

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**NIVELES DE FERTILIZACIÓN N-K₂O EN EL CULTIVO
DE PAPAYO (*Carica papaya* L.) VARIEDAD 'PTM-331'
EN TULUMAYO**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

CESAR CALLIRGOS ALVARADO

PROMOCIÓN II – 2001.

“Excelencia Profesional para un Desarrollo Sostenible”

TINGO MARÍA – PERÚ

2008

F04

C21

Callirgos Alvarado, César

Niveles de Fertilización N-K₂O en el Cultivo de Papayo (Carica papaya L.)
Variedad "PTM-331" en Tulumayo. Tingo María, 2008

103 h.; 52 cuadros; 23 fgrs.; 33 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva,
Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

CARICA PAPAYA L. / FERTILIZACIÓN / DISEÑO EXPERIMENTAL

/ CULTIVO / RENTABILIDAD / METODOLOGÍA / TINGO MARÍA

/ RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.

DEDICATORIA

En memoria a mi padre: Ulises; mis
hermanos: Betty, Domingo y Segundo
Ulises, que en paz descansen y de
Dios gocen.

Con amor y aprecio a mi querida
madre: Lucinda; mis hermanos: Ever,
Dobertín, Clelia, Alfonso, Cástulo,
Janover y Betty, mi cuñada.

A mi esposa Jhaqueline e hijo Rayd
Jhair; con el amor y ternura de
siempre.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por su contribución en mi formación profesional, profesores de la Facultad de Agronomía y personal técnico y administrativo, por haber vertido sus sabias y fecundas enseñanzas, que contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP – Tingo María), por el financiamiento.
- A mi hermano Dobertín y su ex esposa Betty e hijos Harvey y Ulices, por brindarme el amor de hogar y contribuir con el apoyo moral y económico que requirió la culminación de mi carrera profesional.
- Al Ing. Carlos Carbajal Toribio y al Ing. M. Sc. Carlos Huatuco Barzola, asesor y coasesor, que con sus conocimientos me orientaron en el desarrollo de este trabajo.
- Al Ing. M. Sc. Jorge Adriazola del Aguila, por brindarme una visión para el desarrollo del presente trabajo.
- Al Ing. José Segundo Panaifo Del Aguila por sus sabios consejos y la confianza mostrada para desarrollarme profesionalmente.
- Al Ing. John Richard Remuzgo Foronda, amigo y orientador profesional.
- Al Ing. Christian Lorenzo Chambilla Inocente, por su apoyo en la redacción del presente trabajo de investigación.
- A los Ing. Jaime Cabrera Jara, Juan Carlos Tuesta Hidalgo, Israel Cusi Román, Mirtha Luz Facho Alfaro y Abel Cárdenas Ortega, por su valioso apoyo en la ejecución del presente trabajo de tesis.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1 Clasificación taxonómica.....	15
2.2 Origen	15
2.3 Descripción botánica.....	16
2.4 Características de la variedad.....	17
2.5 Clima.....	18
2.6 Suelo.....	19
2.7 Importancia del cultivo.....	20
2.8 Composición bioquímica y química	21
2.9 Requerimientos nutricionales	24
2.10 Interacción de nutrientes.....	32
2.11 Experiencias sobre fertilización	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1 Lugar de ejecución.....	35
3.2 Historial del campo experimental	37
3.3 Análisis del suelo.....	37
3.4 Componentes en estudio.....	38
3.5 Tratamientos en estudio	39
3.6 Diseño experimental.....	39
3.7 Disposición del campo experimental	41

3.8 Observaciones registradas y metodología	43
3.9 Ejecución del experimento.....	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1 Rendimiento total de frutos	56
4.2 Número de frutos.....	65
4.3 Altura de planta.....	73
4.4 Diámetro de tallo.....	83
4.5 Análisis económico y de rentabilidad en el rendimiento de fruto del papayo	91
V. CONCLUSIONES	94
VI. RECOMENDACIONES.....	96
VII. RESUMEN.....	97
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	99
IX. ANEXO	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química de la papaya en 100 g de parte comestible.....	23
2. Extracción de nutrientes que realizan los órganos aéreos del papayo durante el primer año de la siembra (1650 pl.ha ⁻¹).	24
3. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del trabajo de investigación (octubre 2001 a abril 2003).	36
4. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.....	37
5. Tratamientos y combinaciones en estudio.....	39
6. Esquema del análisis de variancia	41
7. Momentos de aplicación de los fertilizantes	51
8. Análisis de variancia en el rendimiento del papayo (<i>Carica papaya</i> L.).	56
9. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los tratamientos en el rendimiento del papayo.....	58
10. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en el rendimiento del papayo.....	60
11. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio (K ₂ O) en el rendimiento del papayo	62
12. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en el rendimiento del papayo.....	65
13. Análisis de variancia para el número de frutos del papayo (<i>Carica papaya</i> L.).....	65
14. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en el número de frutos del papayo.....	67

15. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en el número de frutos del papayo.....	69
16. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio (K_2O) en el número de frutos del papayo.....	70
17. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en el número de frutos.ha ⁻¹	73
18. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en la altura de planta a los 112 días después del trasplante.....	74
19. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en la altura de planta a los 163 días después del trasplante.....	75
20. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en la altura de planta a los 282 días después del trasplante.....	76
21. Resumen de la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en la altura de planta a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.....	78
22. Resumen de la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio (K_2O) en la altura de planta a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.....	79
23. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en la altura de planta a los 112 días después del trasplante.....	80
24. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en la altura de planta a los 163 días después del trasplante.....	81

25. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en la altura de planta a los 282 días después del trasplante.....	82
26. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en el diámetro de tallo a los 112 días después del trasplante	84
27. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en el diámetro de tallo a los 163 días después del trasplante	85
28. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en el diámetro de tallo a los 282 días después del trasplante	86
29. Resumen de la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en el diámetro de tallo a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.....	88
30. Resumen de la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio (K_2O) en el diámetro de tallo a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.....	89
31. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en el diámetro de tallo a los 112 días después del trasplante.....	90
32. Análisis económico y de rentabilidad en el rendimiento de fruto del papayo en diferentes niveles de fertilización en un periodo de 11,5 meses de cosecha.....	91
33. Conversión de la dosis de aplicación de nutrientes en términos de producto comercial ($kg \cdot ha^{-1}$).....	104

34. Conversión de la dosis en términos de gramos por planta del producto comercial ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).....	104
35. Momento de aplicación de los fertilizantes para el presente experimento.....	104
36. Datos promedios del rendimiento de fruto ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), por cosecha y por tratamiento.....	105
37. Datos promedios del rendimiento de fruto ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en diferentes niveles de fertilización.....	107
38. Datos promedios del número de frutos. ha^{-1} , por cosecha y por tratamiento.....	108
39. Datos promedios del número de frutos de papayo en diferentes niveles de fertilización.....	110
40. Análisis de variancia para los efectos simples en el rendimiento del papayo.....	110
41. Datos promedios de la altura de planta a los 112 días (6 ^{ta} evaluación) después del trasplante.....	110
42. Datos promedios de la altura de planta a los 163 días (9 ^{na} evaluación) después del trasplante.....	112
43. Datos promedios en la altura de planta a los 282 días (12 ^{va} evaluación) después del trasplante.	112
44. Resumen del análisis de variancia en la altura de planta a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.	113
45. Datos promedios del diámetro de tallo a los 112 días (6 ^{ta} evaluación) después del trasplante.....	113

46. Datos promedios del diámetro de tallo a los 163 días (9 ^{na} evaluación) después del trasplante.....	114
47. Datos promedios del diámetro de tallo a los 282 días (12 ^{va} evaluación) después del trasplante.....	114
48. Resumen del análisis de variancia en el diámetro de tallo a 112, 163 y 282 días después del trasplante.....	115
49. Análisis de variancia para el estudio de los efectos simples en el diámetro de tallo a 112 días después del trasplante.	115
50. Promedio de variación de la altura de planta (cm) por evaluación (quincena) en diferentes niveles de fertilización.....	116
51. Promedio de variación del diámetro de tallo (cm) por evaluación (quincena) en diferentes niveles de fertilización.....	118
52. Costo de producción por hectárea en los tratamientos estudiados (Datos actualizados al año 2002-2003).....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Evaluación de la altura de planta.....	43
2. Evaluación del diámetro tallo.....	44
3. Conteo del número de frutos en desarrollo.....	44
4. Pesado de frutos dentro del campo experimental	45
5. Almácigo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.), en vivero	47
6. Preparación de terreno con arado de discos.....	48
7. Demarcación del área experimental.....	49
8. Transplante de plántulas en campo definitivo.....	50
9. Plantación de papayo con control adecuado de malezas.....	52
10. Proceso de selección y enjabado de la fruta de papaya	55
11. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de frutos de papayo (<i>Carica papaya</i> L.) en Tulumayo.....	59
12. Correlación del factor nitrógeno en el rendimiento del papayo.....	61
13. Correlación del factor potasio en el rendimiento del papayo.....	63
14. Efecto de los tratamientos en el número de frutos del papayo (<i>Carica papaya</i> L.).ha ⁻¹	68
15. Correlación del factor nitrógeno en el número de frutos.ha ⁻¹	69
16. Correlación del factor potasio en el número de frutos.ha ⁻¹	71
17. Índice de rentabilidad en relación al análisis económico en el rendimiento del papayo (kg.ha ⁻¹)	92
18. Variación del rendimiento de fruto por cosecha y por tratamiento con diferentes niveles de fertilización	106

19. Variación del número de frutos por cosecha y por tratamiento con diferentes niveles de fertilización	109
20. Variación de la altura de planta por evaluación en diferentes niveles de fertilización.....	118
21. Variación del diámetro de tallo por evaluación el tiempo en diferentes niveles de fertilización	119
22. Croquis del campo experimental	121
23. Detalle de una parcela.....	122

I. INTRODUCCIÓN

El papayo (*Carica papaya* L.) es uno de los frutales tropicales de mayor demanda en el mercado local, nacional e internacional; cuyo fruto se consume como fruta fresca, asimismo tiene múltiples aplicaciones medicinales e industriales. Es un cultivo tropical rustico, ya que prospera en cualquier tipo de suelo, pero para obtener buenos rendimientos es necesario que este sea franco, de fácil drenaje, con muy ligera pendiente, fértiles y especialmente ricos en materia orgánica. Asimismo es un cultivo muy exigente en nutrientes, ya que los requiere en cantidades elevadas y en forma constante, por ello debe realizarse una buena preparación de la fertilización y en las dosis adecuadas, a fin que permanentemente el suelo cuente principalmente con los elementos mayores.

La fertilidad actual de los suelos tropicales, como es el caso del valle del Alto Huallaga resultan alejadas de su fertilidad potencial, por su bajo contenido en macronutrientes principalmente en nitrógeno, fósforo y potasio; debido a diversos factores, considerándose entre ellos: la continua explotación y pérdidas por lavado, lixiviación, volatilización y fijación, consecuencia directa de los manejos inadecuados. Es posible que la deficiencia de tan solo un elemento en el suelo conduzca a un ciclo vital limitado de las plantas y por lo tanto un crecimiento y desarrollo anormal.

