició en Santander en cultivos de soca y actualmente provoca la reducción de la producción en el Valle del Cauca.

La peca es causada por el hongo *Penicillium funiculosum*.

El hongo penetra por la flor abierta y ataca inicialmente el ojo o frutillos. Los síntomas no son visibles desde el exterior solo pueden detectarse cuando el fruto inicia la maduración puede causar pérdidas de un 80% en cultivos nuevos.

Tres o cuatro aplicaciones de fungicidas al momento de la floración disminuyen el daño a menos del 1%.

-Pudrición rosada de las raíces *Fusarium moniliforme* Sheldon es el hongo causante de la pudrición rosada

La enfermedad se caracteriza por la pudrición de la corteza de las raíces la cual se desprende. El cilindro central de estas toma una coloración rosada como consecuencia del daño del sistema radicular la planta se amarilla y finalmente se seca

El desarrollo de la pudrición es favorecido por condiciones de humedad del suelo. Se han obtenido reducciones significativas de la enfermedad mediante drenajes y al disminuir la acidez del suelo ya que el hongo causa daño a valores de pH menores de 5.0 (Frohlich 1970)

Otras enfermedades que atacan el cultivo de la piña y que son causadas por hongos son *Asterella aliena* *Cercospora sacchari* *Cladosporium fulvum*

-Enfermedades causadas por nematodos. La piña es bastante susceptible a su ataque y causa bajas en los rendimientos

Entre las especies de nematodos más conocidas se tienen *Rotylenchulus reniformis* *Helicotylenchus* sp *Pratylenchus* sp *Heterodera radicola* *Meloidogyne acrita*

Los síntomas son clorosis marcada de todas las plantas localizadas en parches afectados dentro de la plantación pérdida de los apices de las raíces atrofiaamiento del sistema radical las plantas pueden ser arrancadas con facilidad y presentan poca respuesta a la aplicación de abonos

Buenas prácticas de cultivo arada rastrillada y rotación contribuyen a disminuir la población de nematodos

2.6.2 Plagas Las principales plagas de la piña son

-Simfíidos Es la principal plaga de las raíces la ausencia de control conlleva a la baja producción del cultivo Son pequeños ciempies que se mueven muy rápido en el suelo y favorecen la entrada de patógenos

-Cochinilla harinosa El nombre científico es *Dysmicoccus brevipes* Cockerell y se clasifica así

Orden Homoptera

Familia Pseudococcidae

Es un insecto pequeño de color gris que está cubierto por una sustancia blanca harinosa formada por finísimos hilos de cera producidos por el mismo Se localizan en la raíz cuello de esta y axilas de las hojas pero también se encuentran en el fruto y en su corona están asociados con hormigas que los protegen de sus enemigos y los diseminan por el campo lo que aumenta su población y sus colonias

Afectan a la planta al chupar la savia además ocasionan toxemia la cual puede causar la destrucción. Es transmisor del Wilt

Para el control los colinos se desinfectan con alfa metil parathion al 57% y Carbofuran en cultivos establecidos se recomienda usar los siguientes insecticidas Malathion Dimetoato al 50% Ekatil al 20% y Dysiston 4%

Para el control de la hormiga se utiliza Monocrotofos insuflado en las bocas de los hormigueros

- Acaro de la base de la hoja Existen dos especies *Stigmaeus floridanus* (Banks) y *Dolichotetranychus* sp pertenecientes a la familia Tetranychidae

El *S floridanus* reportado en el departamento del Atlántico y la Unión (Valle) es un acaro pequeño de color rojizo muy activo junto con el *Dolichotetranychus* sp forma colonias muy numerosas en la base de las hojas (Pardo y Posada 1967)

Estas especies chupan la savia de las plantas y causan la muerte de los tejidos que lesionan. Las hojas se secan la planta reduce su crecimiento y puede morir. El ataque de estas plagas a colinos es muy severo y difícil de controlar

-Polilla del fruto Su nombre científico es *Thecla basilides* y se clasifica de la siguiente manera

Orden Lepidoptera

Familia Lycaenidae

Es una larva de mariposa que perfora el fruto. Alcanza hasta dos centímetros de longitud y es amarilla con manchas oscuras en el dorso. El adulto es una mariposa de color azul metálico, presenta manchas anaranjadas y borde blanco en las alas y dos colas en la parte posterior de ella.

El adulto oviposita al momento de la floración en la base carnosa de la bractea, devora las piezas florales y por último penetra y daña la pulpa de la fruta. Alrededor del orificio de entrada aparece una exudación de goma, esta característica determina su presencia.

-Picudo de la caña. Es un cucarrón negro de cuatro centímetros de longitud, muy fuerte, que presenta un pico característico y que vuela a gran velocidad. Este insecto es una plaga importante en caña de azúcar, palma africana y otros cultivos. En piña causa daños ocasionales.

Nombre científico *Rhynchophorus palmarum* L.

Orden Coleoptera

Familia Curculionidae

Los cucarrones comen los frutos muy maduros o los que han sido lesionados. Llegan atraídos por el olor de los frutos en descomposición que se dejan abandonados en el campo. Los insectos se presentan en gran número.

No ha sido necesaria la aplicación de insecticidas. Se recomienda no dejar frutos en pudrición en el campo, no dejar sobremadurar, golpear o lesionar los frutos dentro de la plantación. Se deben hacer trapeos con feromonas para disminuir la población de los insectos.

-Otras plagas. La piña también es atacada por grillos, hormiga brava, chispa o pitucha, bichos de candela (*Thrips tabaci* Lindeman), escama roja circular (*Chrysomphalus dictyospermi* Morgan), cochinilla cerosa (*Ceroplastes* sp. *Toumeyella* sp), cucarrón de invierno (*Podischnus agenor* Oliver), picudo de la piña (*Metamasius hebetatus* Gyllenhal), cucarrón (*Gymnetis pantherina* Blanchard), azulina de la piña (*Lycaena* sp), gusano tornillo de la piña (*Castnia linus heliciniodes* (Herrich - Schaefer) *Castniomera* sp).

## 2.7 LABORES CULTURALES

2.7.1 Preparación del terreno. Es conveniente arar el suelo a 20 o 30 centímetros de profundidad, se limpia de raíces y malezas. La preparación mediante maquinaria consta de una arada, dos rastrilladas, una subsolada y caballoneada, son las labores más comunes.

2.7.2 Semilla El material de propagación más usado es el de los colinos basales del fruto aunque los piñicultores con grandes áreas y siembras constantes obtienen colinos axilares al dejar crecer estos dos o tres meses después de la cosecha

La semilla debe ser tratada antes de su siembra para prevenir el ataque de *Phytophthora* y eliminar la cochinilla harinosa. Los colinos antes de la siembra se seleccionan por su desarrollo algunos se siembran de acuerdo con el peso (200-300 gr) con el fin de acortar el periodo vegetativo del cultivo

2.7.3 Densidad y distancias de siembras Los sistemas y densidades de siembras son variados según la finalidad del cultivo si es para conservas, exportación o como fruta fresca nacional también depende de la topografía del terreno

La distancia de siembra más recomendable es 30 \* 55 / 90 cm en surcos dobles donde 30 indica la distancia entre plantas en un fila, 55 indica la altura del triángulo o distancia entre filas del surco doble y 90 indica la anchura del callejón entre dos filas dobles. Con esta distancia se obtienen aproximadamente 46 000 plantas por hectárea y se puede esperar una producción de 60 a 80 toneladas en la primera cosecha

Otras distancias son de 45 / 45 / 90 Cm y 45 / 45 \* 100 para obtener 44 000 y 39 000 plantas por hectárea respectivamente (Roa 1973)

Los colinos se siembran de 7.5 a 10 cm de profundidad. Aunque la piña es un cultivo perenne, comercialmente no debe dejarse más allá de la tercera cosecha, por los costos de mantenimiento y su reducción en la producción, por lo cual no es rentable a partir de la segunda cosecha.

2.7.4 Control de malezas. La piña no compete con las malezas, por esto se debe hacer un buen control de ellas, ya que disminuyen los rendimientos, compiten por agua, luz y nutrientes, con lo cual disminuyen la capacidad fotosintética de la planta. Además son hospederas de plagas. El control depende del tipo de maleza, sistema de siembra, estado de desarrollo del cultivo y tipo de suelo.

Antes de la siembra, al momento de la siembra y durante el desarrollo se realizan aplicaciones químicas. Ver Tabla 3.

La repetición de las aplicaciones depende del crecimiento de las malezas y de la efectividad de la primera aplicación. Es recomendable hacer control químico cuando la maleza tiene máximo de dos a tres hojas, para que el control sea total. No se debe aplicar herbicidas hormonales como 2,4-D o 2,4,5-T, ya que causan fitotoxicidad al cultivo. Las malezas más comunes en el cultivo de la piña son *Imperata cylindrica*, *Cynodon dactylon*, *Panicum repens*, *Agropyrum repens*, *Triticaria sp* y *Cyperus rotundus* entre otras.

En algunos países se usan coberturas plásticas o papel asfáltico que limita el crecimiento de las malezas, pero no en su totalidad. En Colombia, donde hay coquito (*Cyperus rotundus*), esta práctica no ha dado buenos resultados, ya que perfora la cobertura.

Cuando se presenta una alta poblacion de malezas y esta tiene un gran desarrollo la manera adecuada de erradicarla es manualmente

TABLA 3 Herbicidas dosis y épocas de aplicación para el control de malezas en piña

(PRIVADO) NOMBRE COMERCIAL (Y GENERICO)	EPOCA Y FORMA DE APLICACION	DOSIS Kg/ha
1 Dalapon (Dalapon)	Presiembra post-emergente (toxico para la piña)	8 - 12
2 Gramoxone* (paraquat)	Presiembra post-emergente post-siembra y dirigido a la planta	2 - 4 1 - 2
3 Round - Up* (Glyphosato)	Presiembra post-emergente post-siembra y dirigido toxico a la planta	4 - 8 2 - 4
4 Karmex** Crystal - Diuron (Diuron)	Pre o post emergente cuando la maleza inicia germinacion Post siembra (cobertura total dosis bajas dirigido dosis alta)	4 - 6 2 - 6
5 Afalon** (Linuron)	Pre post emergente cuando la maleza inicia germinacion Post siembra (cobertura total dosis bajas dirigido dosis alta)	4 - 6 2-6
7 Gesaprin ** (Atrazina)	Plantacion (cobertura total) Post siembra (cubrimiento total)	4 - 6 2 - 4
8 Gesapax ** Cañero Ametrex (Ametrina)	Pre y post siembra (cobertura total dosis bajas presiembra y potsiembras dirigido dosis altas)	2 - 6

FUENTE ICA programa de frutales 1987

Aplicar antes de la siembra Si se usan en postsiembras se deben aplicar con pantalla ya que son tóxicos a la piña

\*\* Selectivo se pueden aplicar sobre cultivo y maleza cuando se usan dosis bajas

NOTA Existen mezcla de los productos anteriores que se pueden usar Se debe tener en cuenta que algunos de los productos tambien aparecen en el mercado mezclados con 2 - 4 D el cual no se puede usar en piña durante el desarrollo de la planta

2.7.5 Inducción de la floración La floración en forma natural no es pareja en una plantación de piña y esta influenciada por muchos factores. Algunos de ellos son: clase de retoño usado, su posición en la planta, su peso y tamaño, condiciones de clima, suelo y épocas de siembra.

Uno de los principales factores que influyen en la floración es la temperatura. Noches frías con temperatura de  $16^{\circ}\text{C}$  tienden a inducir floración si la planta ha estado ocho meses o más en el campo. En clima cálido la floración se retarda (Torres 1977).

Según Growing citado por Py (1984) en el meristemo terminal se encuentra el ácido indolacético (auxina) de cuya concentración depende la floración. Como se sabe, una vez iniciada la inflorescencia la planta detiene su crecimiento vegetativo. Sin embargo, algunas plantas florecen antes debido al efecto de daños causados por plagas, enfermedades, exceso o deficiencia de agua. La aplicación de altas dosis de nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo y retarda la floración.

La época de floración se puede adelantar mediante inductores de floración como carburo de calcio, etileno, acetileno, ácido naftalenacético, ácido butanftalenacético, etc.

Según Salazar (1994) algunas ventajas del manejo de inductores florales son:

- Obtención de frutos en menor tiempo y reducción en gastos de recolección.

- Evitar una estación perjudicial para la calidad de la fruta ya que es afectada por temperatura y humedad
- Limitar los efectos de una estación seca demasiado larga especialmente al momento de la diferenciación floral
- Evitar un desarrollo vegetativo grande lo que dificulta su recolección
- Reducir escalonamiento de la cosecha
- Solucionar problemas de mano de obra

En 1968 se introdujo a Colombia la técnica del ácido 2-Cloroetil fosfónico (Ethrel) que se descompone en etileno este induce la floración y puede ser aplicado a cualquier hora del día y permanece en las axilas de las hojas hasta que la planta lo absorbe se utilizan 15 litros de producto comercial por hectárea se adicionan 50 c.c. de la mezcla por planta

Entre 35 y 45 días después del tratamiento la inflorescencia aparece en el centro de la roseta El tiempo que transcurre de la aparición de la inflorescencia a la salida de la primera flor es de unos 37 a 45 días desde este momento hasta la aparición de la última flor transcurren entre 20 y 25 días en unos 100 días se puede cosechar el fruto

El ácido naftaleno acético se utiliza en una dosis de 1 mg / planta o sea 45 a 55 gr / ha (Salazar 1994)

## 2.8 GENERALIDADES DE FERTILIZACION

La piña extrae cantidades considerables de nutrimentos por esta razón es recomendable adicionar altas dosis de fertilizante

La cantidad de fertilizantes a aplicar es calculada según los resultados del diagnóstico foliar y del análisis del suelo cuyos límites fueron evidenciados mediante estudios según Tabla 4

Las necesidades de Nitrogeno y Potasio son elevadas mientras el Fosforo es asimilado en cantidades reducidas tal vez debido a la presencia natural de micorrizas en los suelos usados

Según Py (1984) la extracción de nutrimentos por planta es de 8 a 14 gr de Nitrogeno (N) de 10 a 20 gr de Potasio ( $K_2O$ ) y de 1 a 5 gr de ácido fosfórico ( $P_2O_5$ )

TABLA 4 Piña necesidades de fertilizantes segun el analisis foliar y del suelo

TIPO DE ELEMENTO	ANALISIS FOLIAR	ANALISIS DEL SUELO
Necesidades de Nitrogeno	Segun el índice colorimetrico (color de las hojas)	
Necesidades de Potasio	Si el porcentaje de $K_2O$ es de 3.2 a 3.6% de la materia seca	Si $K < 0.50$ meq en 100 gr de suelo
Necesidades de Magnesio	Si $MgO < 0.2\%$ de la materia seca	Si $K_2O/MgO < 1$
Necesidades de fosforo	Si $P_2O_5 < 0.28\%$ de la materia seca = $0.09\%$ de la materia seca	Si $P_2O_5 < 0.02\%$

FUENTE Memento de la agronome 1980

Cuando la piña se usa para el consumo fresco se le debe adicionar hierro (Fe) y zinc (Zn) de acuerdo con el contenido de estos elementos en el suelo

Como guía general se presentan las cantidades de nutrientes usadas en algunas zonas productoras de piña donde el cultivo esta altamente tecnificado la variabilidad que se presenta se debe a tipo de suelo variedad y destino de la fruta (Ver Tabla 5)

Durante el crecimiento de la planta se pueden fraccionar las aplicaciones de nitrógeno y potasio de acuerdo con las condiciones climáticas. Periodos poco soleados y de bajas temperaturas así como épocas secas o húmedas disminuyen la actividad fisiológica de la planta causan estrés y no permiten una buena asimilación de los elementos disponibles en el suelo (IICA 1989)

TABLA 5 Fertilizacion utilizada en cultivos tecnificados de piña en algunos paises para obtener de 1 8 a 2 0 kilos de peso

PAIS	GRAMOS / PLANTA COSECHA			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
Africa occidental	8-10	0-5	8-25	0-0 6
Martinica	10-12	0-5	15-24	0-4 5
Australia	10	4	25	9 5
Africa del Sur	6-8	0-13	0-13	

FUENTE ICA Programa de frutales (1979)

Las aplicaciones se pueden hacer en forma líquida o sólida sobre la planta de esta forma el nutriente llega directamente a las raíces adventicias el fertilizante no retenido en las hojas es alcanzado por el sistema radicular subterráneo. Cuando se aplica en forma sólida se recomienda colocarlos en las axilas de las hojas más viejas ya que en las jóvenes puede causar fitotoxicidad.

En el Valle del Cauca y Caldas se aplican 500 kilos de urea (230 Kg/ha N), 412 Kg de Sulfato de Potasio, 50 Kg de sulfato de Hierro y 5 kilos de sulfato de zinc por hectárea. Estas cantidades aplicadas en 16 partes y con frecuencia de 15 a 30 días en forma foliar, así cada planta recibe 10,8 gr de urea, 8,92 de sulfato de potasio, 1,1 de sulfato de hierro, 0,11 gr sulfato de zinc. Esta fertilización no se basa en el contenido de nutrientes del suelo pudiéndose aplicar cantidades innecesarias de hierro ya que éste no es deficiente bajo estas condiciones. Tampoco se ha considerado el efecto antagonico entre el hierro y el zinc los cuales deben ser aplicados separadamente (IICA 1989).

Por lo tanto los elementos que comúnmente deben suministrarse al suelo son los siguientes:

2.8.1 Nitrogeno. Este elemento es uno de los principales componentes de las proteínas y constituye aproximadamente un 7% de la sustancia seca de la planta de piña por tal motivo la fertilización nitrogenada es indispensable para el desarrollo normal de todos los procesos vegetativos.

El nitrógeno fomenta la formación de masa foliar peso del tallo y por consiguiente el peso del fruto mientras que el desarrollo radicular no aumenta en la misma proporción

Aplicaciones nitrogenadas afectan además del peso del fruto y la calidad del mismo la coloración de la pulpa también disminuye la coloración externa y la acidez Por otro lado el nitrógeno influye sobre la floración de la planta por la relación existente entre sustancias nitrogenadas y carbohidratos Aplicaciones altas de Nitrógeno retrasan la floración

Algunas veces se recomienda suspender la aplicación de Nitrógeno tres meses antes de la inducción porque retrasa la floración Una vez florecida la planta las fertilizaciones que se adicionan favorecen el desarrollo de los colinos y de la segunda cosecha Esto no tiene efecto en la primera cosecha solo tiene efecto una aplicación de potasio ya que mejora la calidad del fruto

La deficiencia de Nitrógeno induce una clorosis que se inicia en las hojas viejas cuando la deficiencia se acentúa el crecimiento se retrasa y las hojas comienzan a morir desde el ápice Los frutos se tornan pequeños muy coloreados externamente pálidos en su interior y muy dulces El número de retoños disminuye hasta tal punto que puede no haber producción de frutos

2.8.2 Fosforo Se encuentra en diversas combinaciones orgánicas como el ácido nucleico la fitina y los fosfatidos o como parte integrante de las enzimas Interviene también en forma inorgánica en el metabolismo de la planta y en la composición de los hidratos de carbono es decir el ácido fosfórico es la clave de todas las transformaciones que permiten que la planta

adquiera energía para sus procesos metabólicos. A pesar de su importancia dentro de la planta, este elemento es absorbido en cantidades reducidas.

El fósforo favorece la formación y desarrollo del sistema radicular, la floración y la maduración de los frutos. Altas aplicaciones del mismo disminuyen el rendimiento debido a la menor absorción de nitrógeno por el antagonismo de estos dos elementos. Por el contrario, el fósforo fomenta la asimilación de potasio.

A pesar de que es difícil encontrar deficiencia de fósforo en la planta, los síntomas se observan sobre el follaje que toma un color verde oscuro, las hojas son largas y estrechas, con porte erecto y su extremidad se necrosa progresivamente en las más viejas. Estos síntomas se presentan principalmente en suelos muy ácidos, en los que el fósforo no es asimilable.

**2.8.3 Potasio** La piña tiene altas necesidades de potasio. Estas son máximas durante fructificación y maduración. Este elemento es factor determinante en la calidad de la fruta.