Debido a ello una dosis ideal de nitrógeno y potasio en base al comportamiento de la producción, con un manejo adecuado, se considera una de las alternativas para superar rendimientos. Es por ello que en el presente trabajo de investigación se plantean los objetivos siguientes:

1. Determinar el efecto de la fertilización N-K₂O en las características biométricas y rendimiento del cultivo de papayo (*C. papaya* L.) variedad PTM-331.
2. Determinar el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Clasificación taxonómica

CARBAJAL (1993) cita a IBAR (1979), quien señala que el papayo tiene la siguiente clasificación botánica:

Reino	:	Vegetal
División	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledónea
Sub-clase	:	Arquiclamidea
Orden	:	Parietales
Familia	:	Caricáceas
Género	:	Carica
Especie	:	<i>Carica papaya</i> L.
Variedad	:	PTM 331
Nombres comunes	:	“Mamao” (Brasil); “fruta de bomba” (Cuba); “lechosa” (Puerto Rico); “melón zapote” (México) y “papayo” (Perú) CONAFRUT (1998).

2.2 Origen

CARBAJAL (1993), menciona que el papayo es originario de América Tropical; sin embargo, el centro de origen botánico de la especie cultivada no puede ser establecido con exactitud. Algunos autores consideran a las Antillas como su centro de origen y otros a México, América Central y aún al Perú como lugares de donde proviene esta especie.

CONAFRUT (1998), atribuye que esta cercanamente relacionada a *Carica peltata* de México y Costa Rica, la cual es probablemente la pariente hembra de *Carica bourgeoi*.

INFOAGRO (2001), menciona a la vez que este fruto es nativo de América Tropical, no habiéndose encontrado en éste ámbito formas silvestres de ésta especie, en cambio se han hallado formas primitivas de otras especies de Caricáceas tanto en la región tropical y subtropical de centro como de Sur América.

2.3 Descripción botánica

FRANCIOSI (1992) e IBAR (1979), describen que la especie *Carica papaya* L., es una planta siempre verde de crecimiento muy rápido. El tallo es herbáceo, fistulado, suculento y con un látex lechoso.

A la vez manifiestan que el sistema radicular es pivotante con una raíz principal bastante desarrollada y profunda. La mayor concentración de raíces se concentra en los primeros 30 cm. del suelo; el desarrollo lateral de las raíces del papayo es muy vigoroso por lo que se debe tener bastante cuidado al momento de fertilizar o cultivar el suelo.

OIRSA (2002), manifiesta que las hojas son grandes, simples, alternas, largamente pecioladas, palmatilobadas (con 7, 9 u 11 lóbulos) y con nervaduras prominentes. Tanto el pecíolo como las nervaduras principales son fistulados. Las hojas se distribuyen a lo largo del tallo en forma alternada; las más tiernas se encuentran en la parte terminal y tienen un color verde claro

característico. Las hojas adultas se localizan en un plano inferior y en la parte más baja de él se observa hojas inactivas, viejas y secas. En periodos de sequía las hojas inferiores son las primeras en marchitarse y secarse. Las flores masculinas se unen en inflorescencias compuestas racimosas; las femeninas forman inflorescencias en dicario; unas y otras se originan en la axila de las hojas.

FRANCIOSI (1992), señala que el fruto es una baya ovoide de forma esférica o esférico-periforme; la pulpa es de color amarillo anaranjado o rojizo, succulenta, aromática, dulce o ligeramente insípida. La cavidad central es grande y contiene numerosas semillas casi globosas de 5 a 7 mm de diámetro, cubiertas por un mucílago conocido como arilo.

2.4 Características de la variedad

Según el IIAP (2000), reportó las características de la variedad en estudio, las cuales son:

a. Características generales

- Variedad : PTM-331
- Accesoión : 331
- Progenitor : Población de Tingo María y Tulumayo.
- Secuencia de mejoramiento :
 - Selección masal, años 1990 - 1992.
 - Selección individual, 1993 - 1995.
 - Cruzas fraternales, año 1996.
 - Estabilización de características, 1997 - 2000.

b. Características de la planta

- Sexo : Femenino
- Tipo de flor : I
- Porte : Semi enano
- Diámetro del tallo : 15 cm
- Largo de entrenudo : 3,2 cm
- Sanidad : Tolerante a enfermedades virósicas.
- Germinación : 99,0%
- Días a la germinación : 12
- Días al trasplante : 35
- Tipo de suelo : Franco arenoso, con alto contenido en materia orgánica.
- Productividad por planta : 65 kg.año⁻¹.

c. Características del fruto

- Tamaño : Medio
- Peso promedio : 2,5 Kg.
- Forma : Oval
- Color : Amarillo a anaranjado
- Espesor de pulpa : 3,3 cm
- Color de semilla : Pardo a negro
- Mejor densidad : 2000 plantas.ha⁻¹
- Producción estimada / año : 36000 kg.ha⁻¹

2.5 Clima

FRANCIOSI (1992), afirma que la planta de papayo es muy exigente en temperatura; la media anual de 25°C permite la producción de fruta de excelente calidad, así como el rápido crecimiento de la planta y un elevado

rendimiento por hectárea. El papayo es cultivado desde el nivel del mar hasta alturas un poco superiores a los 1000 msnm siempre que las temperaturas medias no sean inferiores a 23°C.

ADRIAZOLA (2001), menciona que el papayo requiere de humedad relativa superior a 60% y de precipitación pluvial de 2000 (166 mm/mes) a 3000 mm (250 mm/mes), distribuidas uniformemente durante todo el año.

2.6 Suelo

ADRIAZOLA (2001), menciona que el papayo se desarrolla mejor en suelos franco arenosos bien drenados. Es recomendable establecer los cultivos en suelos carentes de capas compactas hasta un metro de profundidad. El pH adecuado está entre 6 a 7. Cuando el suelo es ácido es recomendable aplicar enmiendas como cal o dolomita. Por otra parte, indica que las mejores plantaciones de papayo se pueden encontrar en Tingo María, cultivadas en suelos franco arenosos, con canales de drenaje; y también en suelos de ladera con alto contenido de dolomita, lo que facilita la percolación de más de 3200 mm de precipitación pluvial al año.

LA SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA (2002), menciona que, la profundidad del suelo es un aspecto importante para el desarrollo radicular, el anclaje y que las plantas puedan extraer sin dificultad las cantidades necesarias de agua y nutrientes. El manejo del suelo en cuanto a drenaje es importante para el buen desarrollo del cultivo. Los excesos de humedad provocan amarillamiento en las hojas jóvenes, caída prematura de

flores y contribuyen a la pudrición radicular. Deficiencias de humedad provocan limitado crecimiento de la planta, envejecimiento acelerado de hojas y aceleramiento prematuro de frutas. En suelos arcillosos, mal manejados, el movimiento del agua es lento, pueden presentar acidez en su composición química, pH menor de 5.5 puede dificultar la absorción de fósforo y favorecer la solubilidad del aluminio y manganeso. Anegamiento de más de 48 horas al pie de la planta o arriba de ésta puede provocar la muerte de la población total de las plantas en estas condiciones. En suelos muy alcalinos, pH 8.0 en adelante pueden ocurrir deficiencias de zinc, hierro y otros microelementos.

2.7 Importancia del cultivo

EL CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y AGROFORESTAL (2003), menciona que este cultivo esta cobrando bastante importancia económica a nivel mundial, debido que se puede consumir como fruta fresca o procesarse para obtener otros productos como dulces, jaleas, licuados y encurtidos. Además posee un gran potencial de industrialización en el área farmacéutica, culinaria, médica, industria cervecera y bebidas no alcohólicas.

CALZADA (1980), manifiesta que el cultivo del papayo tiene características especiales que le dan ventajas frente a otros frutales como son:

- Gran precocidad, ya que inicia su producción antes del año (7 meses en costa norte, 12 meses en costa central y 8 meses en selva) a diferencia de otros frutales que necesitan de 4 a 5 años.

- Escalonamiento de la cosecha, los frutos en zonas tropicales van apareciendo y madurando progresivamente de abajo hacia arriba en forma continua, pudiendo cosechar una buena parte del año.
- La fruta es de agradable sabor, puede ser consumida como fruta fresca, en jugos y néctares.

a. Procesamiento industrial

LA SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA (2002), reporta que los productos obtenidos a partir de su industrialización son los siguientes: papaína, pectina, esencias, aceites, diversos medicamentos, néctares, conservas, miel, jalea, mermeladas, jugos, confitado, etc. A la vez manifiesta que es utilizada para tratamientos médicos de insuficiencias gástricas y duodenales, elaboración de medios de cultivo, ablandador de carnes, suavizadores de chicles, jarabes expectorantes y clarificación de cervezas entre otros.

2.8 Composición bioquímica y química

a. Composición bioquímica

VÁSQUEZ (2000) cita a Ital (1985), quien menciona que la papaya es una fruta climatérica. Entre los carotenoides que posee la papaya, el principal es la criptoxantina, además tiene la criptofavina y los oxicarotenoides, de los cuales el 29,5% están en forma de carotenoides. El licopeno esta

presente en las variedades colorado, más no en el amarillo; en la maduración de la papaya se transforma de verde para amarillo, debido a la destrucción de la clorofila en los tejidos epidérmicos y al aumento de los carotenoides. La velocidad de respiración aumenta durante esta fase, llegando a un máximo en el punto de maduración transformando la sacarosa en azúcares reductores y el látex subepidermal es destruido.

Maranca (1985) citado por VÁSQUEZ (2000), afirma que la pulpa de papaya contiene la enzima pectinesterasa la cual produce gelatinización del puré, la adición de la sacarosa hasta una concentración de 13% inhibe la actividad de la pectinesterasa, debido a varios factores como la disminución de la actividad de agua o alguna interferencia en el centro activo de la enzima. La papaya contiene la enzima llamada papaína, se extrae del látex de la fruta verde, sin destruir la planta ni la fruta. A medida que el fruto madura su contenido de látex disminuye y al momento de su consumo no contiene nada.

b. Composición química

En el Cuadro 1, VÁSQUEZ (2000) cita a Maranca (1985), menciona que el contenido en 100 g de la parte comestible es el siguiente:

Cuadro 1. Composición química de la papaya en 100 g de parte comestible

Componentes	100 g de parte comestible
Agua (g)	89,91
Proteína (g)	0,50
Grasa (g)	0,10
Carbohidratos (g)	8,30
Fibra (g)	0,60
Ceniza (g)	0,40
Calcio (mg)	20,00
Fósforo (mg)	13,00
Hierro (mg)	0,40
Carotenos (A) (µg)	0,40
Tiamina (B ₁) (mg)	0,03
Rivoflavina (B ₂) (mg)	0,04
Acido ascórbico (C) (mg)	46,60
Niacina (B ₅) (mg)	0,41
Calorías (Cal)	32,00

Fuente : VASQUEZ (2000) cita a Maranca (1985).

Con una composición de proteínas 0,5 g; carbohidratos 8,3 g; fibra 0,6 mg; calcio 20 mg; fósforo 13 mg; hierro 0,4 mg; carotenos 0,4 µg; tiamina 0,03 mg; riboflavina 0,04 mg; niacina 0,41 mg; ácido ascórbico 46,6 mg. Contiene vitamina A, carotenos activos (criptoxantina, violaxantina, licopeno, zeaxantina, fitoeno, etc.), vitamina C, ácidos no volátiles (cítrico, málico, aceto glutérico, etc.), oxalato de calcio, ácidos grasos (oleico, mirístico, palmítico, esteárico, etc.), carisina, mirosina, enzimas proteolíticas (papaína y quimopapaína), alcaloides (carpaína, nicotina, cotinina y masmina). El fruto contiene pectinas, fermentos disolventes de albúminas, ácidos orgánicos, resinas, vitamina A, B y aceite esencial. La resina contiene numerosos fermentos (fosfolípidos, péptidos y aminoácidos libres).