El potasio se encuentra en la planta en estado inorgánico, ya sea libre en la savia o combinado con sustancias albuminoácidas. Se encuentra en todas las partes de la planta donde ocurren actividades fisiológicas, como en las hojas y en las zonas de crecimiento. Participa en la formación de azúcares y almidones, la elaboración de los ácidos orgánicos, así como en la formación de los tejidos esclerométricos, la reducción de los nitratos, la síntesis de albuminas y el transporte de los productos asimilados dependen, en gran parte, del buen aprovisionamiento de potasio.

Al igual que con el nitrógeno la fertilización con potasio induce un mayor peso de la planta y por lo tanto mayor peso del fruto

Una deficiencia de potasio ocasiona lento desarrollo y clorosis general de la planta las hojas se tornan cortas estrechas y de porte abierto en el centro del limbo esto impera en las hojas más viejas se observan manchas decoloradas difíciles de ver en los primeros estados de deficiencia En este estado las manchas pueden observarse a tras luz En estado avanzado las manchas son más notorias llegando a ser casi amarillas y en ocasiones rojizas Las manchas se extienden y se juntan formando manchas más grandes y en algunos casos forman bandas laterales granuladas al tacto Posteriormente las hojas mueren comenzando por las más viejas desde la punta Plantas con deficiencia de potasio producen frutos pequeños con bajo contenido azúcares la acidez es baja y no existe aroma

Sidenis y Young citados por Terwes y Gruneberg (1967) encontraron que la concentración de potasio y de magnesio en el fruto disminuía a mayor cantidad de cloro mientras que el calcio aumentaba Igualmente reportan que el peso del fruto decrece con concentraciones ascendentes de cloruros

Por todo lo anterior no se recomienda utilizar cloruro de potasio como fuente de potasio

De acuerdo con las investigaciones realizadas por Cannon citadas por Terwes y Gruneberg (1967) el contenido de potasio en el suelo disminuye considerablemente con solo cuatro años del cultivo Al inicio del cultivo se encontraron 0.6 meq de K / 100 gr del suelo y cuatro años más tarde al mantener el suelo cultivado en forma permanente con piña el contenido de

potasio disminuyó a 0.45 meq. A pesar de haber sido fertilizada la piña con este elemento en parcelas que no fueron fertilizadas el contenido fue del 0.35 meq. K / 100 gr. de suelo.

2.8.4. Calcio. El calcio ejerce una función antagonista con el potasio dentro de la planta favorece la pérdida de turgencia, la transpiración y el envejecimiento del tejido. Un descenso del contenido de calcio en las hojas es señal típica del envejecimiento de la planta.

El calcio desempeña un papel importante en los fenómenos que llevan a la diferenciación floral y el desarrollo del fruto.

Un exceso de calcio en el suelo ocasiona clorosis por no asimilación de hierro por parte de la planta. Igualmente favorece el desarrollo de la pudrición de la corona causada por varias especies de hongos del género *Phytophthora* que causan una de las enfermedades fúngicas más perjudiciales a la piña.

El encalado se recomienda en aquellos suelos con pH por debajo de 4.5 y/o cuando el contenido de calcio es menor de 50 ppm o de 0.25 meq / 100 gr. de suelo. Un encalado excesivo puede disminuir la producción por causa de la desproporción que se presenta entre calcio y boro (Hernández 1958).

Se recomienda un encalado del suelo solo cuando su pH es menor de 4.5 y/o el contenido es menor de 50 ppm o 0.25 meq / 100 gr. de suelo.

Es difícil encontrar deficiencia de calcio ya que la planta requiere pequeñas cantidades de este elemento. La deficiencia causa formación de manchas negruzcas en el interior del fruto.

2.8.5 Magnesio. El magnesio es un componente de clorofila y por lo tanto indispensable para la planta. Sin embargo las necesidades de la piña no son altas.

La carencia de magnesio no se presenta claramente hasta el sexto mes. En ausencia total del elemento se presentan manchas de coloración débil en los bordes de las hojas. A partir de la diferenciación floral las manchas crecen, se juntan y aparece una tonalidad azulada en la base de las hojas. Posteriormente se presenta una marchitez rápida en todas las hojas en crecimiento comenzando por las más antiguas al acercarse el fruto a la maduración. Solo las hojas del retoño permanecen turgentes.

2.8.6 Elementos menores. Los microelementos, pese a ser tomados por la planta en muy pequeñas cantidades, son de importancia para el metabolismo vegetal.

- Hierro. Forma parte de diversas enzimas y desempeña un papel importante como catalizador reductor. Participa en la oxidación de los carbohidratos en la fotosíntesis y en la reducción de los sulfatos y nitratos.

La deficiencia del hierro se manifiesta en clorosis en las hojas jóvenes, contrario a la clorosis causada por deficiencia de nitrógeno, la cual se manifiesta primero en las hojas viejas.

El hierro es fijado en suelos con alto contenido de calcio razón por la cual se presenta clorosis ferrosa en estos suelos

Igualmente suele presentarse deficiencia de hierro en suelos con alto contenido de magnesio

-Zinc Una deficiencia de zinc causa un encrespamiento y retorcimiento de las hojas jóvenes de la planta. Las hojas son delgadas de color verde pálido a amarillo

Los síntomas de deficiencia aparecen en manchas en el cultivo y junto a una planta deficiente puede crecer plantas aparentemente sanas

-Boro El boro ejerce un efecto regulante sobre la permeabilidad del plasma lo que favorece la absorción de cationes y reprime la de los aniones. La deficiencia de boro destruye los vasos conductores con lo cual se afecta más el floema que el xilema

Como consecuencia en las hojas se presenta una concentración alta de productos asimilados

La deficiencia del boro causa la muerte del meristemo terminal y cuando la planta está en fructificación la deficiencia se manifiesta por resquebraaduras sobre el fruto y formaciones corchosas entre los frutillos esto es más notorio en la segunda cosecha

- Cloro Aun cuando el papel del cloro como nutriente vegetal es desconocido en piña este elemento es perjudicial en cuanto a rendimiento y calidad se refiere Su presencia favorece las propiedades turgentes de la célula vegetal y la absorción de cationes en especial la de calcio como ya se ha visto la piña es sensible al exceso de calcio De otra parte el efecto fisiológico del potasio es aminorado por el cloro (IICA 1989)

Sidenis y Young citados por Tewes y Gruneberg (1967) reportan que los cloruros causan necrosis foliares reducen los contenidos de azúcares y almidones y a mayores concentraciones impiden la fructificación

A continuación se presentan los resultados obtenidos por Py *et al* (1984) en un ensayo de fertilización de piña realizado en Formosa con el empleo de diferentes proporciones en cuanto a los elementos N P K



**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**  
**SISTEMA DE BIBLIOTECAS**  
**MEMEROTECA**  
**Villavicencio - Meta**

Tabla 6 Experimento de fertilización con piña en Formosa ( la proporción es multiplicada por 3 gramos )

N-P-K	Numero de frutos	Peso total de frutos en kg	Peso individual medio de fruto en kgs
122	41	62.3	1.521
101	33	34.4	0.045
222	24	36.6	1.527
012	24	31.9	1.329
201	21	24.1	1.151
002	20	15.1	0.759
102	18	23.6	1.313
212	15	20.22	1.353
111	15	18.14	1.231
011	14	11.7	0.840
021	13	10.7	0.823
121	11	14.7	1.336
001	11	8.7	0.795
022	10	8.4	0.847
221	7	10.5	1.510
012	6	4.6	0.770
211	4	5.0	1.257
110	4	3.4	0.852
000	3	1.5	0.526
220	2	2.0	1.010
210	2	1.7	0.882
202	1	0.9	0.925
100	1	0.7	0.185
200	1	0.7	0.730
120		sin fruto	
020		sin fruto	
010		sin fruto	

Sideris y Young 1969 citados Jacob s f

### 3 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LOCALIZACION

El trabajo experimental se realizo en la finca *San José* ubicada en la vereda *Conumia* via cementerio municipal de San Juan de Arama perteneciente al Departamento del Meta y que presenta las siguientes características hidrometeorológicas

Altura sobre el nivel del mar 410 m

Precipitación anual 2700 mm

Temperatura 27°C

Humedad relativa 80%

### 3.2 PREPARACION DEL SUELO

Inicialmente se tomo la muestra del suelo para el analisis correspondiente. En la tabla 7 se encuentra el analisis de suelos de las principales zonas productoras de piña del pais e incluye el analisis de suelo del presente trabajo. La preparacion del terreno se hizo con una arada y dos rastrilladas de 20 a 25 cm de profundidad.

3.2.1 Enmienda: Se aplico cal dolomita a razon de 225 gramos / planta 15 dias antes de la siembra y posteriormente se incorporo con un pase de rastrillo. El analisis de suelo se encuentra en la tabla 7.

### 3.3 SIEMBRA

Se utilizo la variedad Perolera. Se emplearon colinos basales previamente seleccionados de plantas sanas y cuyo peso aproximado oscilo entre 300 y 500 gramos por colino. La desinfeccion se realizo con una mezcla de Fosetil de Aluminio y Dimetoato a razon de 500 gramos y 200 cc respectivamente.

La distancia de siembra empleada fue 30 x 60 x 90 cm en surcos dobles para ajustar una densidad de siembra de 44 444 plantas / ha a una profundidad de siembra de 10 a 12 cm para prevenir pudricion de cogollo (*Phytophthora*) sp y eliminar la cochinilla harinosa.

Tabla 7 Analisis fisico-quimico de suelos de las regiones productoras de piña en Santander y Meta

	Lebrija*	Villavicencio*	Mesetas**	San Juan de Arama***
Textura	FA	FAr	FA	FAr
pH	4.17	4.17	4.3	4.4
M.O (%)	2.6	2.4	7.2	1.5
P(ppm)	3.6	4	8	0.3
Al(meq/100g)	4.9	2.5	5.5	3.4
Ca(meq/100g)	0.63	0.17	0.4	0.65
Mg(meq/100g)	0.33	0.04	0.28	0.55
K(meq/100g)	0.14	0.1	0.19	0.18
Na(meq/100g)	0.15	0.01	0.18	0.01
% Sat Al	78.6	88.65	83.97	71

\*ICA 1979

\*\*CORPOICA 1997

\*\*\*Unillanos 1995

### 3.4 FERTILIZACION VARIABLE (N P2O5 K2O)

Se utilizó urea al 46% como fuente de Nitrógeno la totalidad de esta se dividió en 9 aplicaciones parciales realizadas cada mes empezando al segundo mes de establecido el cultivo. Se adicionó a razón de 6, 9, 12 y 15 gramos / planta lo cual equivale a un total de 580, 870, 1160 y 1450 Kg/ha respectivamente.

Como fuente de fósforo se empleó el Superfosfato triple (SPT) con 44.5% de  $P_2O_5$  el cual se aplicó un 50% al momento de la siembra el otro 50% se dividió en dos fracciones un 25% se suministró al segundo mes de establecido el cultivo y el 25% restante al cuarto mes. Las dosis aplicadas fueron de 300 y 600 Kg de STP por hectárea equivalentes a 3 y 6 gramos / planta respectivamente.

Se empleó sulfato de potasio con 50% de  $K_2O$  como fuente de potasio. La totalidad del sulfato de potasio se aplicó en forma similar al nitrógeno nueve aplicaciones de dosis iguales a partir del segundo mes de establecido el cultivo. Las dosis de sulfato de Potasio empleadas por hectárea fueron de 1333, 1778, 2222 y 2666 Kg / ha correspondientes a 15, 20, 25 y 30 gramos / planta.

La aplicación de los fertilizantes se hizo en forma sólida y dirigida a la base de las hojas más maduras de la planta.

### 3.5 ANALISIS ESTADISTICO

Para el analisis de este trabajo se tabularon los datos y se hicieron pruebas del analisis de varianza (ANAVA) asi mismo los datos se sometieron a la prueba de Tukey y analisis de regresion y correlacion simple multiple y parcial

3.5.1 Analisis economico Para este analisis se calcularon los costos variables costos fijos rendimientos brutos y rentabilidad Adicionalmente se realizo el analisis de dominancia beneficios netos analisis marginal y prueba de sensibilidad del mercado

3.5.2 Diseño experimental Para la ejecucion del presente trabajo se utilizo el diseño de bloques completos al azar en una distribucion factorial  $4 \times 2 \times 4 \times 1$  que corresponde a cuatro dosis de N dos dosis de  $P_2O_5$ , cuatro dosis de  $K_2O$  y un testigo comercial para un total de 33 tratamientos replicados 3 veces (Vease Tabla 8)

Cada uno de estos tratamientos fue asignado al azar a una parcela experimental cuyas dimensiones fueron 5.9 m x 4.2 m El area estadistica presento una dimension de 13.50 m<sup>2</sup> La parcela experimental se constituyo de 108 plantas y la parcela estadistica de 63 plantas

La distancia entre bloques fue de 2 metros y de 1.2 metros entre parcelas El detalle de la parcela experimental y estadistica se muestra en la figura 1 y la distribucion de bloques y tratamientos en el campo en la figura 2

Tabla 8 Detalle de los tratamientos

Tratamiento	Dosis de elemento (gramos / planta)			Dosis de elementos (Kg / ha)			Repeticiones
	N	P205	K20	N	P205	K20	
1	6	3	15	267	133 3	666 7	3
2	6	6	15	267	267 0	666 7	3
3	6	3	20	267	133 3	888 9	3
4	6	6	20	267	267 0	888 9	3
5	6	3	25	267	133 3	1111 1	3
6	6	6	25	267	267 0	1111 1	3
7	6	3	30	267	133 3	1333	3
8	6	6	30	267	267 0	1333	3
9	9	3	15	400	133 3	666 7	3
10	9	6	15	400	267 0	666 7	3
11	9	3	20	400	133 3	888 9	3
12	9	6	20	400	267 0	888 9	3
13	9	3	25	400	133 3	1111 1	3
14	9	6	25	400	267 0	1111 1	3
15	9	3	30	400	133 3	1333	3
16	9	6	30	400	267 0	1333	3
17	12	3	15	534	133 3	666 7	3
18	12	6	15	534	267 0	666 7	3
19	12	3	15	534	133 3	888 9	3
20	12	6	20	534	267 0	888 9	3
21	12	3	20	534	133 3	1111 1	3
22	12	6	25	534	267 0	1111 1	3
23	12	3	25	534	133 3	1333	3
24	12	6	30	534	267 0	1333	3
25	15	3	30	666 7	133 3	666 7	3
26	15	6	15	666 7	267 0	666 7	3
27	15	3	15	666 7	133 3	888 9	3
28	15	6	20	666 7	267 0	888 9	3
29	15	3	20	666 7	133 3	1111 1	3
30	15	6	25	666 7	267 0	1111 1	3
31	15	3	25	666 7	133 3	1333	3
32	15	6	30	666 7	267 0	1333	3
33	10 4	4	11 25	462 2	177 8	511 1	3

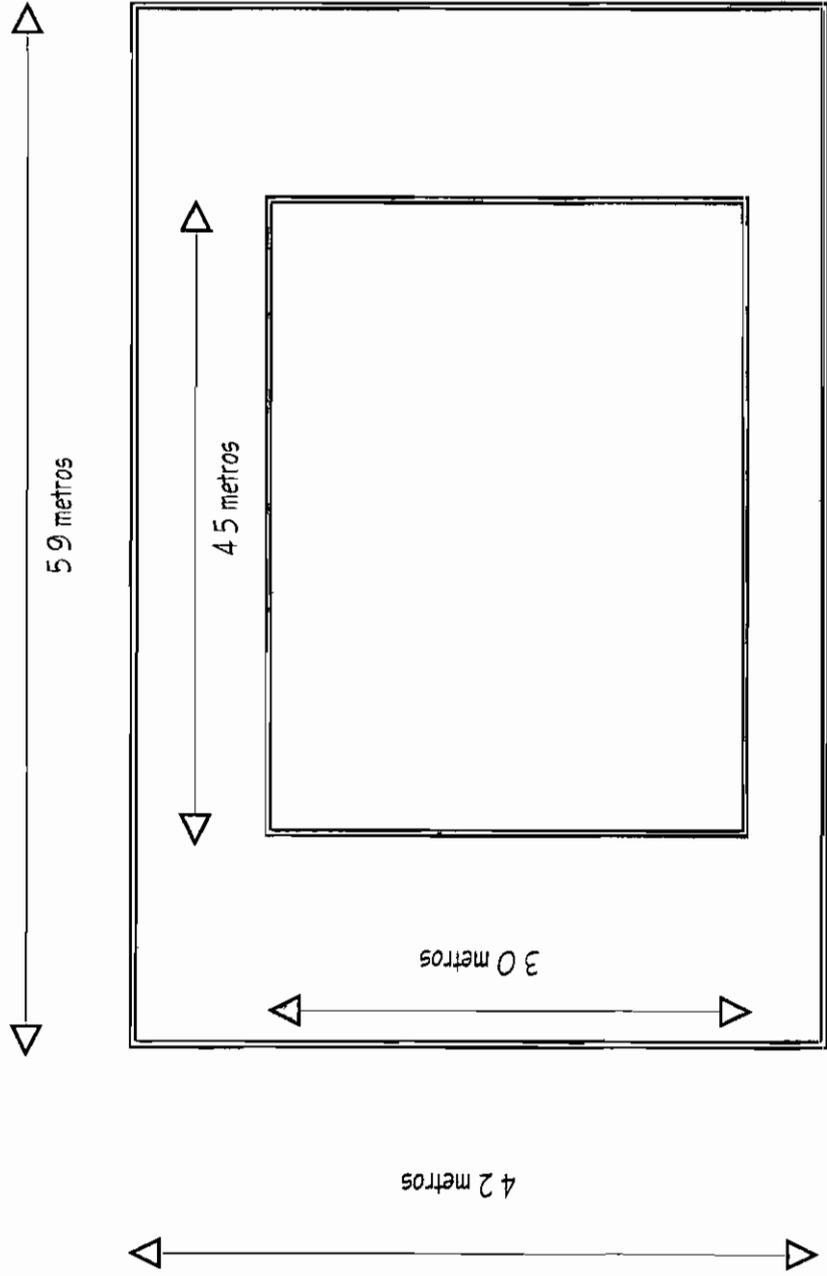


Figura 1 Detalle de la parcela experimental y estadística

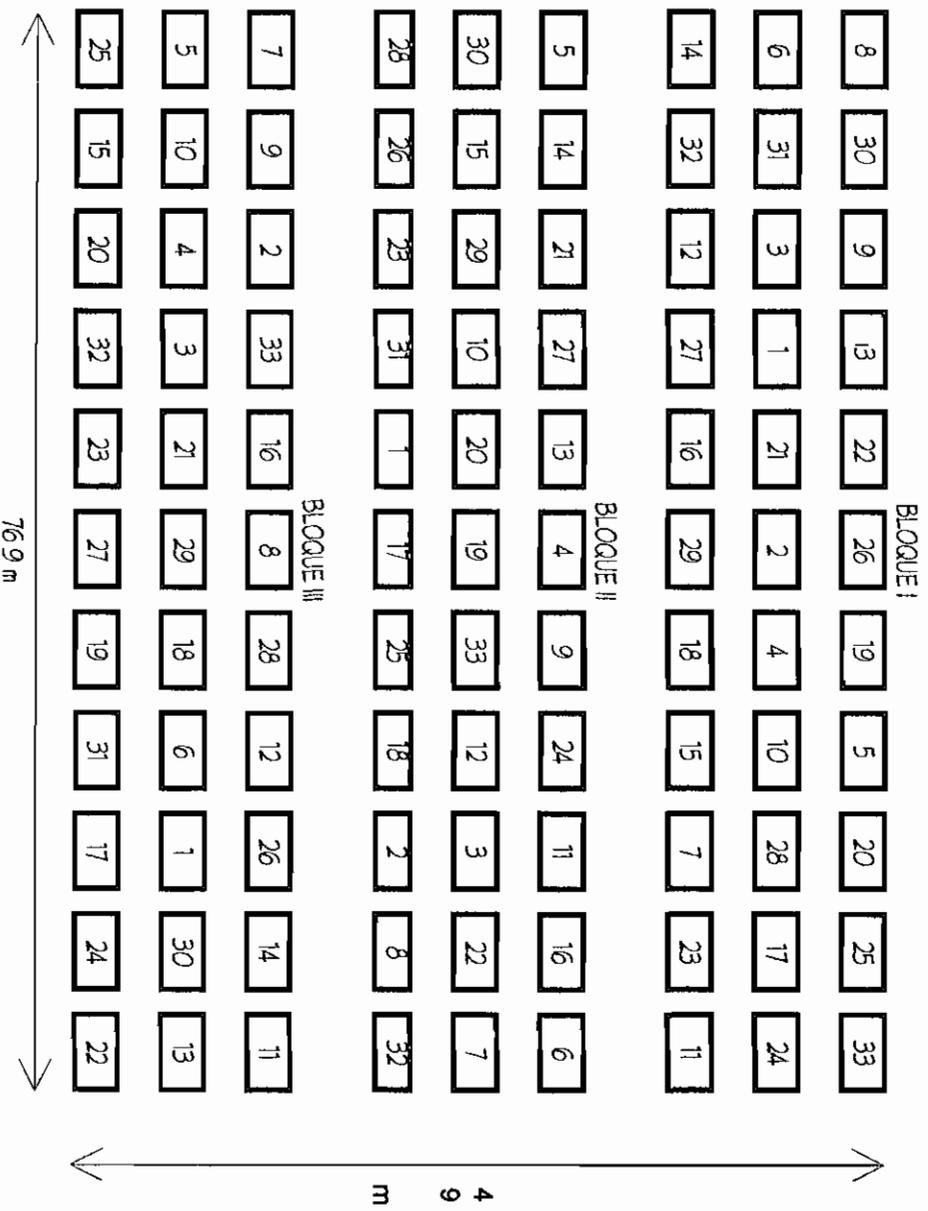


Figura 2 Distribucion de los bloques y tratamientos en campo

### 3.6 DATOS RECOLECTADOS

Se tomaron diez plantas seleccionadas al azar de la parcela estadística y se tomaron los siguientes datos

- Peso fresco de la hoja D a los 4 meses de sembrado el cultivo
- Peso seco de la hoja D a los 4 meses de edad del cultivo
- Porcentaje de materia seca acumulada en los primeros 4 meses de edad del cultivo
- Peso fresco de las hojas D a los 10 meses de sembrado el cultivo
- Peso seco de la hoja D a los diez meses de sembrado el cultivo
- Porcentaje de materia seca acumulada en la hoja D en los diez primeros meses del cultivo
- Peso del fruto a cosecha
- Rendimientos por parcela experimental
- Numero de colinos basales por fruto

Los datos obtenidos de las variables en cada uno de los tratamientos se encuentran consignados en la tabla 9

## 4 RESULTADOS

### 4.1 OBSERVACIONES DE CAMPO

Durante las primeras etapas del cultivo especialmente en los cuatro primeros meses no se observó diferencia alguna en las características fenotípicas de las plantas en los diferentes tratamientos. A partir del quinto mes de desarrollo comenzaron a presentarse diferencias externas especialmente en tamaño y número de hojas entre las parcelas experimentales de un mismo bloque.

Debido a las características presentadas por el material empleado para la siembra se observaron diferencias de desarrollo de acuerdo con el tamaño del colino sembrado en cada uno de los bloques.

En general se detectó mayor desarrollo del cultivo en aquellas parcelas con mayores dosis de fertilizantes.

En cuanto a las condiciones fitosanitarias se determinó que el mayor problema fue causado por la enfermedad de pudrición de cogollo (*Phytophthora cinnamoni*) el cual se controló eficazmente con el uso de fungicidas específicos. El porcentaje de incidencia de la enfermedad fue del 2%.

Otra enfermedad que se presentó fue la "peca del fruto" causada por *Pennicillium funiculosum* con una incidencia del 5%. Esta afección no pudo ser controlada oportunamente debido a la aparición tardía de los síntomas dentro del fruto ya listo para cosechar.

La presencia de plagas durante el desarrollo del cultivo se mantuvo en niveles bajos; sin embargo, se detectó la presencia de larvas de coleópteros (*Podischnus agenor*) las cuales son barrenadores de plantas. El control se hizo con Carbofuran granulado en dosis de 2 gramos por planta, con el que se obtuvo un control excelente.

La inducción floral se realizó a los once meses de establecido el cultivo; para esto se empleó un regulador de crecimiento con base en etefon en dosis de 15 litros / hectárea. El parámetro utilizado para realizar la inducción fue el peso de la hoja. Dicha hoja en el momento de la inducción ya presentaba en promedio un peso superior a 80 gramos.

La diferenciación y desarrollo del fruto coincidió con los meses de verano, lo que trajo como consecuencia un bajo desarrollo de este. Durante las etapas posteriores como llenado y maduración de fruto, si se presentaron regímenes de lluvias adecuados para el cultivo.

## 4.2 ANALISIS ESTADISTICO PARA VARIABLES DE CAMPO

4.2.1 Peso fresco de la hoja D a los cuatro meses. El analisis de varianza muestra que la dosis de nitrogeno potasio ( $K_2O$ ) la interaccion nitrogeno x potasio y la interaccion triple N x P x K ( $N$   $P_2O_5$   $K_2O$ ) presentan diferencias altamente significativas mientras que las diferencias en los bloques y la interaccion N x P ( $N$   $P_2O_5$ ) son significativas. En cambio la dosis de fosforo ( $P_2O_5$ ) y la interaccion de fosforo por potasio P x K ( $P_2O_5$   $K_2O$ ) no presentaron diferencias estadísticas (Tabla 10)

Segun la prueba de Tukey de la misma tabla el mayor peso fresco de la hoja D fue de 43.94 gramos que corresponde a la mas alta dosis de nitrogeno las dosis de 12 y 15 gramos / planta no presentan diferencias significativas en cambio las dosis extremas si presentan diferencias estadísticas significativas. En esta edad del cultivo el elemento Nitrogeno fue el que mas incidio en el peso de la hoja D siendo mayor el peso en las dosis altas.

Al comparar las dos dosis de fosforo empleadas se determino que no hubo diferencias significativas. En cuanto al potasio, solo las dosis de 15 y 30 gramos por planta presentaron diferencia significativa.

El modelo de regresion mostro una tendencia directa y de tipo positivo entre el peso de la hoja D a los cuatro meses en relacion con las dosis de nitrogeno y de potasio ( $K_2O$ ). Por cada gramo de nitrógeno aplicado a la planta el peso de la hoja

aumento 1.27 gramos de igual manera por cada gramo de  $P_2O_5$  aplicado se dio un aumento equivalente a 0.29 gramos en la hoja D (Figuras 3 y 4)

El coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.32$ ) de este modelo resulto ser relativamente bajo ya que su contribucion al comportamiento de esta variable es minima en cambio en el ANAVA el  $R^2$  fue de 0.73 lo que indica que la dosis O de nitrogeno  $K_2O$  y la interaccion triple explican el comportamiento de la variable en un 73% (Tabla 10)

Tabla 10 ANAVA y prueba Tukey para peso fresco de la hoja D a los cuatro meses

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P205		K20	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta
BLOQUES	2	91 515	*	43 943 A	15	38 476 A	6	40 927 A	30
DOSIS N	3	591 029	**	41 388 A	12	39 046 A	3	38 184 AB	25
DOSIS P205	1	7 786	NS	37 051 B	9			40 720 A	20
DOSIS K20	3	171 515	**	32 662 C	6			35 214 B	15
N * P205	3	90 887	*	Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%					
N * K20	9	101 056	**						
P205 * K20	3	22 454	NS						
N * P205 * K20	9	96 461	**						
ERROR	62	26 943							

R<sup>2</sup>=0 73

C V = 13 39

\*\* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

NS = No presenta diferencias significativas

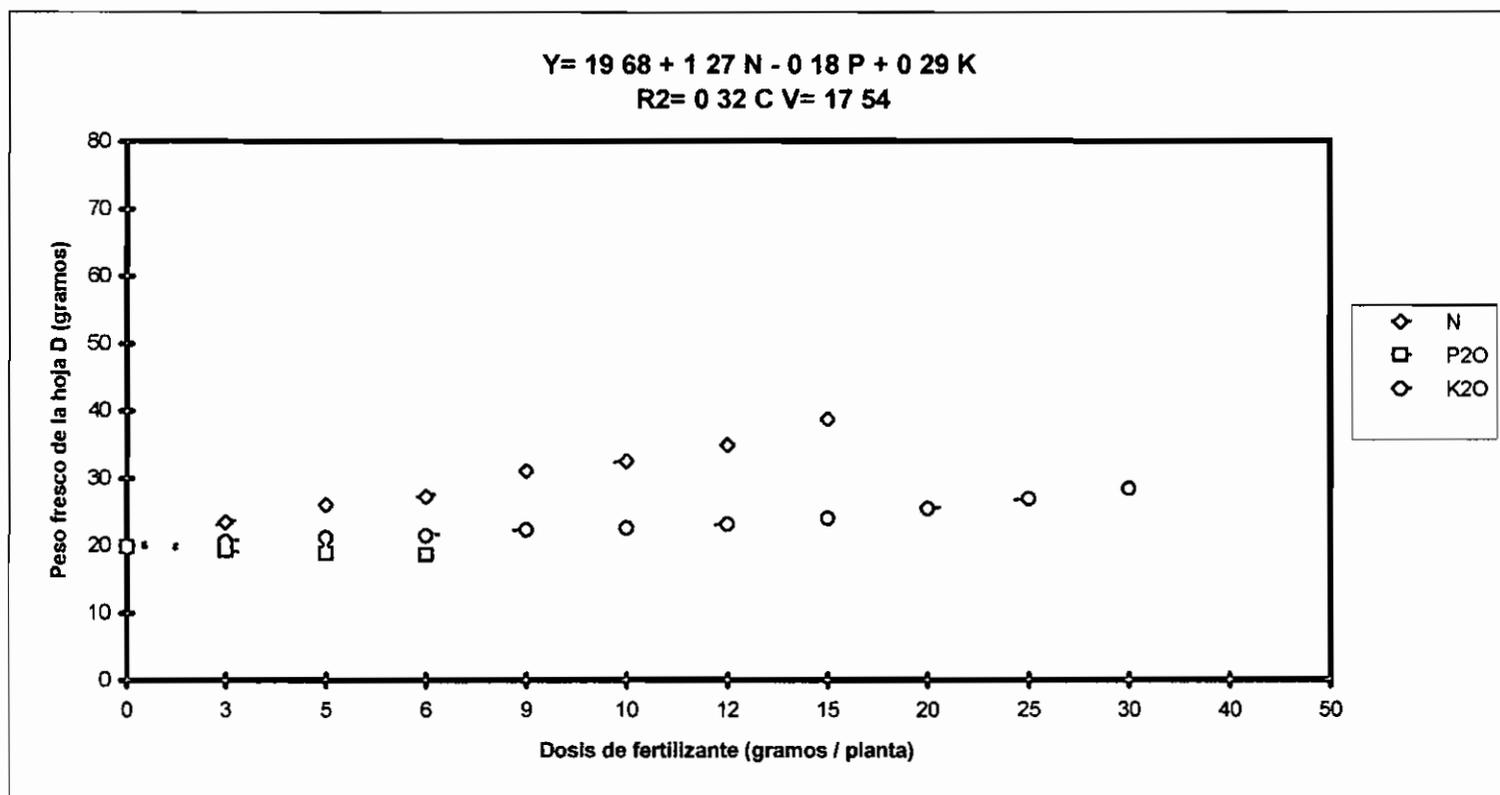


Figura 4 Peso fresco de la hoja D a los cuatro meses (gramos) Vs dosis de N P2O y K2O (gramos / planta)

4.2.2 Peso seco de la hoja D a los cuatro meses. El análisis de varianza que se presenta en la tabla 11 indica que los tratamientos realizados para evaluar esta variable presentaron diferencias altamente significativas. Este fue el caso de dosis de nitrógeno (N), las interacciones dobles (N x P, N x K y P x K) y la interacción triple entre estos elementos (N x P x K).

En cuanto al nitrógeno, el mayor peso seco de la hoja D se presentó con la adición de 15 gramos / planta, que corresponde a la dosis más alta de este elemento. Sin embargo, no se observa proporcionalidad respecto a las dosis medias de 12 y 9 gramos / planta, dado que estas no presentan diferencias significativas entre sí. De manera contraria, las dosis más bajas sí presentan diferencias significativas.

En la misma tabla, donde se reporta la prueba de Tukey, el fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) no muestra diferencias significativas entre las dosis aplicadas. Para el caso del potasio (K<sub>2</sub>O) se presentaron diferencias altamente significativas entre las dosis de 25 y 30 gramos / planta, correspondientes a las dosis más altas; sin embargo, las dosis intermedias y las dosis bajas no presentaron diferencias estadísticas.

En el modelo de regresión (Figura 5) se observa que al incrementar en un gramo la dosis de nitrógeno, se obtuvo un aumento de 0.25 gramos en el peso seco de la hoja D. Para este caso, el coeficiente de determinación fue bajo ( $R^2 = 0.10$ ), es decir, su contribución es de un 10% para el peso seco de la hoja D a los cuatro meses y un coeficiente de variación medio (Tabla 11).

TABLA 11 ANAVA y prueba Tukey para el peso seco de la hoja D a los cuatro meses

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P205		K20	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta
BLOQUES	2	1 256	NS	10044 A	15	9 003 A	6	9 342 A	30
DOSIS N	3	25 226	**	9090AB	12	8 643 A	3	8 148 B	25
DOSIS P205	1	3 106	NS	8568BC	9			8 836 AB	20
DOSIS K20	3	5 959	*	7558 C	6			8 963 AB	15
N P205	3	31 002	**						
N K20	9	20 009	**						
P205 K20	3	12 871	**						
N P205 K20	9	20 453	**						
ERROR	62	1 793							

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%

R<sup>2</sup>=0 84

C V= 15 18

\* \* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

NS= No presenta diferencias significativas

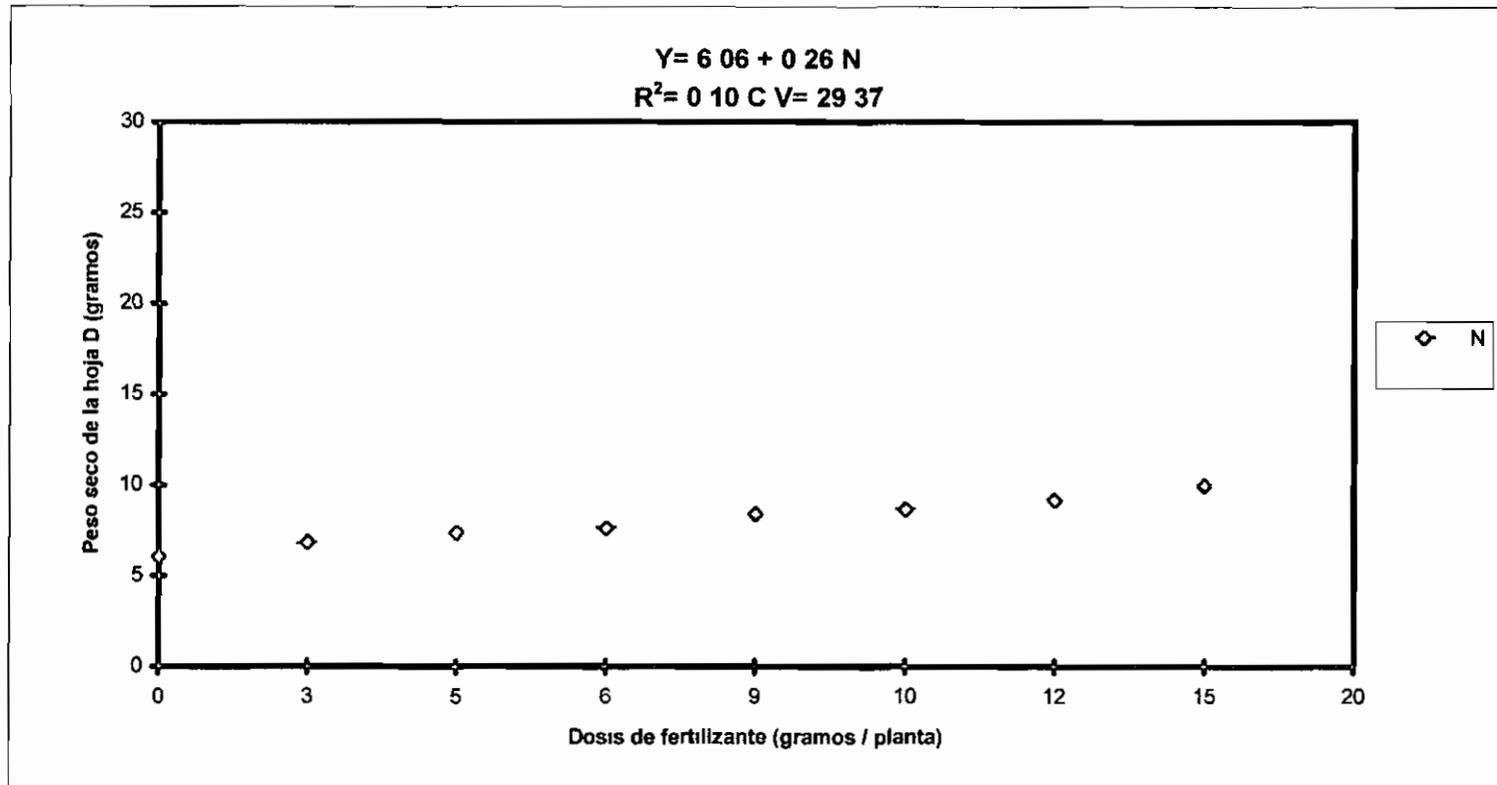


Figura 5 Peso seco de la hoja D a los cuatro meses (gramos) Vs dosis de Nitrogeno (gramos / planta)

4.2.3 Porcentaje de materia seca de la hoja D a los cuatro meses. El análisis de varianza muestra que para la presente variable las dosis de  $K_2O$ , las interacciones dobles ( $N \times P$ ,  $N \times K$  y  $P \times K$ ) y la triple interacción presentaron diferencias altamente significativas, lo que no sucedió en los bloques dosis de nitrógeno y dosis de fósforo (Tabla 12).

En la prueba de Tukey se observa que para las dosis de nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ) no se presentaron diferencias significativas en cada uno de los tratamientos, exceptuando la dosis más baja de potasio (15 gramos/planta).

El coeficiente de determinación  $R^2 = 0,84$  indica que el efecto principal de la dosis de potasio, las interacciones dobles y la triple interacción contribuyen en el 84% de la explicación de la variable porcentaje de materia seca de la hoja D a los cuatro meses. También cabe anotar que el coeficiente de variación es bajo, lo que indica que los datos se obtuvieron por medio de una metodología adecuada.

El análisis de correlación no fue significativo entre el porcentaje de materia seca y el peso fresco de la hoja D, pero sí presentó correlación altamente significativa cuando se relacionó con la variable peso seco de la hoja D (72%) (Tabla 13).