2.9 Requerimientos nutricionales

MALAVOLTA (1980), cita a Arévalo (1994), quien menciona que los elementos necesarios para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas son el C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Bo, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, y Zn, considerados como elementos esenciales que satisfacen los requisitos para que la planta cumpla con su ciclo de vida, que no pueden ser sustituidos por otro elemento, que forma parte de los componentes metabólicos y participan en las reacciones enzimáticas.

a. Extracción de nutrientes

La acumulación de materia seca producida en la parte aérea del papayo es creciente y constante, alcanzando al final del primer año del cultivo un aproximado de 4000 kg.ha⁻¹, con una densidad de 1650 plantas. En el Cuadro 2 se puede apreciar la extracción de nutrientes en forma detallada.

Cuadro 2. Extracción de nutrientes que realizan los órganos aéreos del papayo durante el primer año de la siembra (1650 pl.ha⁻¹).

Macronutrientes (kg.ha ⁻¹)		Micronutrientes (g.ha ⁻¹)	
Nitrógeno	110,1	Boro	122,4
Fósforo	10,4	Cobre	33,0
Potasio	103,6	Fierro	379,2
Calcio	40,9	Manganeso	246,0
Magnesio	17,0	Molibdeno	0,2
Azufre	12,0	Zinc	131,2

Fuente: VASQUEZ (2000), cita a Cunha (1980).

b. Nitrógeno

MARTÍN (1980), menciona que el nitrógeno es la unidad clave de una molécula de proteína sobre la cual se basa toda la vida y por consiguiente es un componente indispensable del protoplasma de plantas, animales y microorganismos.

TISDALE y NELSON (1991) y RODRÍGUEZ (1982), afirman que el 80% del nitrógeno (gas inerte) proviene de la atmósfera; éste es aprovechado directamente por bacterias asociadas a las plantas de la familia leguminosas. La planta aprovecha solo un 50% de la producción de las bacterias, el resto es excretado por éstas al suelo y luego de una transformación es utilizado por otras plantas. El nitrógeno se presenta en el suelo bajo dos formas principales: nitrógeno orgánico, que representa entre el 97 - 98% del nitrógeno total y el nitrógeno inorgánico en forma de NH_4^+ y NO_3^- , que normalmente representa de 2 - 3%. La transformación del nitrógeno orgánico depende de distintos factores, como: temperatura del suelo, aireación y pH adecuado. La materia orgánica contiene un 5% de nitrógeno total en su constitución. Según las condiciones del clima y suelo, las plantas utilizan de este total sólo del 1 al 5% (suelo franco - limoso: 1,5 - 2%, suelo franco - arcilloso y arcillosos: 1 - 2%, suelo franco - arenoso y arenosos: 2 - 3%).

THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (1998), menciona que las formas inorgánicas se presentan como: óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO), dióxido (NO_2), amoníaco (NH_3), en cantidades mínimas casi no detectables y además como amonio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) y nitrato (NO_3^-). Los vegetales absorben el nitrógeno mineralizado, principalmente en forma de

anión nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). El amonio viene a ser el producto de la amonificación de la materia orgánica, mientras el nitrato es producto de la nitrificación a partir del amonio. En conjunto a este proceso se conoce como mineralización que es llevado a cabo por microorganismos.

DOMÍNGUEZ (1990) y GUERRERO (1996), mencionan que la mayor parte de los suelos tienen un grado de fertilidad relativamente bajo de nitrógeno, incluso para las explotaciones agrícolas con un nivel de intensidad media. De aquí que sea necesario el suministro sistemático de nitrógeno a los cultivos, para obtener niveles de producción adecuados en la mayor parte de la explotación. Las pérdidas de nitrógeno es debido al efecto neto de la remoción por las cosechas, así mismo cuando los fertilizantes nitrogenados se aplican a superficies alcalinas se pueden producir pérdidas de nitrógeno en forma de gas NH_3 , proceso llamado "volatilización", y que puede ser mayor a temperaturas altas y ciertas condiciones de humedad, a manera similar ocurre con la urea, por lo que es necesario aplicar cuando las temperaturas sean bajas y regar inmediatamente después de ser aplicados.

FASSBENDER (1980), menciona que para usar y aplicar fertilizantes es necesario considerar las características del suelo, las condiciones climáticas, las características de las plantas, de los fertilizantes en función a la dosis y sistema de aplicación; así mismo en función de sus reacciones y transformaciones en el suelo. La mayor parte de los fertilizantes nitrogenados son solubles en agua. A través de su hidrólisis en el suelo en la zona de disolución, alrededor del gránulo del fertilizante existen

concentraciones elevadas de N-NH_4 y N-NH_3 de naturaleza ácida neutral y alcalina, de acuerdo a la composición química del fertilizante, que determinan sus reacciones y transformaciones subsiguientes en el suelo.

RODRÍGUEZ (1982), afirma que el nitrógeno ingresa en la formación de los aminoácidos, luego éstos entran en la síntesis de los prótidos y las proteínas vegetales, constituyendo un elemento plástico por excelencia, por lo que el nitrógeno es considerado clave para la producción de proteínas, azúcares, grasas y vitaminas. Además en la formación de las hormonas de los ácidos nucleicos (como formación hereditaria) y así mismo es necesario para la síntesis de clorofila y como parte de la molécula de clorofila tiene un papel en el proceso de la fotosíntesis, es decir en la producción de material orgánico a partir del CO_2 del aire. La deficiencia de éste elemento se manifiesta en el rendimiento de un cultivo, bajo incluso antes de la manifestación sintomática; el primer síntoma que se presenta es la clorosis, la cual es manifestada en hojas viejas que trasladan sus nutrientes a las hojas jóvenes. El exceso de nitrógeno, trae como consecuencia la prolongación del ciclo vegetativo, la maduración de los frutos, los cultivos se hacen sensibles a enfermedades, así mismo disminuye la absorción de fósforo, potasio, cobre y otros elementos.

IBAR (1979), sostiene que las plantas de papayo deficientes en N, comienzan a mostrar amarillamiento cuando alcanzan 5 a 6 meses de edad afectando probablemente la floración y cuajado de frutos. La deficiencia de este elemento produce el cambio de color de la hoja verde oscuro a verde amarillento o tornándose el follaje uniformemente amarillo conforme el

problema se hace más agudo. Las hojas deficientes en N son menos lobuladas; en general, el crecimiento de la planta se reduce. El diámetro del tallo en plantas deficientes medido a 15 cm del suelo es sensiblemente menor que en plantas normales; los frutos producidos por estas plantas son de menor tamaño, de color amarillo pálido y con gotitas de exudado de cáscara.

El mismo autor agrega que cuando se aumenta la cantidad de N aplicado en la fórmula de fertilización del papayo se logra un incremento en el número total de frutos por planta, así como en el peso individual de los frutos comercializables. La fertilización nitrogenada, así mismo, aumenta la concentración en el pecíolo de la hoja del N, Fe, Mn, Cu y Zn, por otro lado disminuye la concentración de P y B.

c. Fósforo

FASSBENDER (1980), afirma que el contenido total del fósforo es relativamente bajo. En suelos minerales de áreas templadas, el contenido de fósforo total varía entre 0,02 y 0,08% (200 a 800 ppm) y en promedio gira alrededor de 0,05% (500 ppm). Los contenidos de fósforo en las áreas tropicales son muy variables, para el fósforo total se ha informado sobre valores extremos de 18 mg de fósforo por kilogramo de suelo en oxisoles y ultisoles de Venezuela. Las grandes variaciones en el contenido de fósforo total en el suelo se deben a la variabilidad de las rocas paténtales, al desarrollo de los suelos y a otras condiciones edafológicas y ecológicas.

THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (1998), para una adecuada dosis y un óptimo de fertilizante deben estudiarse las condiciones específicas de un determinado suelo, cultivo y el sistema de explotación. El sistema de aplicación de fósforo dependerá del sistema radicular de la planta y del cultivo. La aplicación de fósforo en bandas es la forma agronómica más eficiente que el voleo cuando se trata de suelos de baja fertilidad. El fósforo y el potasio cuando es aplicado juntamente con el nitrógeno se hacen más disponibles para las plantas. La máxima disponibilidad del fósforo se encuentra entre los pH 6,0 y 7,0. En suelos ácidos el fósforo reacciona con el hierro, manganeso y el aluminio para formar productos insolubles, en suelos alcalinos el calcio reacciona con el fósforo disminuyendo su disponibilidad.

TISDALE y NELSON (1991), menciona que la planta absorbe el fósforo en forma de fosfato monobásico principalmente H_2PO_4^- y en menor cantidad como fosfato bibásico HPO_4^{2-} . El fósforo interviene en la formación de las nucleoproteínas, ácidos nucleicos y fosfolípidos, tiene vital importancia en: la división celular, la respiración y fotosíntesis, síntesis de azúcar, grasa y proteínas, la acumulación de energía (en los compuestos ATP y NADP) en los fenómenos de fosforilación, en la regulación del pH de las células, etc. Este elemento se acumula en los tejidos activos (síntesis, respiración) los meristemas (puntos de división celular, semillas y frutos). El contenido en la planta varía de 0,1 a 1,2% de fósforo que en su mayor parte se encuentra en compuesto orgánico. La deficiencia del fósforo se manifiesta en la planta con síntomas como: coloración anormal, tonos oscuros, con tintes bronceados o púrpuras, reducción sensible del desarrollo sobre todo en el crecimiento lateral. Una buena disponibilidad de éste elemento conlleva a una gran influencia en la

primera fase del crecimiento, favorece el desarrollo radicular al comienzo de la vegetación, favorece los fenómenos relacionados con la fecundación, fructificación, maduración y así mismo aumenta la precocidad.

IBAR (1979), sostiene, que al igual que en el N, la deficiencia de P se manifiesta primero en las hojas adultas, las cuales se presentan moteaduras a lo largo de los márgenes que conforme avanza la deficiencia, se vuelven necróticas; así mismo, los ápices de los lóbulos y los márgenes de las hojas se enrollan hacia arriba. Finalmente estas hojas se vuelven amarillas por completo y se desprenden. Las hojas jóvenes por el contrario, son oscuras y se quedan pequeñas.

De igual manera, menciona que el aspecto general de un papayo deficiente en fósforo es su crecimiento reducido, forma enanizada, tallos muy delgados y entrenudos cortos. Las aplicaciones de fósforo tienden a incrementar el número de frutos cosechados pero no influyen sobre la producción de fruta comercializable. La fertilización fosfórica incrementa la concentración de este elemento mineral en el pecíolo así como de N y Mn mientras que disminuye la presencia de los constituyentes Ca, S y Cu.

d. Potasio

FASSBENDER (1980) y TISDALE y NELSON (1991), mencionan que la corteza terrestre contiene aproximadamente 2,5% de potasio, siendo éste mayor en las rocas ígneas que en las sedimentarias. El contenido de potasio varía en suelos generalmente entre 0,04 y 3%. El potasio en el suelo se presenta en tres formas: potasio no disponible, que se encuentra en los minerales (rocas); potasio disponible en forma lenta se encuentra "fijado" entre

las capas de ciertas arcillas del suelo y potasio disponible que se encuentra en la solución suelo y además el potasio retenido en forma intercambiable de las arcillas y la materia orgánica.