Tabla 12 ANAVA y prueba de Tukey para porcentaje de materia seca de la hoja D a los cuatro meses

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				% M S	g / planta	% M S	g / planta	% M S	g / planta
BLOQUES	2	5 502	N S	23 190 A	15	23 185 A	6	22 513 B	30
DOSIS N	3	15 083	N S	21 750 A	12	22 511 A	3	21 768 B	25
DOSIS P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1	10 897	N S	23 599 A	9			21 608 B	20
DOSIS K <sub>2</sub> O	3	78 957	**	22,854 A	6			25 504 A	15
N * P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	129 482	**	Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%					
N * K <sub>2</sub> O	9	109 533	**						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * K <sub>2</sub> O	3	58 315	**						
N * P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * K <sub>2</sub> O	9	92 376	**						
ERROR	62	8 130							

R<sup>2</sup>=0.84

C V =12.47

\*\* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

N S= No presenta diferencias significativas

Tabla 13 Analisis de correlación de las variables de campo

	PFREHOD1	PSECHOD1	PORMSHD1	PFREHOD2	PSECHOD2	PORMSHD2	Peso fruto	Numero colinos	Rendimiento
PFREHOD1		0 61582 0 0001**	-0 07990 0 4318 ns	0 41975 0 0001**	0 31425 0 0015**	0 08903 0 3808 ns	0 09154 0 3675 ns	0 06918 0 4962 ns	0 02154 0 8324 ns
PSECHOD1	0 61582 0 0001**		0 71850 0 0001**	0 34112 0 0005**	0 54604 0 0001*	0 49797 0 0001	-0 05244 0 6062 ns	-0 02679 0 7924 ns	-0 09317 0 3590 ns
PORMSHD1	-0 07990 0 4318 ns	0 71850 0 0001**		0 06859 0 5000 ns	0 40177 0 0001**	0 53243 0 0001**	-0 14733 0 1456 ns	-0 09262 0 3619 ns	-0 13695 0 1765 ns
PFREHOD2	0 41974 0 0001**	0 34112 0 0005*	0 06859 0 5000 ns		0 76043 0 0001	0 18593 0 0654 ns	0 16702 0 0985 ns	-0 04839 0 6343 ns	0 21198 0 0352*
PSECHOD2	0 31425 0 0015*	0 54604 0 0001	0 40177 0 0001	0 76043 0 0001*		0 77431 0 0001*	0 04931 0 6279 ns	-0 05540 0 586 ns	0 06459 0 5253 ns
PORMSHD2	0 08903 0 3808 ns	0 49797 0 0001*	0 53243 0 0001	0 18593 0 0654 ns	0 77431 0 0001**		-0 07035 0 4890 ns	-0 02270 0 8235 ns	-0 09332 0 3582 ns
peso fruto	0 09154 0 3675 ns	-0 05244 0 6062 ns	-0 14733 0 1456 ns	0 16702 0 0985 ns	0 04931 0 6279 ns	-0 07035 0 489 ns		0 84604 0 0001**	0 91906 0 0001**
numero colinos	0 06918 0 4962 ns	-0 02679 0 7924 ns	-0 09262 0 3619 ns	-0 04839 0 6343 ns	-0 05540 0 586 ns	-0 02270 0 8235 ns	0 84604 0 0001		0 77883 0 0001**
Rendimiento	0 02154 0 8324 ns	-0 09317 0 3590 ns	-0 13695 0 1765 ns	0 21198 0 0352	0 06459 0 5253 ns	-0 09332 0 3582 ns	0 91906 0 0001*	0 77883 0 0001*	

PFREHOD1 = Peso fresco de la hoja D a los cuatro meses

PSECHOD1 = Peso seco de la hoja D a los cuatro meses

PORMSHD1 = Porcentaje de materia seca de la hoja D a los cuatro meses

= Diferencias altamente significativas a nivel del 1%

PFREHOD2 = Peso fresco de la hoja D a los diez meses

PSECHOD2 = Peso seco de la hoja D a los diez meses

PORMSHD2 = Porcentaje de materia seca de la hoja D a los diez meses

= Diferencias significativas a nivel del 5%

ns = No presenta diferencias significativas

4.2.4. Peso fresco de la hoja D a los 10 meses. El análisis de varianza (Tabla 14) mostró que la dosis de nitrógeno (N), dosis de fósforo (P2O5) y dosis de potasio (K2O) produjeron diferencias altamente significativas. Sin embargo, las interacciones dobles (N x K2O, N x P2O5, K2O x P2O5) y la interacción triple (N-P-K) no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Según la prueba de Tukey, la dosis de nitrógeno presenta diferencias significativas entre las dosis de 15, 12 y 6 gramos/planta. Las dosis de fósforo (P2O5) mostraron diferencias estadísticas entre las dos dosis evaluadas y en el caso del potasio (K2O) únicamente en las dosis extremas que corresponden a 15 y 30 gramos/planta. El coeficiente de determinación para este caso es alto (0.74), lo que indica que los efectos principales de los elementos evaluados aportaron el 74% de la explicación para la variable en cuestión.

Al considerar el modelo de regresión, se observó que por cada gramo de nitrógeno aplicado, el peso de la hoja D aumenta en 2.11 gramos. De igual manera, al adicionar un gramo de fósforo (P2O5) se obtiene un aumento de 3.33 gramos. Para el caso del potasio (K2O), al adicionar un gramo de este elemento, el incremento en peso de la hoja D es de 0.54 gramos (Figura 6).

El coeficiente de correlación ( $R^2=0.51$ ) es aceptable para este modelo, por cuanto contribuye en un 51% a la explicación de la variable peso fresco de la hoja D. También cabe resaltar que el coeficiente de variación fue bajo.

El coeficiente de variación de la ANAVA resalta el buen manejo que se hizo en la obtención de los datos (8.22). También se tiene que la contribución de la dosis de nitrógeno (N), dosis de fósforo (P2O5) y dosis de potasio (K2O) es del 74% de la variable peso fresco de la hoja D a los diez meses después de la siembra ( $R^2=0.74$ ).

El peso fresco de la hoja D a los diez meses presenta correlación altamente significativa con las variables peso fresco de la hoja D a los cuatro meses y peso seco de la hoja D a los cuatro meses, estas dos variables presentan una correlación del 41% y 34% respectivamente (Tabla 13).

Tabla 14 ANAVA y prueba Tukey para peso fresco de la hoja D a los diez meses

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P205		K20	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta
BLOQUES	2	1 088 378	**	109 48 A	15	103 70 A	6	102 59 A	30
DOSIS N	3	1 650 183	**	100 37 B	12	93 71 B	3	99 81 AB	25
DOSIS P205	1	2 398 800	**	94 74 BC	9			98 31 AB	20
DOSIS K20	3	300 472	**	90 23 C	6			94 12 B	15
N * P205	3	126 808	N S	Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%					
N * K20	9	55 878	N S						
P205 * K20	3	23 208	N S						
N * P205 K20	9	26 779	N S						
ERROR	62	4 006							

R<sup>2</sup> = 0 74

C V = 8 22

\*\* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

N S = No presenta diferencias significativas

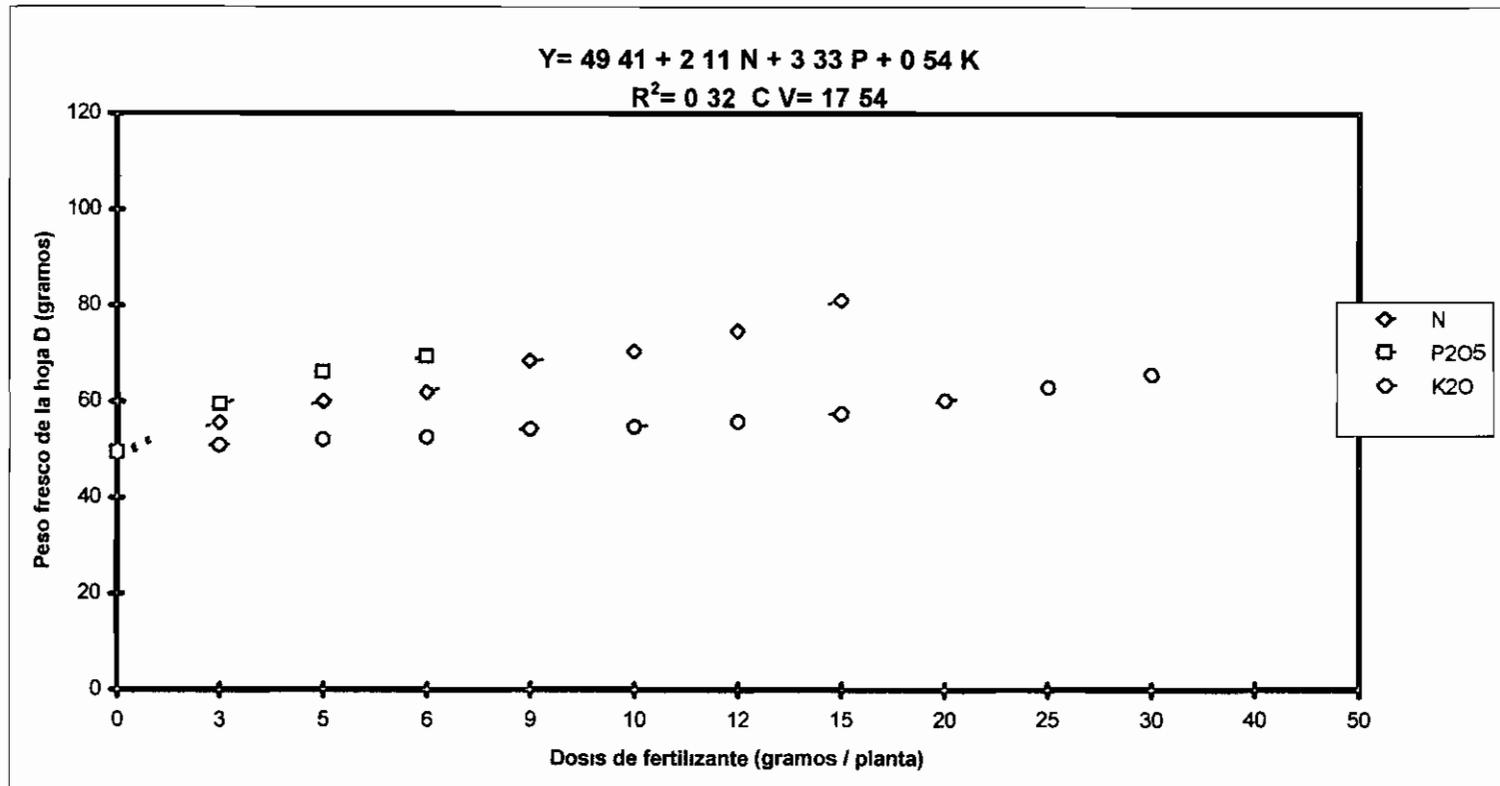


Figura 6 Peso fresco de la hoja D a los diez meses (gramos) Vs dosis de Nitrogeno Fosforo y Potasio (gramos / planta)

4.2.5. Peso seco de la hoja D a los 10 meses. El ANAVA (Tabla 14) muestra que para esta variable los bloques, la dosis de nitrógeno (N), dosis fósforo (P205), las interacciones dobles (NxP205 y NxK20) y la interacción triple (N x P x K) presentan diferencias altamente significativas. El caso contrario lo aportó la dosis simple de nitrógeno y la interacción doble (P205 x K20) las cuales no presentaron diferencias estadísticas significativas.

El coeficiente de determinación para este caso fue alto (0.87) lo que indica el buen aporte de las variables que obtuvieron diferencias estadísticas significativas en el peso seco de la hoja D a los diez meses de establecido el cultivo. Al tomar en cuenta el coeficiente de variación (9.01) se referencia el buen manejo de los datos encontrados en esta investigación (Tabla 15).

En la prueba de Tukey se observó que las dosis de nitrógeno evaluadas presentaron diferencias estadísticas significativas al nivel del 5% (6, 9, 12, 15 gramos / planta). El mismo caso se obtuvo en las dosis de fósforo (3, 6 gramos / planta). Las dosis de potasio no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, lo cual corrobora el poco aporte de este elemento en la explicación de la variable en cuestión.

En el modelo de regresión se observa que al aumentar un gramo de nitrógeno se obtiene un incremento de 0.74 gramos en el peso seco de la hoja D a los diez meses, de igual forma el adicionar un gramo de fósforo (P205) produce un incremento de 1.31 gramos en peso de la variable evaluada. El aumento en peso de la hoja D a los diez meses es de 0.02 gramos originado por la adición de un gramo de potasio (K20) (Figura 7).

Para esta variable en el modelo de regresión se obtuvo un  $R^2=0.50$  el cual contribuye notablemente a la explicación de la variable evaluada. Como en los casos anteriores el coeficiente de variación también fue bajo.

Tabla 15 ANAVA y prueba de Tukey para peso seco de la hoja D a los diez meses

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P205		K20	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta
BLOQUES	2	35 367	**	25 802 A	15	24 239 A	6	22 905 A	30
DOSIS N	3	198 744	**	22 903 B	12	20 170 B	3	21 459 A	25
DOSIS P205	1	397 191	**	21 103 C	9			22 143 A	20
DOSIS K20	3	8 492	N S	19 010 D	6			22 312 A	15
N * P205	3	33 272	**	Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%					
N * K20	9	30 697	**						
P205 * K20	3	9 368	N S						
N P205 * K20	9	25 055	**						
ERROR	62	4 006							

R<sup>2</sup>=0.87

C V =9.01

\*\* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

N S= No presenta diferencias significativas

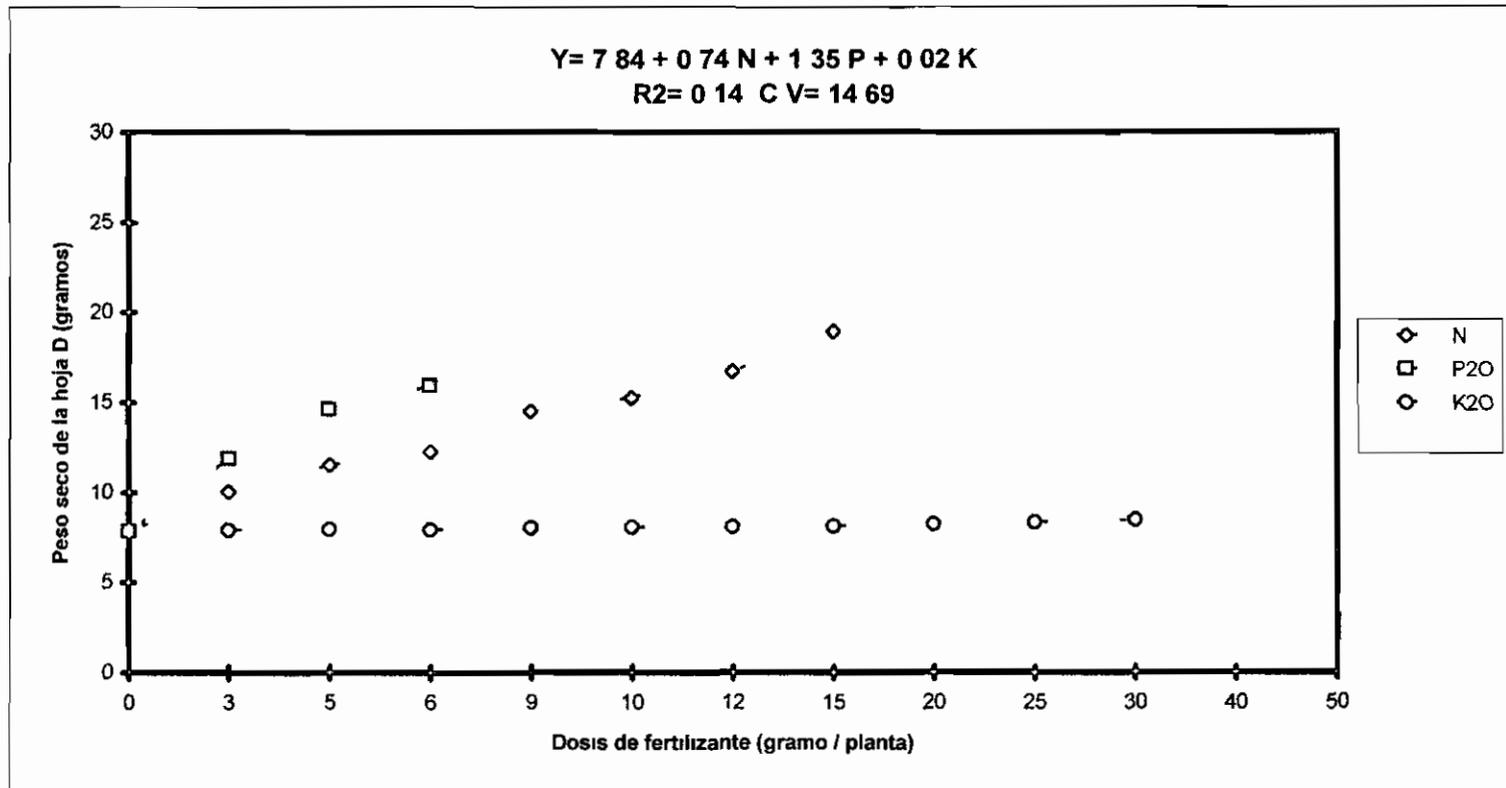


Figura 7 Peso seco de la hoja D a los diez meses (gramos) Vs dosis de Nitrogeno Fosforo y Potasio (gramos / planta)

4.2.6 Porcentaje de materia seca de la hoja D a los diez meses. El análisis de varianza muestra que la dosis de nitrógeno (N) dosis de fósforo (P205) dosis de potasio (K20) las interacciones dobles (N x K20, N x P205, K20 x P205) y la interacción triple (N x P205 x K20) presentan diferencias estadísticas altamente significativas. El caso contrario fue para los bloques que no presentaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 16).

Según la prueba de Tukey para el caso del nitrógeno la dosis que corresponde a 15 gramos / planta presentó diferencias significativas con las dosis de 6 y 9 gramos / planta en comparación con la dosis de 12 gramos / planta no se presentaron diferencias estadísticas. Las dosis de fósforo de 3 y 6 gramos / planta presentaron diferencias significativas entre sí los porcentajes de materia seca respectivos para estas dosis de fósforo fueron de 21.5 y 23.3%. En el caso del potasio la dosis de 15 gramos / planta fue la única que presentó diferencias significativas frente a las otras dosis empleadas (Tabla 16).

El modelo de regresión para esta variable muestra un incremento del 0.27% en el porcentaje de materia seca al adicionar un gramo de nitrógeno (N). De la misma manera se presenta un aumento del 0.60% por cada gramo de fósforo (P205) adicionado. El coeficiente de regresión ( $R^2 = 0.12$ ) para este modelo es relativamente bajo siendo su contribución del 12% en relación con el porcentaje de peso seco de la hoja D a los diez meses de edad del cultivo (Figuras 8 y 9).



El coeficiente de determinación del ANAVA muestra que la dosis de nitrógeno (N) fósforo (P2O5) potasio (K2O) las interacciones dobles y la interacción triple contribuyen en el 84% de la variable porcentaje en peso seco de la hoja D a los diez meses

Tabla 16 ANAVA y prueba de Tukey para porcentaje de materia seca de la hoja D a los diez meses

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P205		K20	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta
BLOQUES	2	2 517	N S	23 538 A	15	23 321 A	6	22 311 B	30
DOSIS N	3	26 622	**	22 810 AB	12	21 532 B	3	21 576 B	25
DOSIS P205	1	76 753	**	22 322 B	9			22 366 B	20
DOSIS K20	3	14 344	**	21 036 C	6			23 453 A	15
N * P205	3	15 069	**	Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%					
N * K20	9	19 596	**						
P205 * K20	3	13 953	**						
N P205 * K20	9	21 721	**						
ERROR	62	1 987							

R<sup>2</sup> = 0.84

C V = 6.29

\*\* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

N S = No presenta diferencias significativas

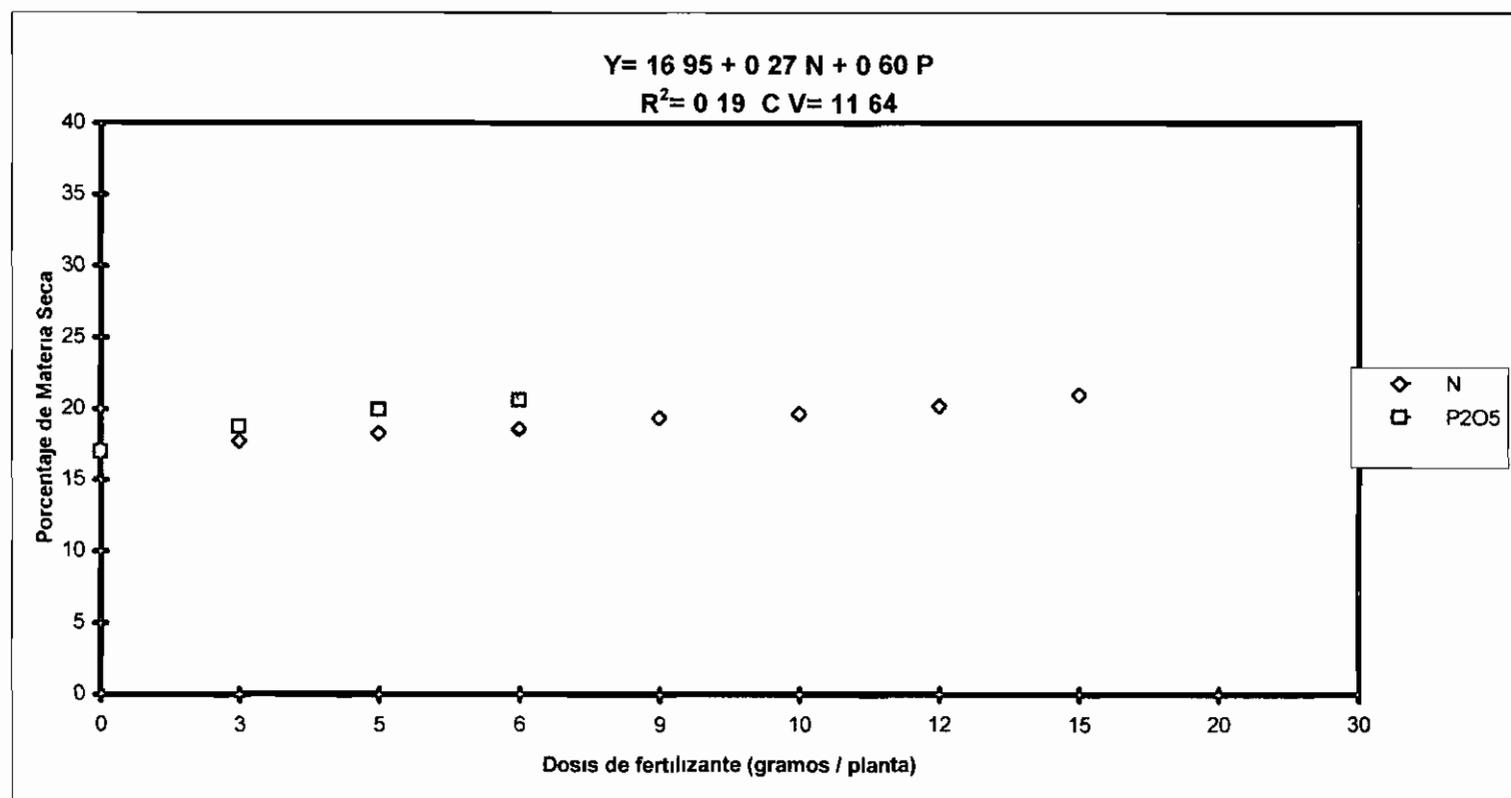


Figura 8. Porcentaje de Materia Seca de la hoja D a los diez meses Vs. nitrógeno (N) y fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (gramos / planta)

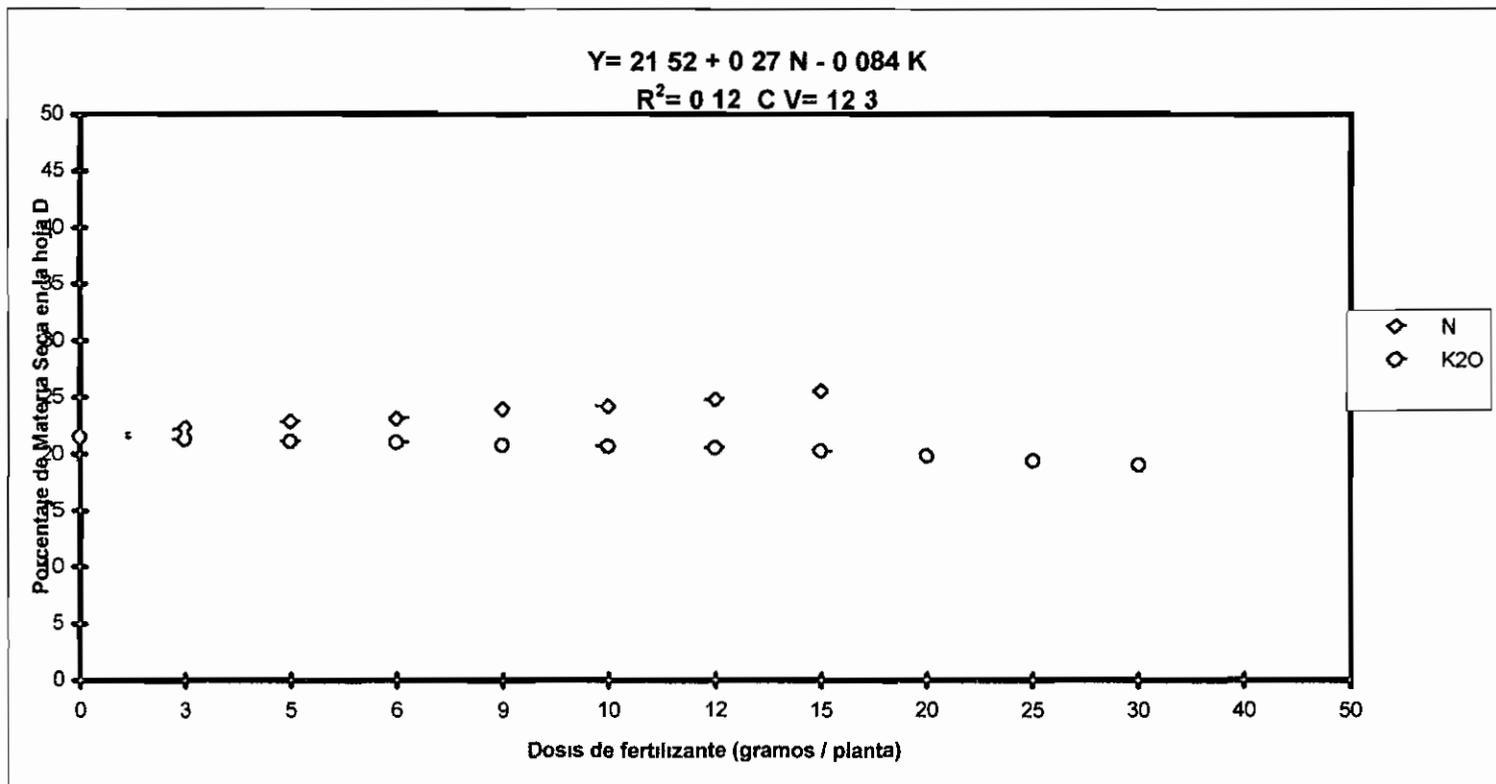


Figura 9 Porcentaje de Materia Seca de la hoja D a los diez meses (gramos) Vs dosis de Nitrogeno y Potasio (gramos / planta)

4.2.7 Número de colinos basales de fruto. De acuerdo con el análisis de varianza se observa que la dosis de nitrógeno (N) y la dosis de potasio (K<sub>2</sub>O) presentaron diferencias significativas de igual forma el factor de variación bloques también mostró diferencias altamente significativas. Las dosis de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O) no presentaron diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey excepto la prueba con nitrógeno (N) que sí presentó tales diferencias en las dosis de 6 y 15 gramos / planta (Tabla 17)

El análisis de regresión no presentó ningún modelo ajustable para esta variable. El coeficiente de determinación fue de 0,7 el coeficiente de variación fue bajo (10,74)

Tabla 17 ANAVA y prueba Tukey para numero de colinos basales por fruto

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P205		K20	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta
BLOQUES	2	18 181	**	5 846 A	15	5 651 A	6	5 637 AB	30
DOSIS N	3	1 322	*	5 471 AB	12	5 556 A	3	5 874 A	25
DOSIS P205	1	0 215	N S	5 752 AB	9			5 629 AB	20
DOSIS K20	3	1 463	*	5 345 B	6			5 275 B	15
N * P205	3	0 661	N S						
N * K20	9	0 595	N S						
P205 * K20	3	0 334	N S						
N * P205 * K20	9	0 137	N S						
ERROR	62	0 362							

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%

$R^2=0.70$

$C V = 10.74$

\*\* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

N S = No presenta diferencias significativas

4.2.8 Peso del fruto El factor de variación bloques dosis de fósforo (P2O5) y dosis de potasio (K2O) mostraron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza tabla 18. El coeficiente de determinación en este caso fue de 0.65. Cabe aclarar que se presentó un coeficiente de variación bajo (7.5).

Respecto al nitrógeno (N) para la prueba de Tukey se observa que no existe diferencia significativa al 5% en las dosis empleadas. Sin embargo se observa un aumento proporcional al adicionar mayor cantidad de nitrógeno (N). En cuanto al fósforo se presentan diferencias significativas entre las dosis de 3 y 6 gramos / planta se obtuvieron pesos de 2.72 y 2.84 kilogramos / fruto respectivamente. En relación con el potasio la diferencia significativa la presentó únicamente la dosis de 15 gramos / planta con la cual se obtuvieron frutos con 2.62 kilogramos de peso (Tabla 18).

El modelo de regresión determina que al realizar aumentos de un gramo de nitrógeno (N) por planta se obtienen incrementos de 0.01 kilogramos en el peso del fruto. En cambio al hacer aumentos de un gramo de fósforo (P2O5) se obtienen 0.04 kilogramos de incremento en el fruto. Con el potasio (K2O) se obtiene el mismo incremento que en el caso del nitrógeno (N) al incrementar la dosis de potasio (K2O) en un gramo. El coeficiente de regresión para este caso tiene baja significancia por cuanto se está contribuyendo en la explicación de la variable en un 14% (Figura 10).

Tabla 18 ANAVA y prueba Tukey para peso de fruto

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P205		K2O	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta
BLOQUES	2	1167	**	2 852 A	15	2 837 A	6	2 818 A	30
DOSIS N	3	0 106	NS	2 764 A	12	2 720 B	3	2,870 A	25
DOSIS P205	1	0 332	**	2 804 A	9			2 802 A	20
DOSIS K20	3	0 275	**	2 694 A	6			2 624 B	15
N * P205	3	0 022	NS						
N * K20	9	0 062	NS						
P205 K20	3	0 029	NS						
N * P205 * K20	9	0 051	NS						
ERROR	62	0 043							

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%

$R^2 = 0.65$

$C.V. = 7.50$

\*\* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

NS = No presenta diferencias significativas

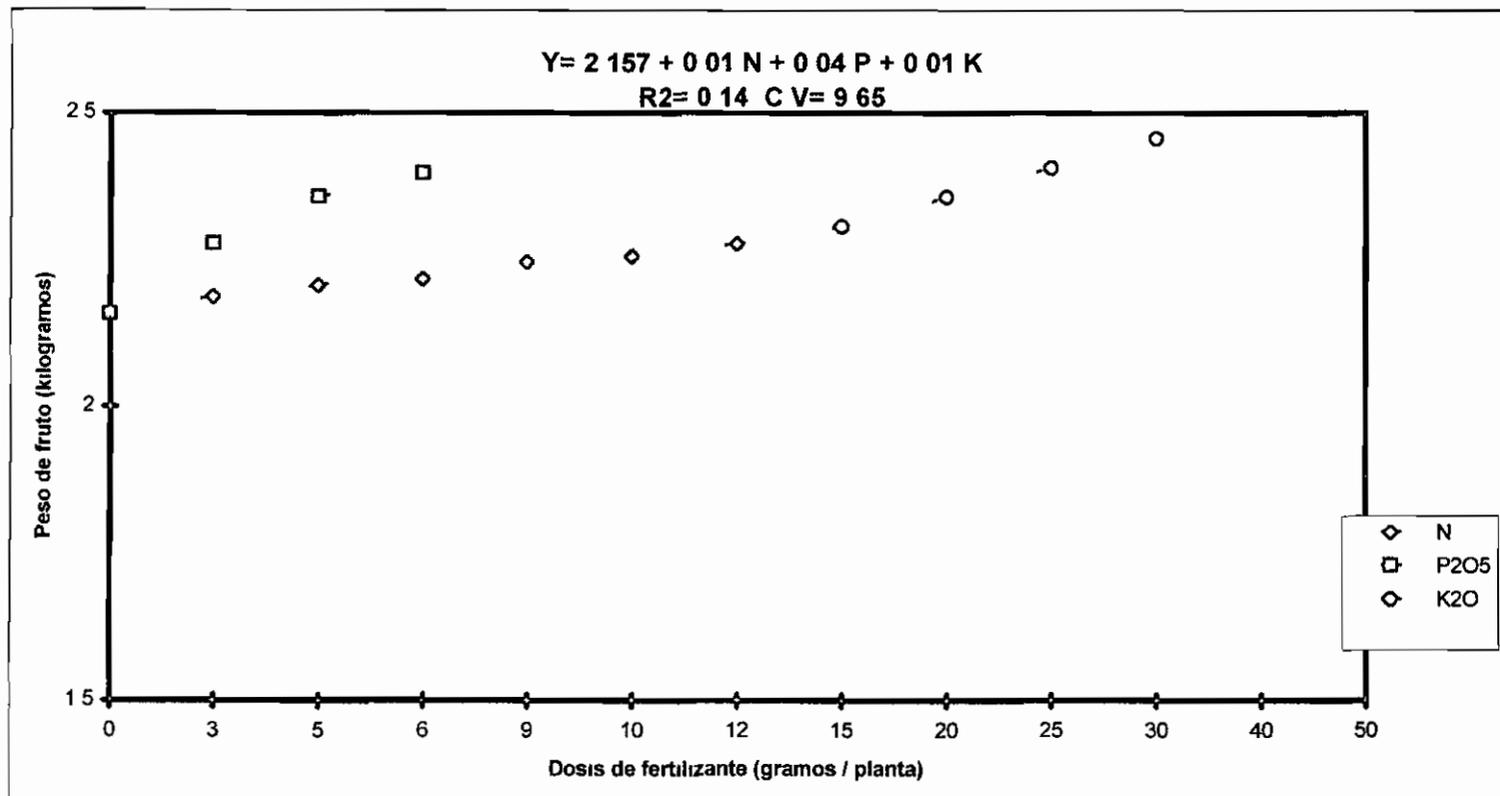


Figura 10 Peso del fruto (kilogramos) Vs dosis de Nitrogeno Fosforo y Potasio (gramos / planta)

4.2.9 Rendimiento. Según el análisis de varianza, el factor de variación bloques, la dosis de fósforo (P<sub>205</sub>) y potasio (K<sub>20</sub>) presentaron diferencias altamente significativas, mientras que para dosis de nitrógeno las diferencias fueron significativas a nivel del 5%. En cambio, las interacciones dobles y la interacción triple no tuvieron significancia en los cambios de esta variable (Tabla 19).

El coeficiente de determinación de la ANAVA ( $R^2 = 0.6$ ) indica que las dosis de nitrógeno (N), fósforo (P<sub>205</sub>) y potasio (K<sub>20</sub>) contribuyen a explicar la variable rendimiento en un 60%.

De acuerdo con la prueba de Tukey, la diferencia estadística significativa entre las dosis de nitrógeno se obtuvo entre las dosis de 15 y 30 gramos/planta, que presentaron una diferencia aproximada de 7 toneladas en el rendimiento. Entre las dosis de fósforo (P<sub>205</sub>) evaluadas se presentaron diferencias significativas al nivel del 5% que evidencian una diferencia de 5.4 toneladas en el rendimiento. Respecto a las dosis de potasio (K<sub>20</sub>) solo se obtuvieron diferencias significativas entre la dosis más baja y las otras más altas, esto representa una diferencia de producción de 9.5 toneladas aproximadamente (Tabla 19).

El modelo de regresión muestra que al incrementar en un gramo/planta la dosis de nitrógeno (N) se obtiene un aumento en el rendimiento de 0.66 toneladas/hectárea. Para el caso del fósforo, al adicionar un gramo/planta a la dosis original se logra un incremento de 1.76 toneladas/hectárea, mientras que para el potasio (K<sub>20</sub>) al adicionar

un gramo de este se obtiene un aumento de 0.52 toneladas / hectarea. El  $R^2$  para esta variable fue de 0.17 lo cual indica que el modelo anterior contribuye a la explicación de la variable en un 17% (Figuras 11 y 12)

Tabla 19 ANAVA y prueba Tukey para rendimiento

ANAVA				PRUEBA DE TUKEY					
FUENTES DE VARIACION	G L	CUADRADO MEDIO	SIGNIFICANCIA	N		P205		K20	
				MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS	MEDIA	DOSIS
				hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta	hoja / g	g / planta
BLOQUES	2	1 273 362	**	109 931 A	15	109 253 A	6	108 363 A	30
DOSIS N	3	252 903	*	105 679 AB	12	103,860 B	3	109 516 A	25
DOSIS P205	1	671 290	**	108 274 AB	9			107 891 A	20
DOSIS K20	3	439 321	**	102 342 B	6			100 132 B	15
N * P205	3	18 025	N S	Medias con letras iguales no son significativamente diferentes a nivel del 5%					
N * K20	9	103 928	N S						
P205 * K20	3	19 374	N S						
N * P205 * K20	9	78 428	N S						
ERROR	62	73 419							