FASSBENDER (1980) y RODRÍGUEZ (1982), afirman que los métodos de aplicación dependerá de muchos factores, como: tipo de suelo, fertilidad del suelo, dosis de fertilizante, época de aplicación, temperatura y tipo de cultivo. La aplicación de potasio es crítica por ser poco móvil en el suelo, la aplicación al voleo es por lo general lo más eficiente. La forma catiónica del potasio liberado constantemente desplaza su equilibrio por dos causas, las mayores pérdidas se deben a su percolación a través del perfil del suelo y a la erosión por escorrentía superficial.

THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (1998), señala que los cultivos agronómicos contienen más o menos la misma cantidad de potasio que de nitrógeno, pero mucho más de potasio que fósforo. El potasio es absorbido por las plantas en su forma iónica (K^+); sus funciones exactas no son conocidas, su función primaria parece estar ligada al metabolismo de la planta. El potasio es vital para la fotosíntesis, síntesis de proteínas, azúcar y almidón, formación de carbohidratos, formación de frutos, traslado de azúcares a la raíz, mejora de la calidad del cultivo, resistencia a enfermedades, reduce el problema de acame y se reduce el estrés producido por nemátodos. La deficiencia de éste elemento, hace que las plantas crezcan lentamente. Estas presentan un sistema radicular con desarrollo pobre, los tallos son débiles los vuelcos de las plantas es común, las semillas son pequeñas y arrugadas y las plantas presentan una resistencia baja a las enfermedades.

IBAR (1979), sostiene que cuando el papayo es deficiente en potasio, las hojas adultas muestran un aspecto de color bronceado en los tejidos internervales, las plantas muestran un aspecto similar al de una planta deficiente en agua; las hojas inferiores se presentan caídas y forman un ángulo de inclinación mayor de 90° en su inserción en el tallo mientras que la hojas normales forman un ángulo agudo en dicha inserción. En etapas posteriores, las hojas viejas toman un color amarillo verdoso con una ligera necrosis en el margen de sus lóbulos más profundos. Las hojas tienen la tendencia de secarse de las puntas hacia dentro. Al igual que sucede con el N, los incrementos en la cantidad de potasio aplicado aumentan el número de frutos por planta y su peso individual. Al aumentarse la fertilización potásica aumenta la concentración de K en el pedúnculo tendiendo al equilibrio nutricional con N, P, Ca, Mg, Na y B, dándose como consecuencia el fortalecimiento del pedúnculo, evitando la caída de frutos o flores a consecuencia de un debilitamiento o enfermedad.

2.10 Interacción de nutrientes

TISDALE y NELSON (1991), indican que los aniones como NO_3^- , H_2PO_4^- , y Cl^- y los cationes como Ca^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ y K^+ compiten uno con otro para su entrada en la planta, se forman nuevos compuestos y pueden ser tóxicos para las raíces de las plantas.

Aquino (1997), citado por BIDWELL (1979), menciona que los altos contenidos de Ca, que tienden a precipitar muchas sustancias, pueden ser importantes al impedir los efectos tóxicos de otras sales que podrían estar en exceso, pero también en algunos casos resulta negativa como en la reversión del fósforo de la forma soluble a la forma insoluble.

Aquino (1997), citado por TISDALE y NELSON (1991), afirma que existe también relación entre K^+ y el NH_4^+ fijado puede ser reemplazado por cationes que extienden el entramado (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y H^+), pero no por aquellos que contraigan (K^+ , Rb^+ , Ce^+).

Van Dierendonck (1959) citado por AQUINO (1997), sostiene que el K^+ puede ser reemplazado por ejemplo, por otro elemento como el Ca^{++} y Mg^{++} ; en casos de escasez, sin embargo ninguno de estos es capaz de suplir completamente en las funciones fisiológicas al K^+ .

2.11 Experiencias sobre fertilización

Estudios realizados, han tomado como base 600 kg de nitrógeno por año, así como lo menciona ALVAREZ (1980).

AWADA y LONG (1971), realizaron aplicaciones de 41 g de nitrógeno por planta (equivalente a 205 kg de $N \cdot ha^{-1}$), logrando incrementar significativamente el grosor de los tallos de *C. papaya* con relación al testigo.

PAPAYA (s/a), reporta que de acuerdo a trabajos realizados en Hawaii, una planta extrae de 116 a 150 gramos de nitrógeno, de 173 a 184 gramos de potasio, 20 gramos de fósforo, 37 gramos de calcio y 21 gramos de magnesio al año. EL 38% del nitrógeno y el 56% del potasio extraído del suelo por la planta van al fruto. Hasta la fecha no se ha encontrado interacciones entre el nitrógeno y calcio en el rendimiento del papayo.

Resultados experimentales de Brasil, muestran que en condiciones normales la planta de papayo extrae 1.77 kg de nitrógeno, 0.22 kg de fósforo,

2.12 kg de potasio, 0.35 kg de calcio y 0.18 kg de magnesio por tonelada de frutas producidas. Estas cantidades son equivalentes a 58 g de nitrógeno, 8 g de fósforo, 70 g de potasio, 12 g de calcio y 6 g de magnesio por planta.

Ensayos realizados en Baní (República Dominicana) dan como resultado que se deben aplicar 290 kg de nitrógeno 219 kg de P_2O_5 y 129 kg de K_2O .ha⁻¹.

En experimentos realizados en la Altagracia (República Dominicana), se obtuvieron rendimientos máximos con fertilizaciones de 316 gramos de nitrógeno por planta el primer año y 484 g de nitrógeno para el segundo año. El exceso de nitrógeno esta asociado a la producción excesiva de brotes laterales (chupones), que son vigorosos pero improductivos; además, las plantas tienden a retrasarse en la floración y a producir frutos a mayor altura de planta.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo desde el 8 de Agosto del 2001 hasta el 22 de Abril del 2003, en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo, Anexo La Divisoria (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado a la margen derecha del río Huallaga a 26 Km de la carretera Tingo María - Aucayacu, distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

- Latitud : 09° 17' 58" sur
- Longitud : 76° 08' 01" oeste
- Altitud : 624 msnm.

La ubicación geográfica en el Sistema Geo Posicional (GPS) es la siguiente: 18L 0385689 y UTM 8990125.

En el Cuadro 3, se presentan los datos meteorológicos, obtenidos de la Estación Meteorológica "El Milagro - Tingo María", correspondiente a la fase de campo definitivo del cultivo, entre los meses de octubre del 2001 - abril del 2003. Las características climáticas del campo experimental, corresponde a un clima de Bosque Muy Húmedo Sub-tropical, con una temperatura media de 24,98°C, la cual ha sido favorable para el cultivo, ya que según FRANCIOSI (1992) para el desarrollo del cultivo en estudio se requiere una temperatura media de 25°C.

La precipitación promedio con 305,33 mm por mes, se presentó en forma desfavorable, por estar fuera del rango requerido por el cultivo (166 a 250 mm

por mes); así mismo la humedad mostró cambios debido a las variaciones pluviales, las que se encuentran en un nivel favorable (mayor de 60% de humedad) (ADRIAZOLA, 2001).

Cuadro 3. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del trabajo de investigación (octubre 2001 a abril 2003).

Año	Meses	Temperatura (°C)			HR (%)	Precipitación pluvial (mm)
		Máx.	Mín.	Med.		
2001	Octubre	30,70	20,80	25,80	80	202,20
	Noviembre	29,30	20,60	25,00	85	455,30
	Diciembre	30,30	20,80	25,50	83	301,20
2002	Enero	29,80	20,30	25,10	86	304,70
	Febrero	28,50	20,40	24,50	90	189,20
	Marzo	29,30	20,50	24,90	87	406,00
	Abril	29,80	21,20	25,50	89	308,40
	Mayo	29,70	20,80	25,20	86	415,50
	Junio	29,20	19,70	24,50	84	149,30
	Julio	28,60	19,60	24,10	84	190,10
	Agosto	30,10	19,40	24,70	82	144,90
	Setiembre	30,10	19,80	24,90	82	137,10
	Octubre	30,40	20,10	25,20	83	262,30
	Noviembre	29,40	20,10	24,80	85	500,10
	Diciembre	29,30	20,70	25,00	87	484,00
2003	Enero	29,90	20,80	25,40	85	236,60
	Febrero	29,40	20,50	25,00	86	460,80
	Marzo	29,50	20,10	24,80	85	343,90
	Abril	29,60	20,10	24,80	85	306,80
Promedio		29,62	20,33	24,98	84,95	305,33

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI 2003), Estación Meteorológica: El Milagro.

3.2 Historial del campo experimental

El campo experimental fue sometido al siguiente cronograma de explotación agrícola:

- En el año 1996: Cultivo de plátano
- En el año 1997: Cultivo de plátano
- En el año 1998: Cultivo de maíz
- En el año 1999: Cultivo de maíz
- En el año 2000: Purma
- En el año 2001: Ejecución del presente trabajo de investigación.

3.3 Análisis del suelo

En el Cuadro 4, se muestra el análisis físico-químico del suelo del campo experimental.

Cuadro 4. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.

Elemento	Contenido	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	15,54	Hidrómetro
Limo (%)	49,57	Hidrómetro
Arcilla (%)	34,89	Hidrómetro
Clase textural	Fo. Ar.Lo.	Triángulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1) en agua	5,70	Potenciométrico
CO ₃ Ca (%)	0,00	Gasó - Volumétrico
M.O. (%)	3,16	Walkley y Black
N-Total (%)	0,14	% M.O. x 0,045
Fósforo disponible (ppm)	10,00	Olsen Modificado
K ₂ O disponible (kg.ha ⁻¹)	264	EAA
Ca cambiante (cmol ⁽⁺⁾ .kg.ha ⁻¹)	9,80	EAA
Mg cambiante (cmol ⁽⁺⁾ .kg.ha ⁻¹)	1,50	EAA
K cambiante (cmol ⁽⁺⁾ .kg.ha ⁻¹)	0,40	EAA
Na cambiante (cmol ⁽⁺⁾ .kg.ha ⁻¹)	0,10	EAA
C.I.Ce. (cmol ⁽⁺⁾ .kg.ha ⁻¹)	11,80	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María.

Según el análisis físico-químico, el suelo presenta una textura franco arcilloso limoso, con un pH ácido; los niveles de materia orgánica, nitrógeno y fósforo disponible se encuentran en un nivel medio; mientras el potasio disponible en un nivel bajo, indicando una capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases en un nivel bajo. Estas características determinan que el suelo presentó fertilidad media, y por otra parte indica que se espera una respuesta relativamente satisfactoria a la fertilización nitrogenada y potásica.

3.4 Componentes en estudio

a. Cultivo

- Papayo: *Carica papaya* L. Var. PTM-331

b. Dosis de fertilización

- **Nitrógeno (N)**

$$n_1 = 60 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$n_2 = 90 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$n_3 = 120 \text{ kg.ha}^{-1}$$

- **Potasio (K₂O)**

$$k_1 = 60 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$k_2 = 90 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$k_3 = 120 \text{ kg.ha}^{-1}$$

3.5 Tratamientos en estudio

En el Cuadro 5, se presenta los tratamientos en estudio.