R<sup>2</sup>=0 60

C V = 8 2

\*\* = Diferencias altamente significativas al 1%

\* = Diferencia significativa al 5%

N S = No presenta diferencias significativas

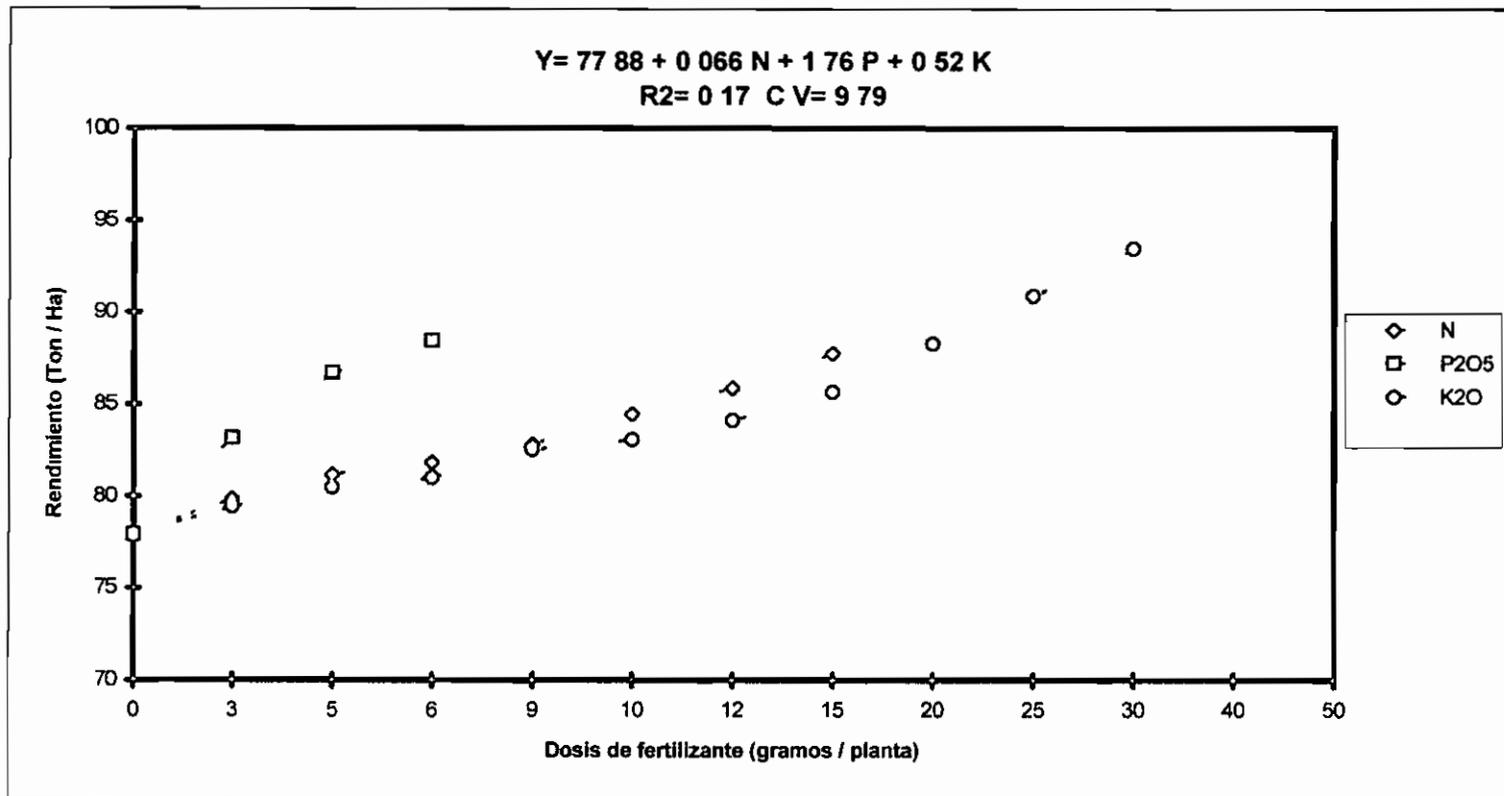
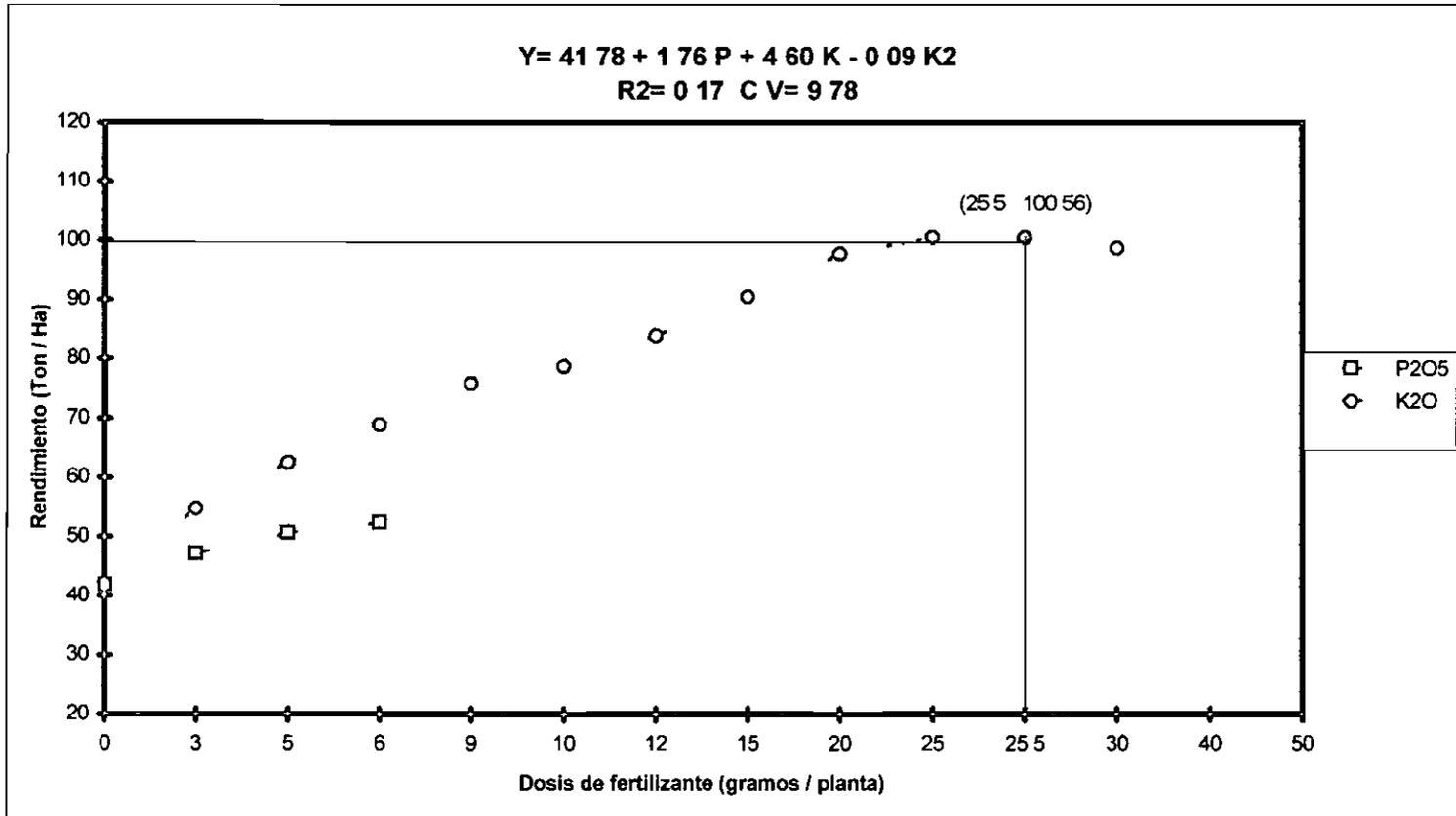


Figura 11 Rendimiento (Ton / ha) Vs dosis de Nitrogeno Fosforo y Potasio (gramos / planta)



Gráfica 10 Rendimiento (Ton / Ha) Vs dosis de Fósforo y Potasio (gramos / planta)

### 4.3 DISCUSION DE RESULTADOS

4.3.1 Peso fresco de la hoja D a los cuatro meses. La adición de nitrógeno (N) y potasio ( $K_2O$ ) incremento proporcionalmente el peso fresco de la hoja D en las primeras etapas del cultivo. Este factor cuantitativo tiene un bajo grado de representatividad ya que el plan de fertilización se encontraba en un 25% de su ejecución. También se encontró la baja participación del fósforo ( $P_2O_5$ ) en el desarrollo foliar debido a que la mayor parte de este elemento había sido aplicado con anterioridad y se esperaba una respuesta positiva. En el análisis de regresión se obtuvo un valor negativo en el caso del fósforo, esta situación se presenta debido a que este elemento es tomado en pocas cantidades por la planta y su papel fundamental es el desarrollo radicular, la floración y la maduración de frutos. Al adicionar altas cantidades inhibe la absorción del nitrógeno.

En cuanto a las interacciones, las diferencias significativas se deben básicamente a la participación dinámica del nitrógeno (N) durante las primeras etapas del cultivo. El análisis en esta época temprana no permite determinar claramente la participación de cada uno de los elementos, posiblemente a causa del poco tiempo de acción de los nutrientes y al contenido nutricional propio de los colinos.

4.3.2 Peso seco de la hoja D a los cuatro meses. Esta variable presenta similitud con la anterior por cuanto el fósforo ( $P_2O_5$ ) no presenta diferencias estadísticas significativas respecto a los otros elementos. Sin embargo, en las

interacciones este elemento comienza a participar activamente lo que se demuestra en valores mayores de significancia

El aumento observado en peso seco de esta variable fue del 30% entre la dosis baja y alta (6 y 15 gramos / planta) para el caso del nitrógeno esto indica que este elemento es el más dinámico en la etapa de establecimiento del cultivo

Otro elemento con relevancia es el potasio (K<sub>2</sub>O) el cual aumento el peso seco de la hoja D en un 16% entre la dosis de 15 y 30 gramos / planta se debe considerar que el potasio aplicado hasta este periodo era del 20% lo cual no permite diferenciar cambios representativos en el desarrollo de la planta

El análisis de correlación demuestra la alta similitud entre el peso fresco de la hoja D y el peso seco de la misma hoja esto es corroborado por una correlación matemática del 61%

4.3.3 Porcentaje de materia seca de la hoja D a los cuatro meses La no diferencia estadística observada tanto en la prueba de ANAVA como en la prueba de Tukey para el caso del nitrógeno (N) y del fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) se origina por la proporción que guardan estos elementos en el peso seco de la hoja D

El porcentaje de materia seca presenta una correlación alta y positiva con el peso seco de la hoja D cuantitativamente la relación es del 72% (Tabla 13)

4.3.4. Peso fresco de la hoja D a los diez meses. Los factores principales de los elementos evaluados presentaron diferencias altamente significativas. Lo contrario se obtuvo en las diferentes interacciones.

Un aumento del 22% del peso fresco de la hoja D se obtiene entre las dosis extremas evaluadas para el caso del nitrógeno (N). Estas dosis corresponden a 6 y 15 gramos/planta, las cuales originan pesos de 90.23 gramos y 109.48 gramos de la hoja D. Para el caso del fósforo, el incremento en peso de la hoja D es del 13% en sus dos únicas dosis. El potasio fue el elemento que menos incremento el peso de la hoja D; este aumento fue registrado entre las dosis extremas, el cual fue del 10%.

De acuerdo con el análisis de regresión se determina que el fósforo incrementa su participación en el proceso fisiológico debido a que posiblemente la planta ha completado su composición nutricional como preparación para la posterior etapa que es la fructificación. Este elemento se almacena dentro de la planta como hidratos de carbono, enzimas y compuestos energéticos que posteriormente serán utilizados en el proceso de diferenciación floral.

Esta variable presenta alta correlación con el peso seco de la hoja D a los cuatro meses y el peso fresco de la hoja D a los cuatro meses. Las similitudes presentadas en estas variables pueden ser explicadas por las etapas vegetativas en las cuales se obtuvieron los datos y el grado de participación de los elementos.

4.3.5 Peso seco de la hoja D a los diez meses. Se observa una participación dinámica del nitrógeno (N) y del fósforo ( $P_2O_5$ ) en el análisis de varianza tanto para las dosis simples como para las interacciones. Esto puede explicarse por la formación de compuestos básicos en la estructura de la planta por parte del nitrógeno y compuestos de carácter energético en cuanto al fósforo. Por el contrario, el potasio ( $K_2O$ ) participa activamente en procesos enzimáticos y de diferenciación celular en los cuales no forma compuestos de reserva. Igualmente, debido a que el potasio es de suma importancia en el equilibrio hídrico de la planta y considerando el reducido desarrollo del sistema radicular de la piña, se explica el carácter dinámico del potasio y su no acumulación en los compuestos de la planta.

Esta variable presenta una clara correlación con las variables evaluadas anteriormente. De esta manera, es importante tener en cuenta la adecuada nutrición desde los primeros estados de desarrollo de la planta.

A pesar de que los efectos principales de los elementos fueron altamente significativos, a excepción del potasio, las interacciones no permiten establecer cuál dosis es la que más contribuye en este peso, ya que su acción es altamente significativa. Aun así, el peso más alto está dado con las dosis mayores de cada uno de los elementos.

4.3.6 Porcentaje de materia seca de la hoja D a los diez meses. Tanto los efectos principales como las interacciones demuestran la participación del nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ) en la acumulación de materia seca. Aunque las dosis son proporcionales a dicha acumulación, las diferencias originadas no son amplias, especialmente en las dosis de potasio ( $K_2O$ ). Una vez más, la significancia de las interacciones no permite establecer cuál dosis causa el mayor efecto.

La variable porcentaje de materia seca es una variable totalmente dependiente de la relación entre el peso fresco y el peso seco de la hoja. Por lo tanto, los resultados que se obtienen de esta son correlaciones matemáticas que expresan únicamente el contenido de agua en el tejido foliar.

4.3.7 Número de colinos. La diferencia estadística significativa la presentó las dosis de nitrógeno (N) y potasio ( $K_2O$ ). Esto demuestra la importancia de estos elementos en la formación de órganos vegetativos. La variable presenta una correlación alta y positiva con el peso del fruto; al incrementar el peso del fruto, aumenta el número de colinos basales por fruto (Tabla 13).

Según la prueba de Tukey, el nitrógeno es el elemento que presenta mejor la proporcionalidad en los aumentos comparativos entre dosis y número de colinos. A dosis mayores de nitrógeno, corresponde mayor número de colinos.

No hubo modelo alguno de regresión que se ajustara a esta variable.

El mayor número de colinos se obtuvo con las dosis altas e intermedias en relación con la menor dosis de nitrógeno (N) y potasio ( $K_2O$ ). Esto es importante ya que permite planificar un nuevo cultivo para disminuir costos a nivel de pequeño y gran agricultor.

4.3.8 Peso del fruto. En esta variable se evidencia la verdadera importancia del fósforo ( $P_2O_5$ ) y el potasio ( $K_2O$ ) en el ANAVA se observa la amplia participación de estos elementos en el desarrollo del fruto. Durante el período vegetativo la planta desarrolla un mecanismo de reserva tanto de nutrientes como de agua. Estos nutrientes esenciales son el ácido fosfórico, ácidos nucleicos y los fosfatidos. Estos compuestos con base en fósforo son necesarios en la formación y desarrollo del fruto.

El potasio ( $K_2O$ ) es tomado en pocas cantidades, pero el papel que realiza dentro de la planta es muy amplio, especialmente en la traslocación de sustancias elaboradas del follaje hacia el fruto y la participación en la síntesis de los carbohidratos. Otro mecanismo en el cual interviene es en la adecuada turgencia de las células; esto determina el adecuado contenido de agua dentro de la fruta. Por las razones anteriores y las corroboraciones dadas en el análisis de varianza y de regresión, estos dos elementos son primordiales para el óptimo peso del fruto.

Para esta variable el nitrógeno no presenta significancia, pero sí lo fue en el comienzo del desarrollo de la planta, al acondicionar los factores internos para que las posteriores etapas se desenvuelvan con éxito, especialmente diferenciación y llenado de fruto.

En la prueba de Tukey se observa que para la dosis intermedia de 25 gramos / planta de potasio ( $K_2O$ ) se obtuvo un peso promedio de fruto de 2.87 kilogramos. Se debe destacar que se esperaba el mayor peso de fruto a la dosis más

alta (30 gramos / planta) que solo alcanzo un peso de 2.81 kilogramos. Lo anterior corrobora la hipotesis de la existencia de una dosis optima, la cual se explicara en forma clara y precisa en la variable rendimiento.

El peso del fruto esta intimamente correlacionado con la variable numero de colinos y la variable rendimiento, esta relacion presenta una similitud aritmetica del 84 y el 91% respectivamente (Tabla 13).

Con base en las ecuaciones de regresion que son de tipo lineal, se puede decir que el peso del fruto puede seguir aumentando a medida que se aumenta la dosis de fosforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ) hasta que se obtenga el optimo en las dosis de estos elementos.

El analisis de correlacion no presenta relacion estadistica significativa al nivel del 5% entre las variables peso de fruto y peso fresco de la hoja D a los diez meses, pero el valor obtenido es cercano a este grado de significancia, lo cual indica que la relacion puede existir y fue influenciada por algun fenomeno adverso al cultivo (por ejemplo, estres por sequia).

4.3.9 Rendimiento: La diferencia altamente significativa entre bloques indica la adecuada ubicacion de ellos y por tanto, la confiabilidad en los resultados obtenidos.

Las interacciones dobles y triples de los elementos no muestran efectos significativos en el rendimiento del cultivo pero si los presentan los efectos principales al presentarse una mayor importancia en el efecto ocasionado por potasio ( $K_2O$ ) y fosforo ( $P_2O_5$ ) en comparacion con el nitrogeno (N)

En la prueba de Tukey se observa un incremento proporcional entre las dosis de nitrogeno y rendimiento porque al aumentar de 6 a 15 gramos de N / planta se obtiene un incremento en el rendimiento de 7.5 ton / ha. En el caso del fosforo el incremento es de 6.5 ton / ha en el rendimiento se da entre las dosis alta y baja. Con el potasio ( $K_2O$ ) con las dosis superiores se dan los mayores rendimientos en comparacion con las dosis minimas ya que con cualquiera de las dosis superiores o con la maxima pueden obtenerse rendimientos similares.

Tambien este elemento muestra un modelo de regresion cuadratico para rendimiento con una dosis optima de 25.5 gramos / planta y a partir de esta dosis los rendimientos comienzan a ser decrecientes (Figura 13)

El rendimiento presenta correlacion positiva en un 21% con la variable peso fresco de la hoja D a los diez meses esto corrobora la existencia de la estrecha relacion que tiene el peso de la hoja D con el peso del fruto y como consecuencia el rendimiento esta vinculado a esta interaccion (Tabla 13)

## 5 ANALISIS ECONOMICO

La evaluación económica de este experimento recurrió al método de presupuesto parcial y análisis marginal, en el análisis se tuvieron en cuenta los beneficios y costos variables y algunos aspectos cambiantes como respuesta al factor que se estudia con el análisis de los aspectos que cambian como respuesta al factor que se estudia que en este caso es la fertilización con elementos mayores ( $N-P_2O_5-K_2O$ ) se consideran constantes las demás prácticas y costos del cultivo. Si se quiere presentar un cambio de tecnología en el sistema de producción es necesario demostrar que ese cambio es rentable y en qué medida.

Además del conocimiento básico que se debe tener sobre los aumentos físicos en producción y productividad es esencial conocer también los costos de producción y los precios del producto para así tomar la decisión más rentable al comprender la rentabilidad como una medida de eficiencia económica que indica la forma porcentual de cuánto gana el productor (Tablas 20 y 21).

Para las diferentes dosis y tratamientos en el experimento de fertilización varían las siguientes rubros: cantidades de fertilizantes (urea, super fosfato triple y sulfato de potasio) y precio de campo de éstos. Es importante determinar también la participación de cada uno de los costos en las diferentes etapas del cultivo (Figuras 14 y 15).

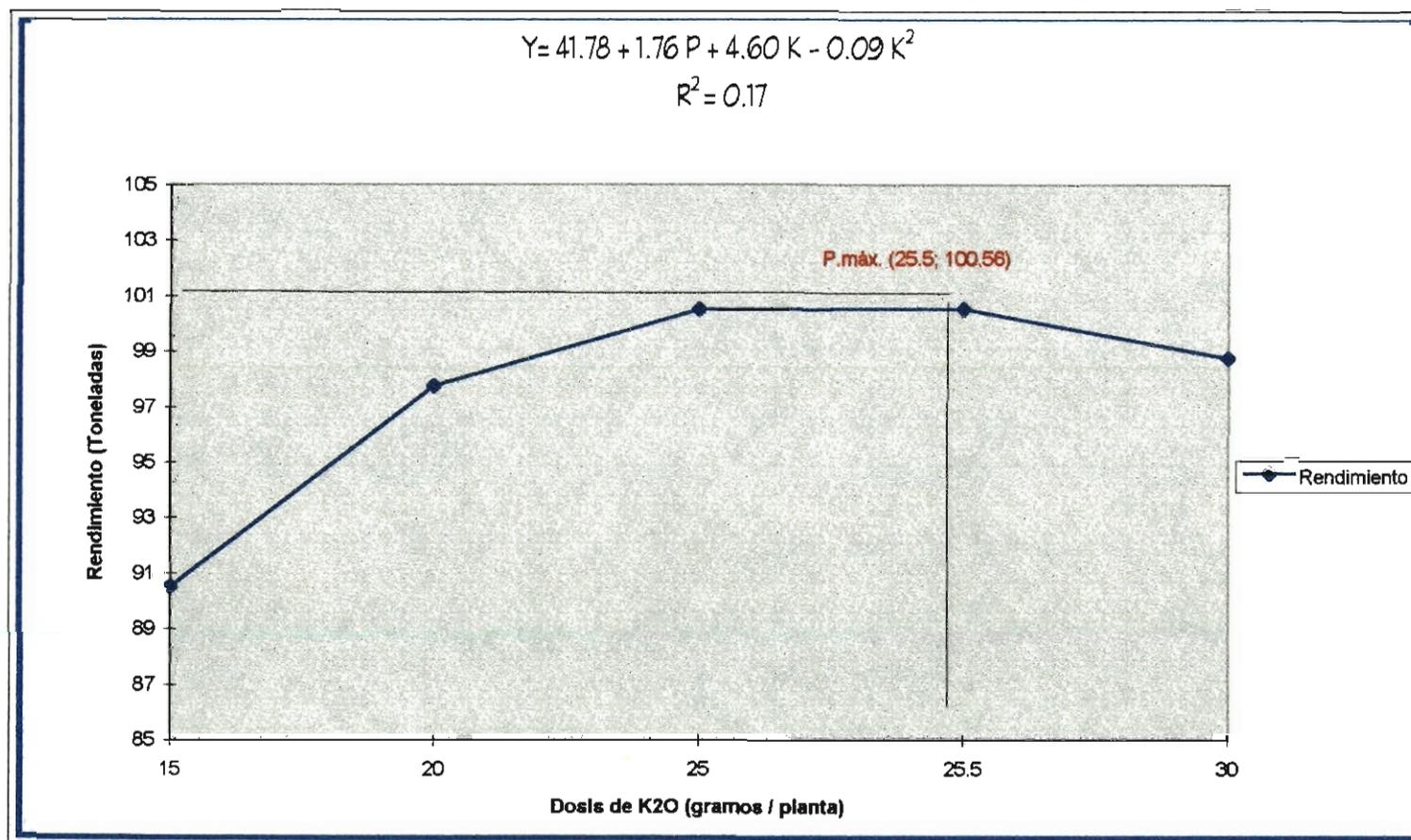


Figura 15 . Rendimiento (Toneladas / ha) Vs. dosis de potasio (K<sub>2</sub>O) (gramos / planta).

Tabla 20 Costos de producción del cultivo de la piña 1998  
Mano de Obra Insumos y Rendimientos (Hectarea / Año)

ITEM	AÑOS		TOTAL	
	1	2		
<b>MANO DE OBRA</b>				
Preparacion Terreno	jor	12	0	12
Trazado y Siembra	jor	60	0	60
Resiembras	jor	5	0	5
Desinfeccion - Seleccion Colinos	jor	50	0	50
Control Sanitario	jor	10	5	15
Fertilizacion	jor	40	0	40
Aplicacion Herbicidas	jor	20	0	20
Control Malezas	jor	40	10	50
Aplicacion Pesticidas	jor	15	20	35
Aplicacion inductor floral	jor	8	0	8
Mantenimiento obras fisicas	jor	20	0	20
Recoleccion y empaque	jor	0	110	110
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>jor</b>	<b>280</b>	<b>145</b>	<b>425</b>
<b>EQUIPOS Y MATERIAL VEGETAL</b>				
Aspersora de espalda	und	1	0	1
Herramientas	und	4	2	6
Colinos	und	50000	0	50000
<b>AGROQUIMICOS</b>				
Inductor floral	L	2	0	2
Herbicidas	Kg-L	8	4	12
Urea	Kg	1000	0	1000
Sulfato de potasio	Kg	1000	0	1000
Superfosfato triple	Kg	120	0	120
Elementos menores	Kg	387	0	387
Pesticidas	Kg-L	30	20	50
<b>EMPAQUES</b>				
Guacales	und	0	500	500
<b>RENDIMIENTO TOTAL PINA</b>	<b>ton</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Primera Calidad 70%	ton	0	70	70
Segunda Calidad 30%	ton	0	30	30

Tabla 21 Costos de producción del cultivo de la piña  
Inversiones Costos y Gastos (Hectarea / Año)

ITEM	Miles de Pesos en 1998	ANOS			
		\$	1	2	TOTAL
<b>INVERSIONES DEPRECIABLES</b>					
Aspersora de espalda	\$ / unidad	110000	110 0	0 0	110 0
Ramada	\$ / unidad	120000	120 0	0 0	120 0
Colinos	\$ / unidad	30	1500 0	0 0	1500 0
<b>TOTAL INVERSIONES</b>			<b>1730 0</b>	<b>0 0</b>	<b>1730 0</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>					
Mano de Obra	<b>\$ / jornal</b>	12000	3360 0	1740 0	5100 0
Inductor Floral	\$ / litro	75000	150 0	0 0	150 0
Herbicidas	\$ / kg-L	14000	112 0	56 0	168 0
Urea	\$ / kg	330	330 0	0 0	330 0
Sulfato de Potasio	\$ / kg	560	560 0	0 0	560 0
Elementos Menores	\$ / kg	600	72 0	0 0	72 0
Super Fosfato Triple	\$ / kg	480	185 8	0 0	185 8
Pesticidas	\$ / kg-L	10409	312 3	208 2	520 5
Guacales	\$ / unidad	300	0 0	1500 0	1500 0
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES 2*</b>			<b>5082 1</b>	<b>3504 2</b>	<b>8586 3</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>					
Herramientas (varias)	\$ / unidad	17000	68 0	32 0	100 0
Administracion	\$ / año	300000	300 0	300 0	600 0
Imprevistos	\$ / año	3% C V	152 5	105 1	257 6
Asistencia Tecnica	\$ / año		140 0	140 0	280 0
<b>TOTAL GASTOS GENERALES 3*</b>			<b>660 5</b>	<b>577 1</b>	<b>1237 0</b>
<b>TOTAL 1* + 2* + 3*</b>			<b>7472 6</b>	<b>4081 3</b>	<b>11553 9</b>

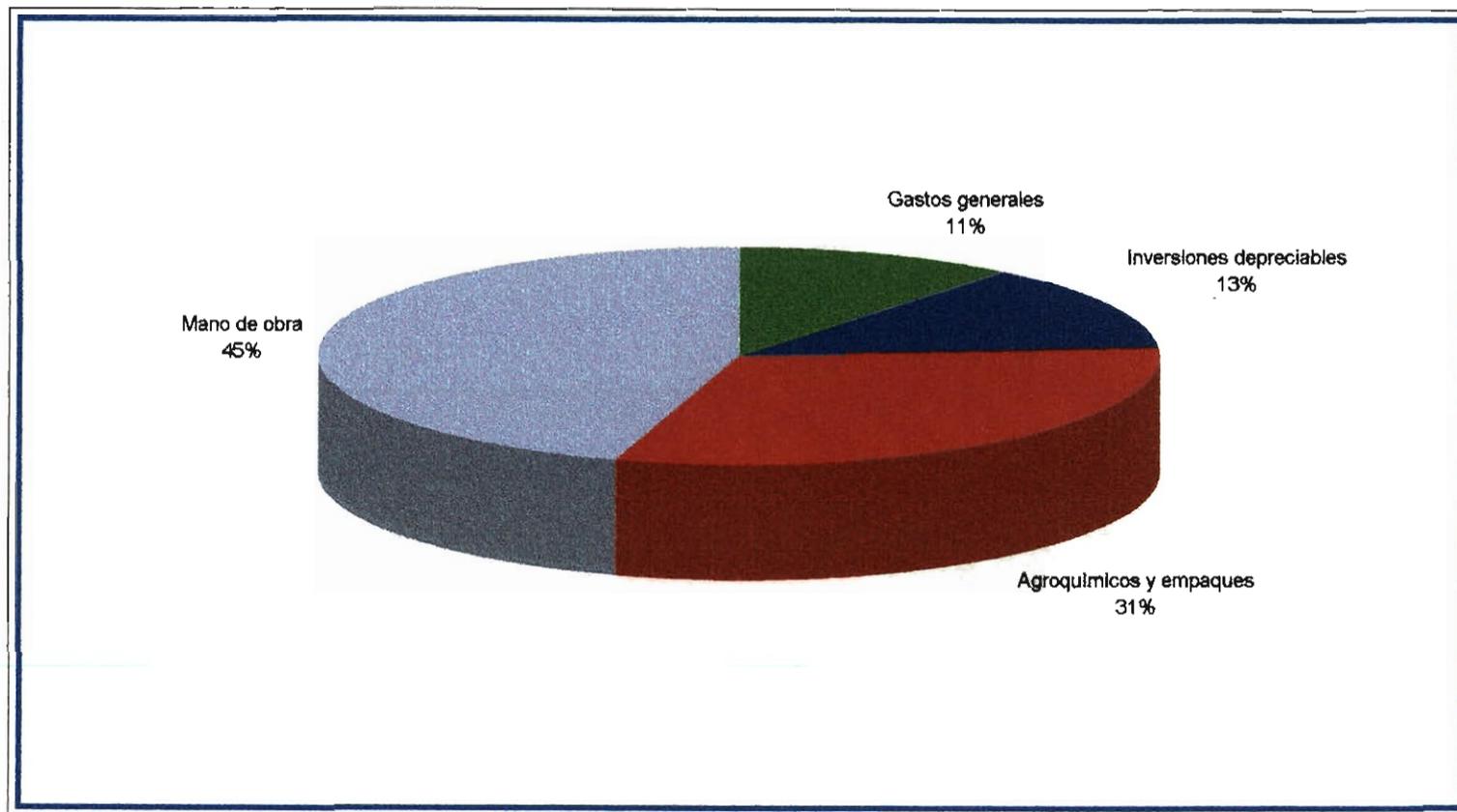


Figura 14 . Participación de los costos en la etapa de instalación del cultivo (Año 1).

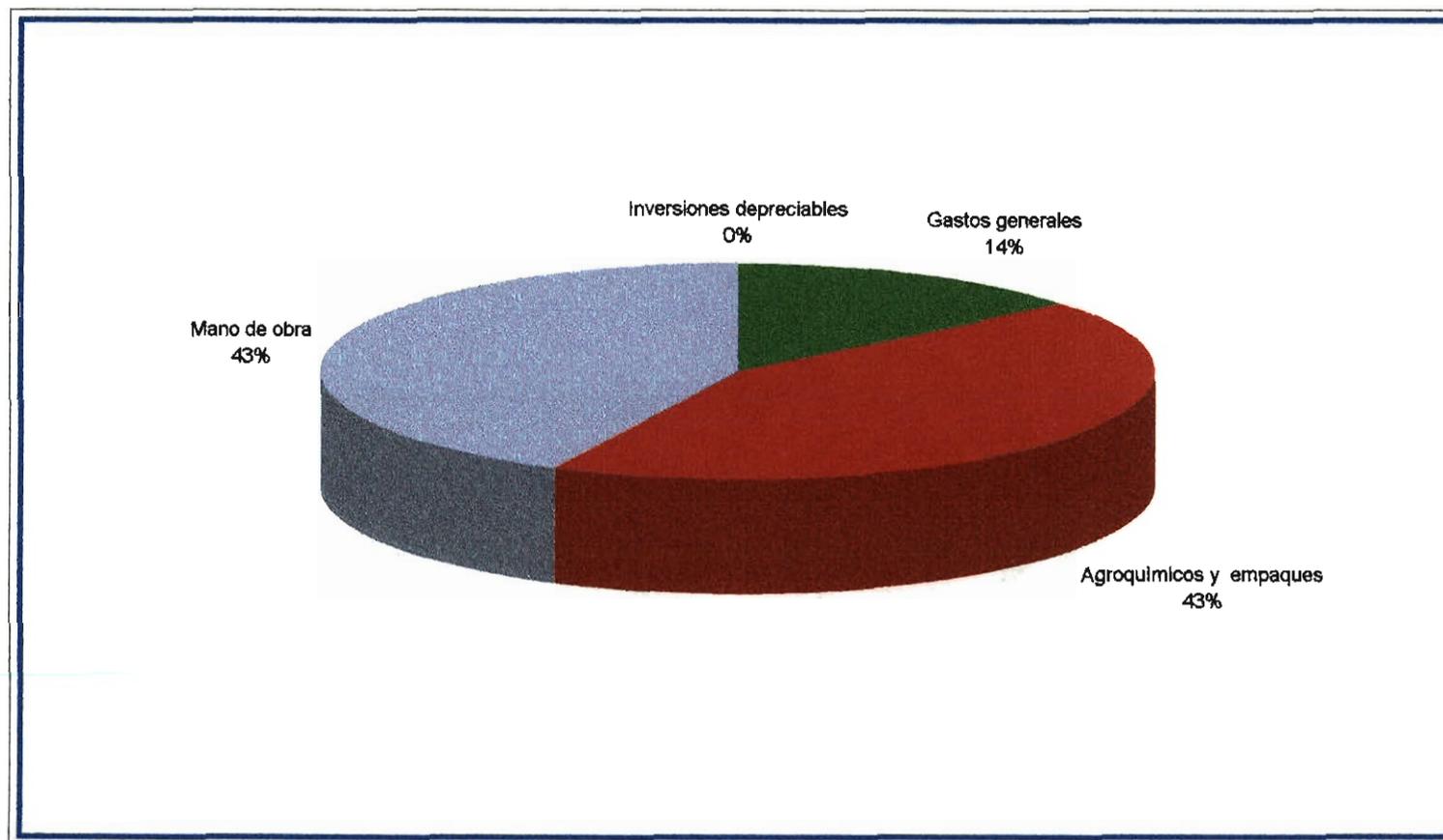


Figura 15. Participación de los costos en la etapa de sostenimiento (Año 2).

El análisis económico se realizó de la siguiente manera

## 5.1 ANÁLISIS DE DOMINANCIA

En la Tabla 22 se enumera el total de los costos por fertilización variable y los beneficios netos para cada uno de los tratamientos en el ensayo de fertilización con nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ). Es importante anotar que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (Figura 16). Por ejemplo, el tratamiento 12 (N  $P_2O_5$   $K_2O$  = 9 6 20) presenta un beneficio neto de \$17 351 535 y un costo de fertilización variable de \$1560 606, mientras el tratamiento 5 (N  $P_2O_5$   $K_2O$  = 6 3 25) tiene un beneficio neto de \$13 078 688 y un costo de fertilización variable de \$1574 524. Se esperaba que el tratamiento 5 presentara un mayor beneficio neto por cuanto el costo de fertilización variable es mucho mayor que en el tratamiento 12. Esto muestra que el aumento del rendimiento no es suficiente para compensar el incremento de costos variables de fertilización. Por esta razón se concluye que la rentabilidad en el tratamiento 5 es inferior que en el tratamiento 12, lo cual se traduce en un mayor costo de oportunidad.

Los tratamientos no dominados (1, 3, 12 y 18) serán utilizados para realizar el análisis marginal y determinar el tratamiento más rentable para el agricultor. En la figura 16 se observa que no necesariamente los tratamientos con mayor costos de fertilización son aquellos que presentan el mayor beneficio neto.

Tabla 22 Análisis de dominancia de tratamientos de fertilización en piña perolera

No	Tratamientos			Beneficio neto (\$ / ha)	Costo fertilización variable (\$ / ha)
	N	P	K		
25	15	3	15	12649110	1364028*
9	9	3	15	12660052	1172628*
5	6	3	25	13078688	1574924*
20	12	6	20	13097584	1656529*
23	12	3	30	13106243	2015210*
2	6	6	15	13117402	1216243*
17	12	3	15	13171279	1268551*
7	6	3	30	13285385	1823810*
26	15	6	15	14171846	1503120*
19	12	3	20	14433949	1517437*
33**	10	4	11	14518885	1075800*
8	6	6	30	14531270	1962902*
1	6	3	15	14794344	1077151
24	15	6	30	14887828	2154302*
11	9	3	20	14902699	1421514*
13	9	3	25	15016296	1670401*
4	6	6	20	15043976	1465129*
28	15	6	20	15209031	1752066*
10	9	6	5	15295088	1311720*
3	6	3	20	15650291	1326037
15	9	3	30	15686043	1919287*
14	9	6	25	15892232	1809493*
31	15	3	30	15990052	2110687*
6	6	6	25	16174323	1714016*
16	9	6	30	16189579	2058379*
29	15	3	25	16206104	1861801*
22	12	6	25	16440231	1905416*
18	12	6	15	16582987	1407643
21	12	3	25	16583496	1766324*
27	15	3	20	16741507	1612914*
32	15	6	30	16918537	2249779*
30	15	6	25	17081790	2000893*
12	9	6	20	17351535	1560606

\* = Tratamientos dominados

\*\* = Tratamiento comercial

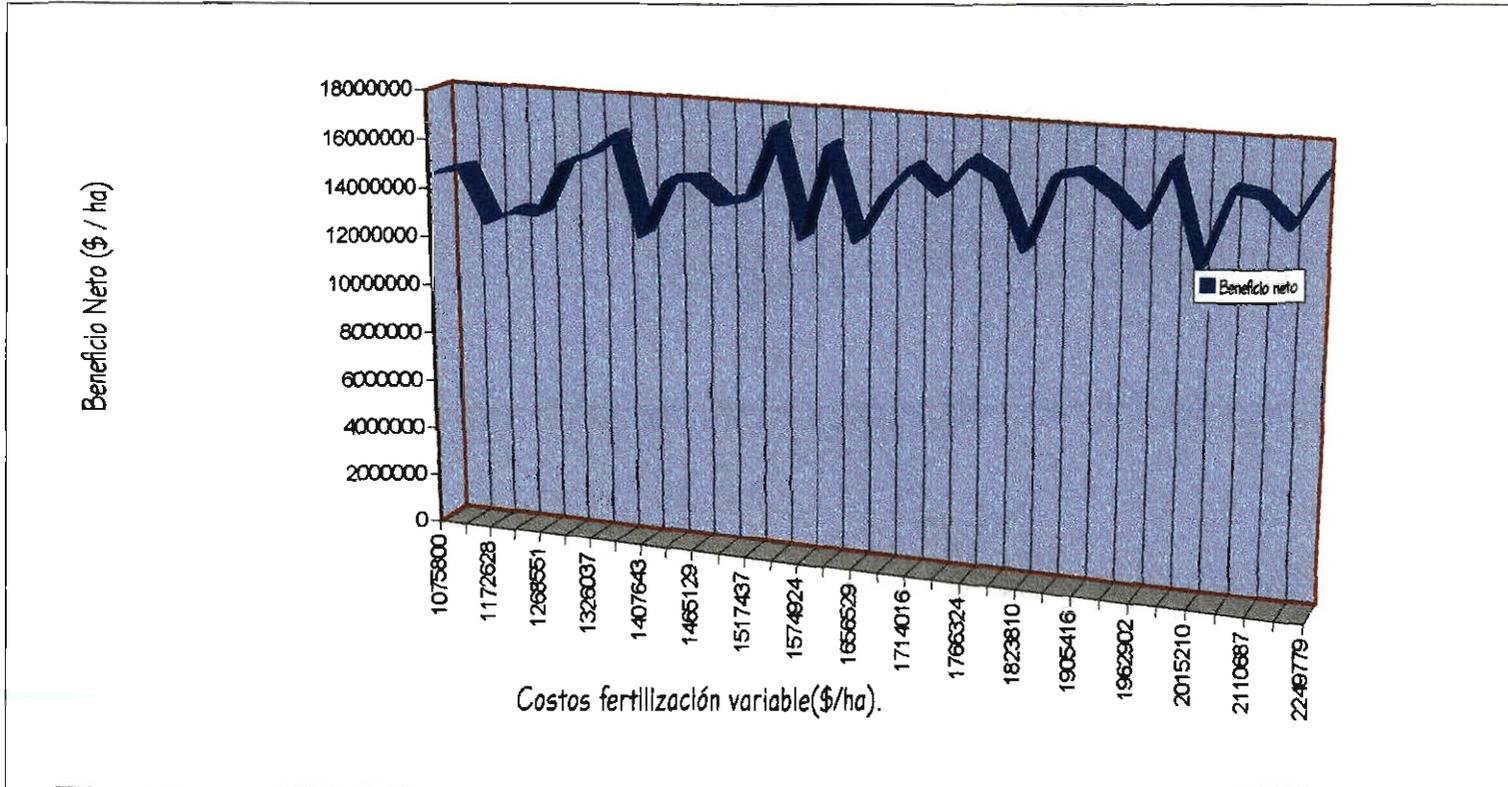


Figura 16. Comportamiento del beneficio neto Vs. diferentes costos de fertilización variable para el cultivo de piña perolera. San Juan de Arama 1998.

## 5.2 ANALISIS MARGINAL

Este análisis es importante debido a que es necesario conocer el aumento de costos para un tratamiento cualquiera cuando se quiere obtener un incremento determinado en los beneficios netos.

La mejor manera de ilustrar esta comparación está representada en la Figura 17 donde se observa el comportamiento de la rentabilidad de cada uno de los tratamientos en relación con los costos de la fertilización variable. Se debe destacar que la mayor rentabilidad se alcanzó en los tratamientos con costos intermedios de fertilización variable aunque se esperaba obtener estos resultados con los mayores costos de fertilización variable.

Una de las herramientas esenciales para este análisis es el cálculo de la tasa de retorno marginal, la cual expresa la relación beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal de fertilización (aumentos en los costos que varían) expresada en un porcentaje.

La relación matemática por la cual se calcula la tasa de retorno marginal es la siguiente:

$$\frac{\Delta \text{Beneficios netos}}{\Delta \text{Costos variables}} = X \times 100 \rightarrow \% \text{ Tasa de retorno marginal}$$

A continuación en la tabla 23 se presentan los tratamientos no dominados en orden descendente respecto de los costos variables de fertilización, beneficios netos y el cálculo de la tasa de retorno marginal de haber cambiado de tratamiento.