Cuadro 5. Tratamientos y combinaciones en estudio.

Ttos	Combinación	Descripción
T ₁	n ₁ k ₁	Fertilización con 60 kg de N.ha ⁻¹ y 60 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₂	n ₁ k ₂	Fertilización con 60 kg de N.ha ⁻¹ y 90 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₃	n ₁ k ₃	Fertilización con 60 kg de N.ha ⁻¹ y 120 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₄	n ₂ k ₁	Fertilización con 90 kg de N.ha ⁻¹ y 60 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₅	n ₂ k ₂	Fertilización con 90 kg de N.ha ⁻¹ y 90 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₆	n ₂ k ₃	Fertilización con 90 kg de N.ha ⁻¹ y 120 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₇	n ₃ k ₁	Fertilización con 120 kg de N.ha ⁻¹ y 60 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₈	n ₃ k ₂	Fertilización con 120 kg de N.ha ⁻¹ y 90 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₉	n ₃ k ₃	Fertilización con 120 kg de N.ha ⁻¹ y 120 kg de K ₂ O.ha ⁻¹
T ₀	Testigo	Sin fertilización

Estos niveles de 60, 90 y 120 kg.ha⁻¹ de N y K₂O aplicados fueron tomados en base al trabajo de investigación de Álvarez (1980), quien obtuvo rendimientos de 42062,50 kg.ha⁻¹ de fruta de papaya con la aplicación de 80-200-80 kg.ha⁻¹ de N-P-K en un suelo ácido de Tingo María.

3.6 Diseño experimental

El diseño experimental adoptado fue el de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial 3A x 3B + 1 adicional (testigo: sin aplicación de N-P-K), con tres repeticiones, considerando como factores en estudio, a los

fertilizantes nitrógeno (N) y potasio (K₂O), en los diferentes caracteres evaluados. Estos fueron sometidos al análisis de variancia y a la prueba de significación de Duncan al nivel de significancia de 5% (Cuadro 6).

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Es la respuesta obtenida en el k-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i-ésimo nivel de nitrógeno, con el j-ésimo nivel del factor K₂O en la unidad experimental.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto del i-ésimo nivel del factor N.

β_j : Efecto del j-ésimo nivel del factor K₂O.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor N, con el j-ésimo nivel del factor K₂O.

γ_k : Efecto del k-ésimo bloque o repetición.

ε_{ijk} : Efecto aleatorio del error experimental de dicha observación Y_{ijk}

Para :

i = 1 a 3 N, niveles de nitrógeno.

j = 1 a 3 K₂O, niveles de potasio.

k = 1,.. 3 bloques o repeticiones.

Cuadro 6. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variación	G.L.
Bloques	2
Tratamientos	9
Factorial	8
Nitrógeno (N)	2
Potasio (K ₂ O)	2
Interacción (N x K ₂ O)	4
Factorial x testigo	1
Error experimental	18
Total	29

3.7 Disposición del campo experimental

a. Bloques

- * Número del bloque : 3
- * Largo del bloque : 55,00 m
- * Ancho del bloque : 22,00 m
- * Área del bloque : 1210,00 m²

b. Parcelas

- * Número de parcelas por bloque : 10
- * Número total de parcelas : 30
- * Largo de parcela : 12,00 m
- * Ancho de la parcela : 11,00 m
- * Área de la parcela : 132,00 m²
- * Área de parcela neta : 36,00 m²

c. Surcos

- * Largo del surco : 11,00 m
- * Distancia entre surcos : 3,00 m
- * Número de surcos por parcela : 4

d. Número de plantas

- * Plantas por parcela : 20
- * Plantas por parcela neta : 06
- * Plantas por bloque : 200
- * Distancia entre plantas : 2,00 m
- * Distancia entre hileras : 3,00 m

e. Dimensiones del campo experimental

- * Largo : 80,00 m
- * Ancho : 55,00 m
- * Área total : 4400,00 m²

3.8 Observaciones registradas y metodología

a. Altura de planta

Se midió la altura de 6 plantas de cada parcela neta, tomada desde el cuello de la planta o nivel del suelo hasta el ápice del tallo principal. Esta evaluación se realizó a partir de los 15 días, hasta los 9,4 meses (282 días), después del trasplante, en frecuencia de 15 días (Figura 1).



Figura 1. Evaluación de la altura de planta.

b. Diámetro de tallo

Se midió el diámetro de 6 plantas de cada parcela neta, tomada a una altura de 20 cm desde el cuello de planta. Esta evaluación se realizó desde los 15 días hasta los 9,4 meses (282 días) después del trasplante en frecuencia de 15 días (Figura 2).

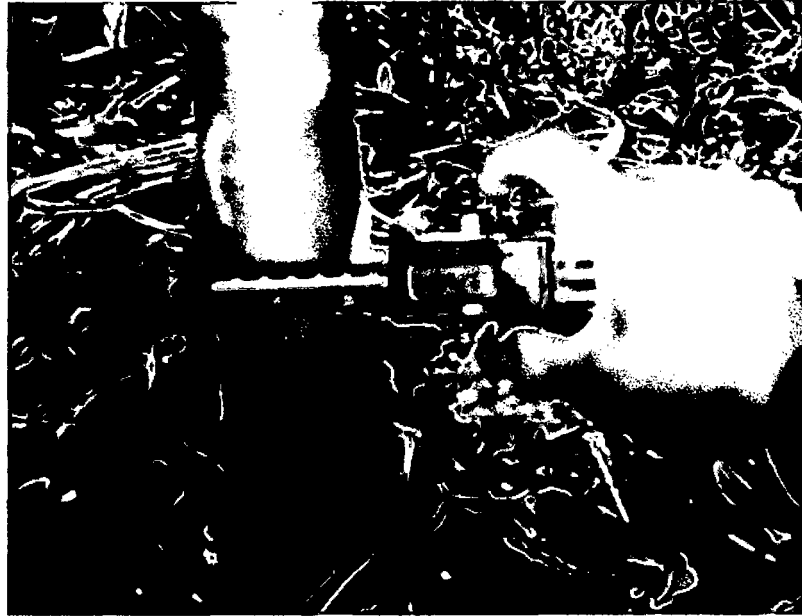


Figura 2. Evaluación del diámetro de tallo.

c. Número de frutos

Se contó todos los frutos fisiológicamente maduros de 06 plantas por parcela neta plenamente identificadas y posteriormente se procedió a la cosecha. Esta evaluación se realizó cada 7 días (Figura 3).



Figura 3. Conteo del número de frutos en desarrollo.

d. Peso de frutos

Luego de la cosecha, los frutos fueron pesados en forma separada por planta y tratamiento de cada parcela neta; parte de estos, fueron trasladados al laboratorio de semillas de la UNAS para extraer la semilla (Figura 4).



Figura 4. Pesado de frutos dentro del campo experimental.

e. Peso de semillas por fruto

Se cosecharon 5 frutos al azar por parcela neta por tratamiento y se procedió a extraer la semilla para procesarla y pesarla.

f. Análisis económico y rentabilidad

Se determinó de la siguiente manera:

1. Valor de producción (VP)

$$VP = PT \times P$$

Donde:

PT = Producto total (rendimiento de fruto).

P = Precio de cada unidad de producción.

2. Rendimiento neto (RN)

$$\text{RN} = \text{VP} - \text{TC}$$

Donde:

VP = Valor de producción.

TC = Total costos (costos fijos + costos variables).

3. Índice de rentabilidad (IR)

$$\text{IR} = (\text{RN} / \text{TC}) \times 100$$

Donde:

RN = Rendimiento neto.

TC = Total costos.

3.9 Ejecución del experimento

a. Obtención y selección de semillas

Las semillas fueron obtenidas de la selección de frutos y de plantas madres correspondiente a la Var. PTM-331, ubicadas en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo, Anexo la Divisoria (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, parcelas del Banco de Germoplasma de Papaya del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana IIAP-Tingo María. Las semillas fueron extraídas de frutos sanos, maduros y representativos.

b. Almacigado

Se utilizó 800 bolsas de plástico de 6" x 9" x 2 mm de espesor, perforados con cuatro huecos en la base para facilitar el drenaje del agua.

Previamente al llenado de las bolsas, se preparó el sustrato mezclando tierra fértil suelta con materia orgánica que se encontraba en la superficie del suelo (hasta 5 cm aproximadamente), complementándose con 20 kg de "guano de islas", luego se aplicó 0,5 g de Furadan 5G (Carbofuran) a cada bolsa para prevenir ataque de nematodos e insectos, las mismas que se colocaron en un lugar sombreado. La siembra en almácigo se realizó el 08 de agosto del 2001; donde se colocó 6 a 8 semillas por bolsa a 1 cm aprox. de profundidad y tapándose con una delgada capa de suelo se procedió a regar con agua hasta capacidad de campo. Posteriormente a los 35 días se realizó el deshije, quedando solamente 3 a 4 plantas al trasplante.



Figura 5. Almácigo de papaya (*Carica papaya* L.), en vivero.

c. Preparación del terreno

En la preparación del terreno se realizó las labores de destronque, arado, rastra y surcado; en forma mecanizada con la ayuda de un tractor agrícola (con arado de discos reversible tipo integral y rastra).



Figura 6. Preparación de terreno con arado de discos.

d. Demarcación y poceado

Se efectuó el trazado de acuerdo al croquis de la disposición experimental. Posteriormente se realizó el poceado con dimensiones de 0,25 m x 0,25 m x 0,25 m (Figura 7).



Figura 7. Demarcación del área experimental.

e. Muestreo del suelo

Se procedió al muestreo del suelo, tomándose las sub muestras en "zig-zag", en 20 puntos equidistantes y a una profundidad de 30 cm, posteriormente el suelo muestreado fue secado bajo sombra, homogenizado, mullido y tamizado con malla de 2 mm obteniéndose una muestra representativa de 1 kg, que luego fue remitida al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

f. Trasplante

Esta operación se realizó el 3 de octubre del 200,1 a los 55 días de la siembra, cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 20 cm en el almácigo (Figura 8).



Figura 8. Transplante de plántulas en campo definitivo.

g. Recalce

El recalce se realizó a partir del tercer día del trasplante cuando se observó mortandad en algunas plantas (debido al cambio de ambiente del vivero al campo definitivo), este consistió en reemplazar las plantas muertas.

h. Fertilización y aplicación de los tratamientos

Se empleó las siguientes fórmulas de abonamiento: 60, 90, 120 de N; 120 de P_2O_5 ; y 60, 90, 120 kg de K_2O por hectárea; siendo constante la dosis de fósforo, y variante la dosis de nitrógeno y potasio para el experimento. Las fuentes de fertilización fueron: urea (46% de N), superfosfato triple de calcio (46% de P_2O_5) y cloruro de potasio (60% de K_2O).

La fertilización se realizó aplicándose alrededor del tallo, en un radio de 20 cm aprox. en plantas pequeñas y 40 cm aprox. en plantas adultas. Esto se realizó al momento (Cuadro 7) del trasplante la mitad de la dosis de fósforo

y a los 15 días después 1/3 de nitrógeno y potasio. Posteriormente al inicio de la floración (2 meses después del trasplante), se aplicó la otra mitad del fósforo, 1/3 de nitrógeno y potasio, y a los tres meses de la última dosis se aplicó 1/3 de nitrógeno y potasio restante.

Vale resaltar que después de la última fertilización (03/03/02) no se volvió a fertilizar el experimento y los resultados posteriores se obtuvieron de la residualidad de los fertilizantes aplicados en el cultivo del papayo.

Cuadro 7. Momentos de aplicación de los fertilizantes.

Momento de aplicación	N (kg.ha ⁻¹)			P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)	K ₂ O (kg.ha ⁻¹)		
	60	90	120	120	60	90	120
Al trasplante (03/10/01)	20	30	40	60	20	30	40
Al inicio de floración (01/12/01)	20	30	40	60	20	30	40
A los 3 meses después de la 2 ^{da} aplicación (03/03/02)	20	30	40	—	20	30	40

Para prevenir y contrarrestar los síntomas de “bola – bola” por efecto de la deficiencia de boro, se aplicó Solubor (20,5% de boro) en aplicaciones foliares a razón de 2,5% en frecuencia de 15 días por 5 aplicaciones después de la floración.

i. Control de malezas

Se realizó el control manual empleándose machete y el control químico con aplicaciones de Hedonal 720 SL (2,4-D sal amina), Gramoxone Super (Paraquat) a razón de 150 ml por 20 l de agua y Glifoklin 486 SC

(Glifosato) a razón de 120 ml por 20 l de agua. También se realizaron 6 deshierbos en todo el año (cada 02 meses); con la finalidad de mantener el cultivo libre de malezas evitando la competencia por nutrientes y eliminando hospederos de insectos vectores de enfermedades. (Figura 9).



Figura 9. Plantación de papayo con control adecuado de malezas.

j. Control fitosanitario

Previamente a la aplicación de una medida de control fitosanitario, se procedió a identificar el organismo patógeno o plaga insectil, en los laboratorios de Fitopatología y Entomología de la UNAS, con el apoyo de especialistas en la materia y en las siguientes etapas:

1. En almácigo

En esta etapa se realizó el control fitosanitario de enfermedades “radiculares”, que son causadas por los hongos: *Phytophthora sp*, *Phytium sp*, para lo cual se realizó aplicaciones de los fungicidas: Cupravit OB 21 (Oxicloruro de Cobre) a razón de 2,5‰, Agrilife (extracto Cítrico) a razón de

1,5‰ en forma semanal. Esta actividad se realizó desde los 16 hasta los 42 días después de la siembra.

2. En campo definitivo

En esta etapa de desarrollo y crecimiento del cultivo, se realizó el siguiente tipo de control:

- **De insectos**

Después de 3 días del trasplante, se realizó la prevención y control de plagas perforadoras de hojas: *Erynnis ello*, conocido como "gusano cornudo" y otros, con aplicaciones de Metafos 600 (Metamidofos) a razón de 2,5‰ en frecuencia de 15 días por tres aplicaciones. Después del trasplante, se realizó la prevención y control de insectos picadores - chupadores "pulgonos" y/o "áfidos" (*Aphis gossipii* y *Myzus persicae*), "dérbidos" (Derbidae), con los insecticidas: Metafos 600 (Metamidofos) a razón de 2,5‰; Sherpa (Cipermetrina) y Pirimor 50 G.D (Pirimicarb) a razón de 1,0‰ cada 7 y 15 días en forma secuencial.

- **De ácaros**

A los 80 días después del trasplante se presentó el síntoma de ataque de ácaros hialinos (*Polyphagotarsonemus latus* Banks.), que consiste en el necrosamiento y muerte del cogollo de la planta, para lo cual se aplicó Acelte 40 EC (Dinobuton) a razón de 2‰ en frecuencia de 7 días por 3 aplicaciones.

- **De enfermedades**

Durante la etapa de desarrollo y producción se encontró los siguientes problemas:

a. Muerte de plántulas y plantas adultas por efecto de enfermedades radiculares como *Phytophthora* sp. Para lo cual se aplicó Cupravit OB 21 (Oxicloruro de cobre) a razón de 3‰ y parte de plantas muy enfermas se procedió a eliminarlas definitivamente.

b. En hojas se observaron los síntomas típicos de Viruela del papayo (*Asperisporium caricae*), Mancha foliar (*Cercospora* sp), para lo cual se realizaron aplicaciones de: Antracol 70% PM (Propineb), Dithane M-45 (Mancozeb) a razón de 2,5‰, Benlate (Benomil) a razón de 1,0‰ y Sportak 45 C.E (Procloraz) a razón de 0,75‰ en frecuencia de 7 y 15 días en forma rotativa.

c. En frutos pequeños se observaron los síntomas de Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides* (Penz.) Penz y Sacc), que provocaron la caída y en frutos grandes se observó la Viruela del papayo (*Asperisporium caricae*) y Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*), para lo cual el control se realizó juntamente con el tratamiento de las hojas.

k. Cosecha

El inicio de cosecha se realizó a los 6,9 meses después del trasplante (el 30 de abril del 2002), conforme los frutos iban alcanzando su madurez fisiológica, en forma semanal. Para el presente trabajo de investigación, se continuó la cosecha hasta los 11.5 meses después de la primera cosecha.



Figura 10. Proceso de selección y enjabado de la fruta de papaya.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento total de frutos

a. Análisis de variancia

Cuadro 8. Análisis de variancia en el rendimiento del papayo (*Carica papaya* L.)

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Significación
Bloques	2	43505128,3	N.S.
Tratamientos	9	247896225,9	S.
Factorial	8	152344108,0	N.S.
Niveles de nitrógeno (N)	2	164892740,6	N.S.
Niveles de potasio (K ₂ O)	2	97774036,2	N.S.
Interacción (N x K ₂ O)	4	173354827,6	N.S.
Factorial x testigo	1	95552117,9	S.
Error experimental	18	125402973,0	
Total	29	157769993,3	

C.V. (%) = 15,90

N.S : No significativo

S : Significativo

Del análisis de variancia (Cuadro 8), se deduce:

- Existen diferencias estadísticas significativas para tratamientos, es decir al menos una combinación entre los niveles en estudio fue diferente en el rendimiento del papayo.
- No existen diferencias estadísticas significativas para los niveles de nitrógeno y potasio porque al menos una dosis en estudio del nivel nitrógeno y potasio fue idéntico en el rendimiento de papaya.
- No existe grado significativo para la interacción por lo que no se

puede probar estadísticamente diferencias entre los niveles de nitrógeno en cada uno de los niveles de potasio y viceversa.

b. Efecto de la fertilización en el rendimiento del papayo

La prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$) muestra diferencias entre los tratamientos (Cuadro 9 y Figura 11). El mayor rendimiento de fruto se obtuvo con el tratamiento n_3k_2 (120 - 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O) con 83827,9 kg.ha⁻¹, el cual se debe al mayor nivel de nitrógeno utilizado en este tratamiento que favorece al desarrollo vegetativo, forma parte del protoplasma celular y es un constituyente de las proteínas, la clorofila, los nucleótidos, las enzimas, las hormonas y las vitaminas (BRACK y MENDIOLA, 2005).

Sin embargo este tratamiento n_3k_2 (120 - 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O) no muestra diferencias estadísticas significativas con los tratamientos n_3k_1 , n_1k_3 , n_2k_2 , n_1k_1 , n_2k_1 , n_1k_2 , n_3k_3 y n_2k_3 ; mientras que, el testigo que ocupó el último lugar presenta similar comportamiento a los tratamientos n_1k_3 , n_2k_2 , n_1k_1 , n_2k_1 , n_1k_2 , n_3k_3 y n_2k_3 (Cuadro 9 y Figura 11).

Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los tratamientos en el rendimiento del papayo.

Trat.	Combinación	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	Sig.	Nº jabas (Jabas.ha ⁻¹)
T ₈	n ₃ k ₂ (120 N - 90 K ₂ O)	83827,9	a	8382,8
T ₇	n ₃ k ₁ (120 N - 60 K ₂ O)	80866,2	a	8086,6
T ₃	n ₁ k ₃ (60 N - 120 K ₂ O)	76582,0	a b	7658,2
T ₅	n ₂ k ₂ (90 N - 90 K ₂ O)	76387,5	a b	7638,8
T ₁	n ₁ k ₁ (60 N - 60 K ₂ O)	67863,6	a b	6786,4
T ₄	n ₂ k ₁ (90 N - 60 K ₂ O)	67563,5	a b	6756,4
T ₂	n ₁ k ₂ (60 N - 90 K ₂ O)	67157,9	a b	6715,8
T ₉	n ₃ k ₃ (120 N - 120 K ₂ O)	67085,6	a b	6708,6
T ₆	n ₂ k ₃ (90 N - 120 K ₂ O)	63979,5	a b	6398,0
T ₀	Testigo (0 N - 0 K ₂ O)	53005,0	b	5300,5

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

Este resultado estaría indicando que el incremento del nivel de nitrógeno a una dosis de 120 kg.ha⁻¹ estaría aumentando el rendimiento de fruto, debido que el nitrógeno interviene en la síntesis de los aminoácidos, prótidos y proteínas vegetales; constituyendo un elemento plástico por excelencia, y clave para la producción de proteínas, azúcares, grasas y vitaminas; asimismo es necesario para la síntesis de clorofila, constituyente fundamental en el proceso fotosintético y por lo tanto, en la producción de material orgánico a partir del CO₂ del aire (RODRÍGUEZ, 1982).