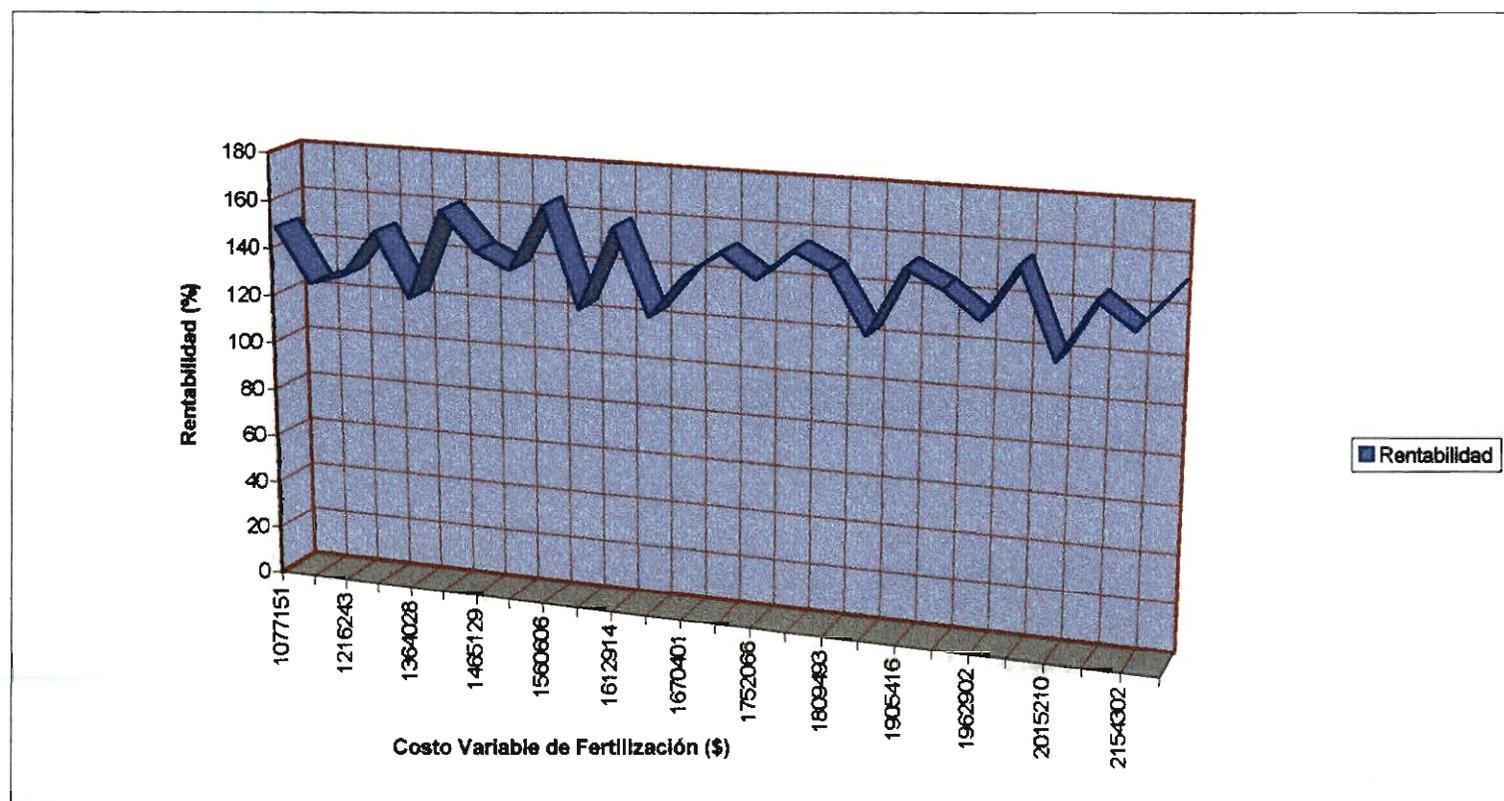


Figura 17 . Rentabilidad de tratamientos de fertilización en piña perolera. San Juan de Arama (Meta) 1998.

Tabla 23 Analisis de costos beneficios y tasa de retorno para los tratamientos no dominados

Numero	Tratamiento			Costos variables	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficio neto marginal	Tasa de retorno marg
	N	P205	K20	(\$ / ha)	(\$ / ha)	(\$ / ha)	(%)	
12	9	6	20	1560606		17351535		
18	12	6	15	1403643	156963	16582987	768548	489
3	6	3	20	1326037	77606	15650291	932696	1202
1	6	3	15	1077159	248878	14794344	855947	344

Con base en la tabla anterior la tasa de retorno marginal por querer cambiar del tratamiento 1 al 3 es de 344% Esto quiere decir que por cada \$1 invertido en adquirir y aplicar el aumento de la fertilización el agricultor puede recobrar el \$1 invertido y obtener \$3.44 adicionales. Se observa que las tasas de retorno marginal entre los tratamientos no dominados son mayores del 100% esto indica que al cambiar el tratamiento de fertilización se obtiene mayor rentabilidad a pesar del aumento de los costos variables de fertilización.

Al relacionar el tratamiento 1 ( $N\ P_2O_5\ K_2O = 6\ 3\ 15$ ) el cual presenta mayor similitud con la fertilización comercial con el tratamiento 12 ( $N\ P_2O_5\ K_2O = 9\ 6\ 20$ ) que presenta los mejores resultados en el presente trabajo la tasa de retorno marginal a trasladarse sería de 5.3 esto indica que por cada \$1 invertido en la mayor fertilización se espera recuperar \$5.3 adicionales. Al tomar el costo marginal de fertilización que es de \$483447 este representa un beneficio neto marginal de \$2557191 entonces al multiplicar la tasa de retorno marginal por el beneficio neto marginal se obtiene una ganancia adicional de \$13374108. La anterior ganancia adicional muestra que se supera la tasa de retorno mínima (100%).

El anterior análisis de los tratamientos de fertilización ( $N\ P_2O_5\ K_2O$ ) se ilustrará con un análisis de rentabilidad para todos los tratamientos (Tabla 24).

Tabla 24 Análisis de rentabilidad total para los tratamientos de fertilización

No	Tratamiento			Beneficio Neto Total (\$ / ha)	Rentabilidad a cosecha (%)	Rentabilidad Mensual (%)
	N	P	K			
12	9	6	20	17351535	165.1	13.76
18	12	6	15	16582987	160.2	13.35
27	15	3	20	16741507	158.5	13.21
30	15	6	25	17081790	155.8	12.98
21	12	3	25	16583496	154.7	12.89
3	6	3	20	15650291	152.4	12.70
6	6	6	25	16174323	151.6	12.63
22	12	6	25	16440231	151.3	12.61
32	15	6	30	16918537	150.8	12.57
29	15	3	25	16206104	149.8	12.48
10	9	6	15	15295088	149.2	12.43
1	6	3	15	14794344	147.8	12.32
14	9	6	25	15892232	147.6	12.30
16	9	6	30	16189579	146.9	12.24
33*	10	4	11	14518885	145.1	12.09
4	6	6	20	15043976	144.5	12.04
31	15	3	30	15990052	144.4	12.03
15	9	3	30	15686043	144.2	12.02
11	9	3	20	14902699	143.8	11.98
28	15	6	20	15209031	142.1	11.84
13	9	3	25	15016296	141.4	11.78
19	12	3	20	14433949	137.9	11.49
26	15	6	15	14171846	135.7	11.31
24	15	6	30	14887828	133.9	11.16
8	6	6	30	14531270	133	11.08
2	6	6	15	13171279	129.7	10.81
17	12	3	15	13117402	128.5	10.71
9	9	3	15	12660052	125.3	10.44
5	6	3	25	13078688	124.3	10.36
20	12	6	20	13097584	123.5	10.29
7	6	3	30	13285385	123.3	10.28
25	15	3	15	12649110	122.7	10.23
23	12	3	30	13106243	119.4	9.95

\* = Tratamiento comercial

### 5.3 ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL MERCADO

Cuando un cambio de tecnología brinda una tasa de retorno marginal superior al 100% (el equivalente a un retorno del 2 x 1 que los agricultores a menudo mencionan) es sensato considerarlo apropiado para el cultivo de la piña. Para mayor seguridad en la planificación del cultivo es necesario determinar si una recomendación soportara los cambios de precios por esto es necesario volver a efectuar el análisis marginal con precios alternativos.

En la tabla 25 se hace referencia a los precios alternativos que se puede obtener por kilogramo de piña para 1998 en los tres principales centros de mercadeo del país. Para la elaboración de estas proyecciones de los precios se utilizaron los datos de los diez últimos años y las proyecciones de precios del departamento de economía de la Federación Nacional de Cafeteros para la piña perolera para el año de 1998.

Tabla 25 Precios de referencia en tres plazas para la piña en 1998 (pesos / kilo)

PLAZA	COSECHA		
	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO
BOGOTA	240	300	376
CALI	355	400	450
MEDELLIN	380	420	500

Fuente Autores

\* Proyecciones

Nota Las épocas de siembra e inducción floral para este cultivo son programadas

El precio alternativo para el análisis de sensibilidad es de \$250 / kilogramo como resultado del análisis, se obtuvieron diferencias similares a las obtenidas en el análisis marginal en el que se consideró un precio de venta de \$300 / kilogramo de fruta (tabla 26) Cabe anotar que la rentabilidad total de los tratamientos disminuyó en un 17% La rentabilidad total de la dosis óptima obtenida en el análisis marginal para el tratamiento 12 fue de 165 1% mientras que al utilizar el precio de \$250 / kilogramo se obtuvo una rentabilidad total del 118 2%

Por tal razón el análisis marginal es importante solo cuando se consideran cambios en los factores de producción que para el presente caso es la combinación de diferentes dosis de N P205 y K20

Tabla 26 Analisis de costos beneficios y tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados para un precio alternativo de \$250 / kg de fruta

Numero	Tratamiento			Costos	Costos	Beneficios netos	Beneficio netos	T R Mrg
	N	P	K	variables (\$ / ha)	marginales (\$ / ha)	(\$ / ha)	Mrg (\$ / ha)	(%)
12	9	6	20	1560606		12419971		
18	12	6	15	1403643	156963	11832682	878541	560
3	6	3	20	1326037	77606	10679085	1153597	1486
1	6	3	15	1077159	248878	9800544	587289	236

Fuente Autores

\*= Precio de venta \$ 250 / kilogramo

## 6 CONCLUSIONES

El nitrógeno (N) es el elemento que presenta mayor participación en la etapa vegetativa del cultivo de la piña el cual produjo importantes diferencias significativas en el peso fresco y peso seco de la hoja D a los 4 y 10 meses de establecido el cultivo. Este elemento en cantidades adecuadas propicia el óptimo acondicionamiento de los factores fisiológicos de la planta necesarios para las etapas de floración y desarrollo del fruto. El aumento de la materia fresca de la parte foliar es directamente proporcional al incremento de las dosis de nitrógeno. Al reportarse los mayores incrementos de peso fresco y seco de la hoja D en las dos mediciones cuando se utilizaron las dosis más altas.

El potasio ( $K_2O$ ) y el fósforo ( $P_2O_5$ ) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas con respecto a la variable peso de fruto. Para el caso del fósforo ( $P_2O_5$ ) con la dosis de 6 gramos / planta fue con la que se obtuvo el mayor peso promedio de fruto de 2.84 Kg. El análisis de regresión muestra un punto máximo en la dosis de potasio ( $K_2O$ ) con la cual se alcanza la máxima respuesta en el rendimiento óptimo de fruta por hectárea. Así mismo al incrementar la dosis de este se obtienen drásticas disminuciones en el rendimiento. Esta dosis óptima es de 25.5 gramos / planta obteniéndose un rendimiento de 100.56 toneladas / hectárea.

La variable número de colinos basales del fruto se incrementó en forma significativa al aplicar dosis altas de nitrógeno (12 gramos / planta) y potasio (30 gramos / planta). El peso del fruto presenta una relación directamente proporcional con esta variable.

El rendimiento presenta correlación positiva con el peso fresco de la hoja D a los diez meses, lo que evidencia la posible relación existente entre el peso fresco de la hoja D al momento de la inducción floral y el peso del fruto a cosecha (rendimiento).

El tratamiento 12 (N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O = 9 6 20) provocó un rendimiento de 113.71 Ton / ha, pero aunque no fue el tratamiento con el mayor rendimiento en fruta, sí presentó la mayor eficiencia económica al alcanzar una rentabilidad del 165.1%, al superar al tratamiento de fertilización comercial, el cual alcanzó una rentabilidad del 145%. Esta diferencia en rendimiento fue de 13.6 Ton / ha.

La mayoría de tratamientos superaron las 100 Ton / ha, esto indica que la piña responde positivamente a la adición de los fertilizantes utilizados, en lo que influyeron favorablemente las excelentes condiciones agroclimáticas de la zona donde se realizó el trabajo.

La rentabilidad más baja que se presentó en los tratamientos fue de 119%, correspondiente a la combinación N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O = 12 3 30, el rendimiento para este caso fue de 98.22 Ton / ha, lo que indica que la piña responde

positivamente a la adición creciente de estos elementos. Los rendimientos obtenidos en este ensayo superan a los reportados en otros países del mundo, lo que demuestra las excelentes condiciones agroecológicas de la región para el óptimo desarrollo del cultivo.

Mediante el análisis de sensibilidad del mercado se pudo comprobar que variando la proyección precio de venta de \$300 a \$250 /kilogramo, aun la alternativa de cambio en el nivel de fertilización conserva una óptima rentabilidad total del sistema de explotación, al superar la tasa de retorno mínima esperada por el agricultor para el ciclo total del cultivo.

Al adicionar fertilizantes nitrogenados se fomenta el desarrollo foliar y la producción de órganos vegetativos; por esta razón, si se quiere obtener mayor peso en la hoja y al momento de la inducción floral y mayor número de colinos, se debe fertilizar con mayor cantidad y frecuencia durante el primer año del cultivo.

Las extensas sabanas donde predominan los suelos oxisoles son alternativa importante para implementar tecnologías que tengan como objetivo primordial la optimización del recurso suelo mediante la creación de paquetes tecnológicos rentables y viables. Este ensayo de fertilización permite obtener un beneficio óptimo de los recursos propios del ecosistema sabana y además demanda grandes cantidades de mano de obra, la cual representa el 44% del costo total de la inversión por hectárea (425 jornales).

## 7 RECOMENDACIONES

A menudo los mercados la inflación y las políticas económicas son variables por esta razón el análisis económico realizado se basa en el estudio de precios de una década y las perspectivas de mercadeo nacionales por lo cual se recomienda sembrar este tipo de cultivo porque existe cierto grado de confiabilidad debido a la no presentación de grandes fluctuaciones de precios en el mercado la creciente demanda de fruta fresca la disminución de áreas sembradas en otras regiones del país y a la excelente calidad del fruto obtenido

Se recomienda la aplicación comercial de la dosis que produjo los mejores rendimientos económicos en el presente trabajo el cual reporta un incremento de rendimiento de 13.6 toneladas / hectárea lo que representa un cambio económico favorable para el agricultor ya que este invierte \$1 en fertilización adicional y obtiene como resultado una ganancia ocasional \$5.3 aproximadamente

Se recomienda adicionar fertilizantes de excelente calidad a base de potasio y fósforo. Es importante resaltar la participación que tiene el potasio ( $K_2O$ ) y el fósforo ( $P_2O_5$ ) en el desarrollo del fruto. Por tal motivo es necesario proveerle a la planta las cantidades adecuadas para la obtención de frutos con buenas características tanto internas como externas. El posicionamiento en el mercado de esta fruta consiste primordialmente de las propiedades físico-químicas del fruto.

## RESUMEN

Se evaluó la respuesta de la piña a la adición de combinaciones de elementos mayores (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). El ensayo se realizó en un suelo oxisol del municipio de San Juan de Arama (Meta).

Se evaluaron cuatro dosis de nitrógeno (3-6-9 y 12 gramos/planta), dos de fósforo (3 y 6 gramos/planta) y cuatro de potasio (15-20-25 y 30 gramos/planta). La densidad de siembra fue de 44 444 plantas/ha.

Se determinó el comportamiento del porcentaje de materia seca, peso fresco y seco de la hoja D, se cuantificó el número de colinos basales, peso de fruto y rendimiento. Se emplearon bloques completos al azar con diferencias significativas en la mayoría de variables evaluadas.

Se concluye que a mayores dosis de nitrógeno se incrementa en forma significativa el rendimiento (109,9 toneladas/hectárea), peso fresco y seco de la hoja D, también aumentó significativamente el número de colinos basales.

El fósforo y el potasio presentaron gran importancia para el desarrollo y peso del fruto. En el caso del potasio, la dosis de 25 gramos/planta presentó un punto máximo en el rendimiento (109,5 ton/ha).

La combinacion (N P205 K20=9 6 20 gramos/planta) aunque no presento el mayor rendimiento y beneficios netos si presento la mejor rentabilidad

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBRIGO G Pineapple In Childers N F de Temperate to tropical fruit nutrition 2a edicion Somerset press New Jersey 1966

AVILAN L Principios y manejo de la produccion Manual de fruticultura Tomo I 2a ed Editorial America Barcelona 1988

CAVARD OCHOA Françoise El cultivo de la piña en Colombia ICA 1983

CAVARDO F y BOLIVAR F Instrucciones generales para el cultivo de la piña con fines de multiplicacion En programa nacional para el cultivo de la piña INCORA Bogota s f

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA CVC Fruticultura Vol I, Cali 1969

COLLINS J L The pineapple botany cultivation and utilizacion Primera edicion Leonard Hill Londres s f

CHANDLER W H Frutales de hoja perenne Union Grafica 2a ed Mexico 1962

CHOUCAIR K Fruticultura colombiana Tomo II Editorial Bedout Medellin 1962

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS Costos y gastos para proyectos de diversificacion Cordicafe Santafe de Bogota 1995

---

Precios y proyecciones Boletin anual No 22 Cordicafe Santafe de Bogota 1995

FROHLICH G and W RODEWAL Pest and diseases of tropical crops and their control Pergaman Press Oxtord 1970

HERNANDEZ M F Filter press cake increases pineapple yields in Puerto Rico En Agric Expc Sta Rio Piedras Bull

HERNANDEZ M E LUGO M A Effects of the Calcium - Boron relationships on growth and production of the pineapple plant En Journal Agr Univ V 42 Puerto Rico 1958

HUET R La composition chimique de Lanana fruits V 13 1958

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA Informe anual de actividades programa nacional de frutales Palmira 1979

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA IICA y Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia Compendio de Agronomia Tropical Tomo II San Jose C R 1989

JACOB A Nutricion y abono de los cultivos tropicales y subtropicales Formosa 1986

JONHSTON J R Enfermedades y plagas de la piña en America Tropical La union Panamericana Vol 65 1931

NEILD R E y F BUSHEL Un procedimiento agroclimatico para explotacion de areas potenciales para la produccion de piña en Colombia 1976

OCHSE J J SOULE M J DIKMAN M J y WEHLBURG C Tropical and Subtropical agriculture Vol I New York. 1961

PATIÑO M V Plantas cultivadas y animales domesticos en America equinoccial 1a ed Cali Colombia 1963

PY C J J La piña tropical Palomeque Barcelona 1968

SALAZAR CASTRO Raul Situacion de la piña en Colombia Frutas tropicales Programa frutas tropicales C I Naturmo  
Editorial Produmedios Espinal Tolima 1994

\_\_\_\_\_ El cultivo de la piña en el Valle del Cauca Fruticultura Tropical Federacion Nacional de Cafeteros  
1985

\_\_\_\_\_ Fertilizacion en piña Tercer curso nacional de frutales de clima calido y primer curso nacional de  
frutales de clima frio ICA 1988

TORRES Rodrigo y RIOS C Danilo Frutales Programa de Hortalizas y frutales Palmira ICA 1977

TERWES G GRUNEBERG Conocimiento y experiencias en la Fertilizacion de la piña Boletn Verde No 3 Alemania  
1967