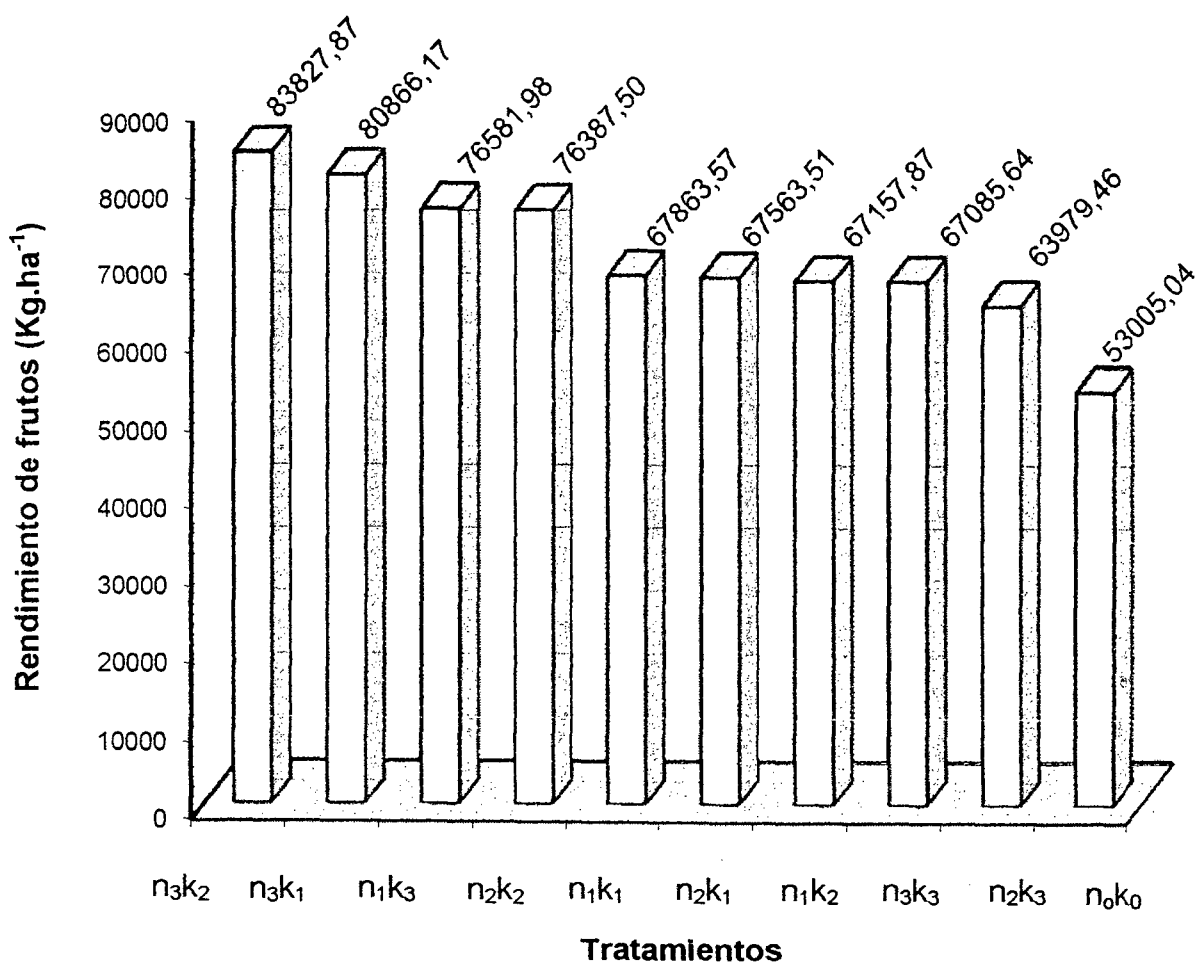


Figura 11. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de frutos de papayo (*Carica papaya* L.) en Tulumayo.

No se ha encontrado diferencias estadísticas significativas entre los niveles de potasio respecto a los niveles de nitrógeno para el rendimiento del papayo, (Cuadro 9 y Figura 11), a la vez un factor importante a resaltar es que una alta concentración de potasio genera un desplazamiento del calcio, magnesio, sodio e hidrógeno del complejo arcillo húmico quedando fijado y relativamente disponible para la planta.

c. Efecto principal del nitrógeno

No se obtuvo diferencias estadísticas significativas en los niveles de nitrógeno sobre el rendimiento del papayo, pero muestran diferencias estadísticas significativas respecto al testigo (Duncan $\alpha = 0,05$) que ocupó el último lugar (Cuadro 10) y (Figura 12). Estos resultados se deben a dosis relativamente altas utilizadas en todos los niveles (60, 90 y 120 kg de N.ha⁻¹) aplicados en comparación al testigo, por ser el nitrógeno un elemento esencial que está directamente relacionado con el crecimiento y desarrollo de la planta, y cuya deficiencia ejerce un efecto notorio en el rendimiento del cultivo (DOMINGUEZ, 1990).

Cuadro 10. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en el rendimiento de papayo.

Niveles de nitrógeno	Rendimiento de frutos (kg.ha ⁻¹)	Significación
n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	77259,9	a
n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	70534,5	a
n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	69310,2	a
Testigo	53005,0	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

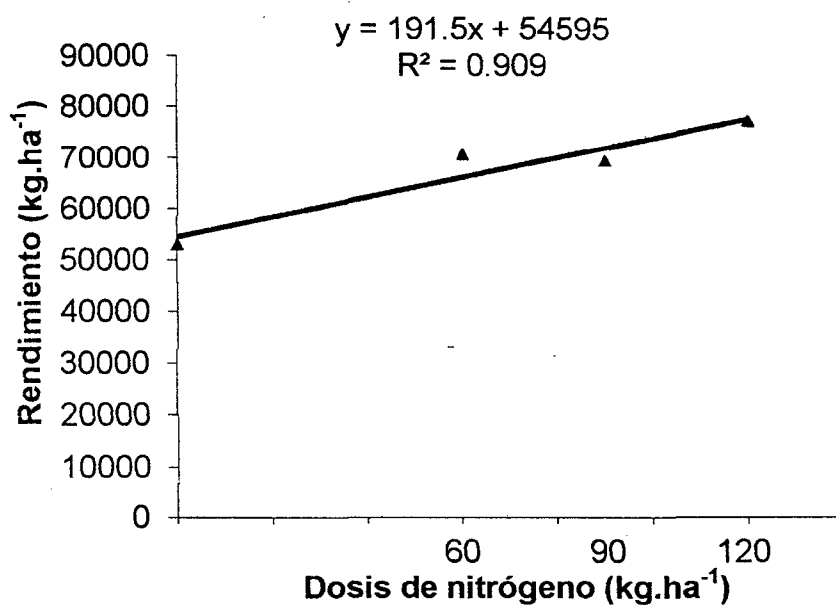


Figura 12. Correlación del factor nitrógeno en el rendimiento del papayo.

DOMINGUEZ (1990), ha demostrado que muchos cultivos cuando se fertilizan con nitrógeno, tienen una mayor capacidad para absorber no solo más nitrógeno si no también más fósforo, potasio y calcio, incrementando sus rendimientos.

En la Figura 12, se observa el comportamiento del rendimiento en base a la aplicación de los niveles de nitrógeno donde los incrementos son notables a medida que se incrementa la dosis; coincidiendo con la Ley del Mínimo de Von Liebig quien menciona que el crecimiento y desarrollo de las plantas es proporcional a la cantidad de sustancias minerales asimilables contenidas en el suelo (TISDALE y NELSON, 1982).

Sin embargo es necesario tener en cuenta que en Colombia con otras variedades comerciales se han logrado obtener rendimientos de 105 t/ha utilizando 366 unidades de nitrógeno (GLADYS, 2000).

d. Efecto principal del potasio

La prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio, muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre si, pero estos presentan diferencias estadísticas significativas respecto al testigo que ocupó el ultimo lugar (Cuadro 11) y (Figura 13), esto podría deberse a lo esencial del potasio para el proceso fotosintético de la planta (TORRES, 2004), y cuyas deficiencias afectarán el rendimiento del cultivo el cual se deduce que podría deberse a la Ley de los Rendimientos Decrecientes de Mitscherlich (TISDALE y NELSON, 1982), quien menciona que los incrementos se van haciendo cada vez menores conforme se aumentan los niveles de determinados nutrientes (Figura 13). De igual manera la acción del potasio complementa a la del nitrógeno; ya que este ultimo aumenta el tamaño de la hoja y el K_2O incrementa su eficiencia (DOMINGUEZ, 1990).

Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio (K_2O) en el rendimiento del papayo.

Niveles de potasio	Rendimiento de fruto (kg.ha⁻¹)	Significación
k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	75791,1	a
k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	72097,8	a
k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	69215,7	a
Testigo	53005,0	b

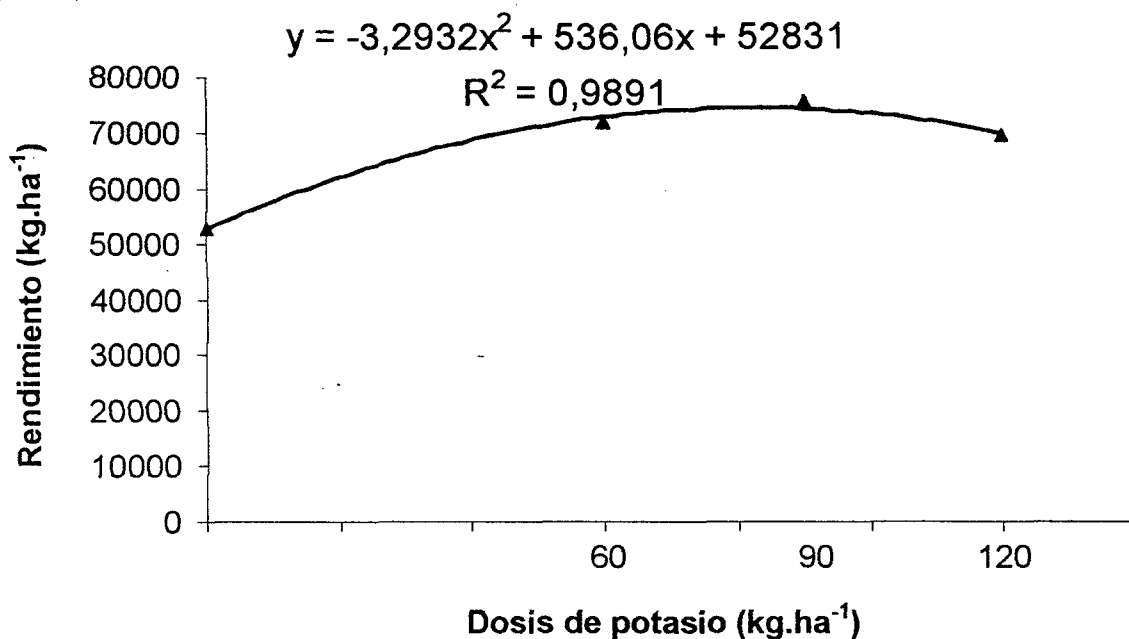


Figura 13. Correlación del factor potasio en el rendimiento del papayo.

En la Figura 13, se observa que el mayor rendimiento del papayo se encontró con la aplicación de 90 kg.ha⁻¹ de potasio tendiendo a disminuir al incrementar al nivel 3 (120 kg.ha⁻¹); coincidiendo con la Ley de los Rendimientos Decrecientes de Mitscherlich quien menciona que los incrementos se van haciendo cada vez menores conforme se aumentan los niveles de determinados nutrientes (TISDALE y NELSON, 1982).

e. Efecto de la interacción entre los niveles de N y K₂O

La prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), muestra que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los niveles de nitrógeno y potasio (efectos simples) sobre el rendimiento del papayo (Cuadro 12); este resultado se atribuye al efecto de interacción entre los dos factores, es decir, los niveles de nitrógeno muestran similar efecto respecto a cada uno de los

niveles de potasio, y viceversa. La respuesta no significativa encontrada entre los tratamientos, posiblemente se deba por un lado, a la poca diferencia entre los niveles de aplicación de nitrógeno y potasio o que hubo baja eficiencia en la asimilación de estos nutrientes por el cultivo de papayo; por otro lado, a que los factores que intervienen en la interacción son independientes, es decir que la presencia de un factor no incentiva la acción del otro en lo que respecta al rendimiento.

Además cabe resaltar que la alta precipitación pluvial (305,33 mm), en promedio durante la ejecución del presente experimento pudo haber incidido en estos resultados ya que el exceso de agua provoca el lavado, lixiviación y pérdida de nutrientes FASSBENDER (1980) y RODRIGUEZ (1982), puesto que el papayo soporta niveles de precipitación que van de 166 a 250 mm por mes (ADRIAZOLA, 2001).

Cuadro 12. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en el rendimiento del papayo.

Rendimiento (kg.ha ⁻¹)						
Efecto simple del factor niveles de nitrógeno (N)						
	k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	Sig.	k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	Sig.	k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	Sig.
n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	67863,6	a	67157,9	a	76582,0	a
n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	67563,5	a	76387,5	a	63979,5	a
n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	83827,9	a	80866,2	a	67085,6	a

Efecto simple del factor niveles de potasio (K ₂ O)						
	n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	Sig.	n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	Sig.	n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	Sig.
k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	67863,6	a	67563,5	a	80866,2	a
k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	67157,9	a	83827,9	a	76387,5	a
k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	76582,0	a	63979,5	a	67085,6	a

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

4.2 Número de frutos

a. Análisis de variancia

Cuadro 13. Análisis de variancia para el número de frutos del papayo (*Carica papaya* L.).

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Significación
Bloques	2	36761860,8	N.S.
Tratamientos	9	119595663,1	S.
Factorial	8	83018997,9	N.S.
Niveles de nitrógeno (N)	2	187022832,8	N.S.
Niveles de potasio (K ₂ O)	2	10222331,7	N.S.
Interacción (N x K ₂ O)	4	67415413,5	N.S.
Factorial x Testigo	1	36576665,3	S.
Error experimental	18	83283904,8	
Total	29	91344654,3	

C.V. (%) = 18,42

N.S : No significativo

S : Significativo

Del análisis de variancia (Cuadro 13), se deduce:

- Se encontró diferencias estadísticas significativas para tratamientos, es decir al menos una combinación entre los niveles en estudio fue diferente en el número de frutos del papayo.

- No existen diferencias estadísticas significativas para los niveles de nitrógeno y potasio porque al menos un parámetro en estudio del nivel nitrógeno y potasio fue igual en el número de frutos del papayo.

- No existe grado significativo para interacción por lo que no se puede probar estadísticamente diferencias entre los niveles de nitrógeno en cada uno de los niveles de K_2O y viceversa.

b. Efecto de la fertilización en el número de frutos

El tratamiento $n_3 k_2$ (120 - 90 kg de $N \cdot ha^{-1}$) resultó ser significativamente superior respecto a los demás tratamientos con 57314,8 frutos. ha^{-1} , pero no muestra diferencias estadísticas significativas con los tratamientos n_3k_1 , n_1k_3 , n_1k_1 , n_3k_3 , n_1k_2 , n_2k_2 , n_2k_1 y n_2k_3 . (Cuadro 14 y Figura 12). Asimismo, el testigo que ocupó el último lugar con 38425,9 frutos. ha^{-1} , no presenta diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos n_1k_1 , n_3k_3 , n_1k_2 , n_2k_2 , n_2k_1 y n_2k_3 debido posiblemente que el rango de los niveles de nitrógeno y potasio aplicados no son lo suficientemente amplios.

Esto nos indica que los factores nitrógeno y potasio actúan dependientemente uno del otro ya que el efecto determinante es el nitrógeno especialmente en la dosis alta, el cual podría deberse al buen abastecimiento

de este elemento en el suelo (Cuadro 14) y a medida que la planta llega a su madurez parece absorber mayor cantidad de nitratos, tal como lo menciona ALVAREZ (1980).

Cuadro 14. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en el número de frutos del papayo.

Tratamiento	Combinación	Número frutos.ha ⁻¹	Significación
T ₈	n ₃ k ₂ (120N – 90K ₂ O)	57314,8	a
T ₇	n ₃ k ₁ (120N – 60K ₂ O)	57129,6	a
T ₃	n ₁ k ₃ (60N – 120K ₂ O)	56851,9	a
T ₁	n ₁ k ₁ (60N – 60K ₂ O)	50555,6	a b
T ₉	n ₃ k ₃ (120N – 20K ₂ O)	49166,7	a b
T ₂	n ₁ k ₂ (60N – 90K ₂ O)	48888,9	a b
T ₅	n ₂ k ₂ (90N – 90K ₂ O)	48796,3	a b
T ₄	n ₂ k ₁ (90N – 60K ₂ O)	45555,6	a b
T ₆	n ₂ k ₃ (90N – 120K ₂ O)	42777,8	a b
T ₀	Testigo (0N – 0K ₂ O)	38425,9	b

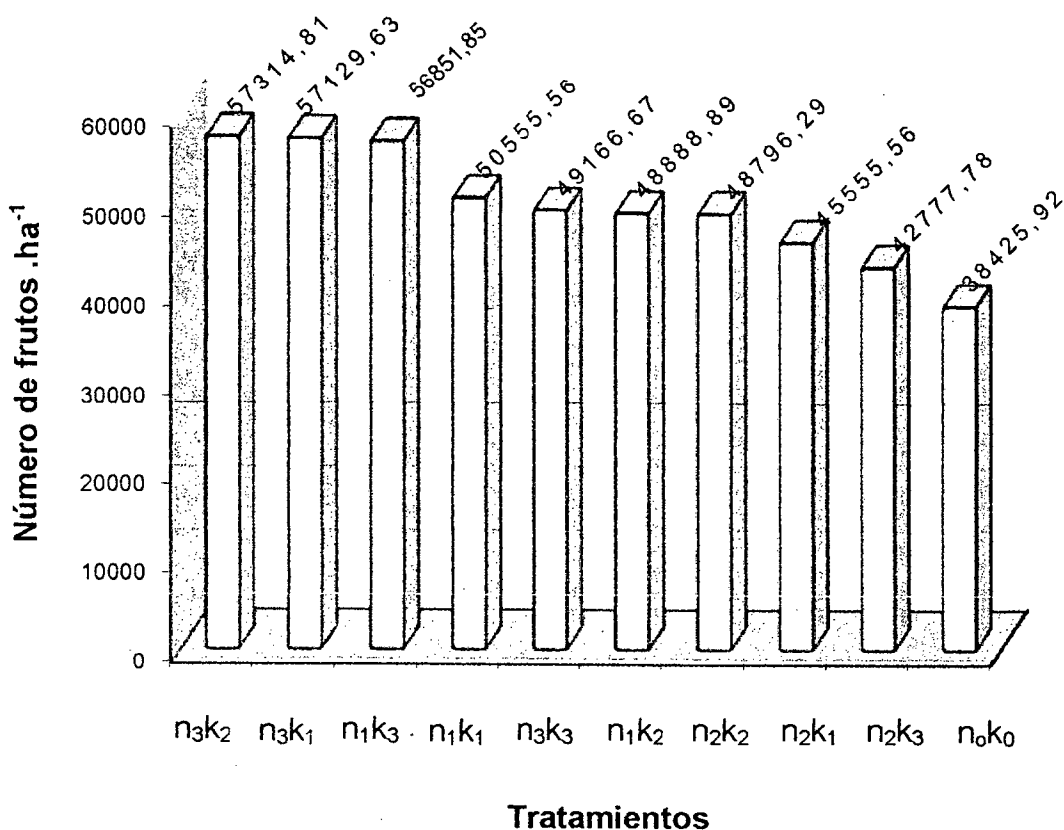


Figura 14. Efecto de los tratamientos en el número de frutos del papayo (*Carica papaya* L.).ha⁻¹.

Vale recalcar que al comparar los resultados obtenidos en el número de frutos por hectárea (Cuadro 14 y Figura 14) con los resultados del rendimiento de frutos por hectárea (Cuadro 9) se observa que existe relación directa entre los tratamientos n₃k₂, n₃k₁, n₁k₃; por otra parte, los tratamientos n₂k₃, n₂k₂, n₁k₁, n₂k₁, n₁k₂ y n₃k₃ presentan relación indirecta por el bajo número de frutos obtenidos y en consecuencia bajos rendimientos (Cuadro 14). Este comportamiento nos indica que no existe una correlación entre el número de frutos con el rendimiento de los mismos ya que en papayo no existe una homogeneidad en el tamaño de los frutos debido a una alta variabilidad en sus características genotípicas por ser una planta alógama.

c. Efecto principal del nitrógeno

De acuerdo a la prueba de Duncan, no se encontró diferencias estadísticas entre los niveles de fertilización nitrogenada en lo que respecta al número de frutos (Cuadro 15), debido a la poca diferencia en los niveles utilizados en la fertilización.

Cuadro 15. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en el número de frutos del papayo.

Niveles de nitrógeno	Número de frutos.ha ⁻¹	Significación
n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	54537,0	a
n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	52098,8	a
n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	45709,9	a b
Testigo	38425,9	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

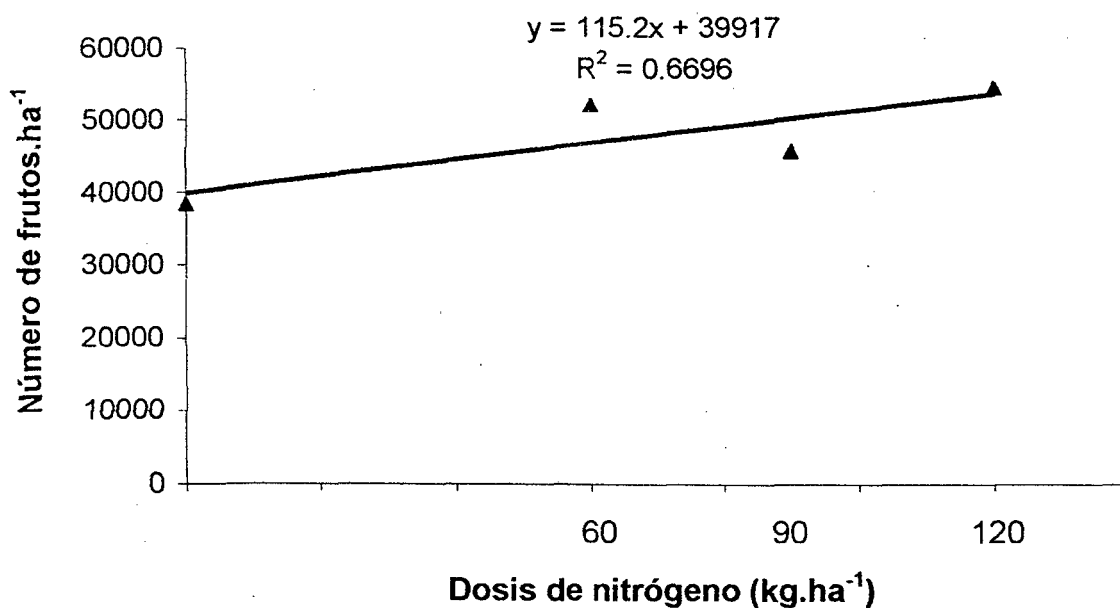


Figura 15. Correlación del factor nitrógeno en el número de frutos.ha⁻¹.

Encontrándose entre los niveles n_3 y n_1 (120 y 60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de nitrógeno) diferencias estadísticas con respecto al testigo, el cual tuvo cero de nitrógeno, por otro lado, se puede señalar también que existe una tendencia a presentar un mayor número de frutos en los tratamientos que consideraron la aplicación de nitrógeno que en aquel sin la aplicación (testigo), siendo el tratamiento n_1k_3 (120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) quien presentó una tendencia a un mayor número, llegando a producir 56851,9 frutos por hectárea en comparación al testigo con 38425,9 (Cuadro 15) y (Figura 15).

d. Efecto principal del potasio

De acuerdo a la prueba de Duncan no se encontró diferencias estadísticas en los tres niveles de fertilización potásica con respecto al número de frutos (Cuadro 16) pudiendo deberse que este elemento no es un factor de cantidad si no de calidad (TISDALE y NELSON, 1982).

Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio (K_2O) en el número de frutos del papayo.

Niveles de potasio	Número de frutos. ha^{-1}	Significación
k_2 (90 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	51666,7	a
K_1 (60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	51080,3	a
k_3 (120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	49598,8	a b
Testigo	38425,9	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

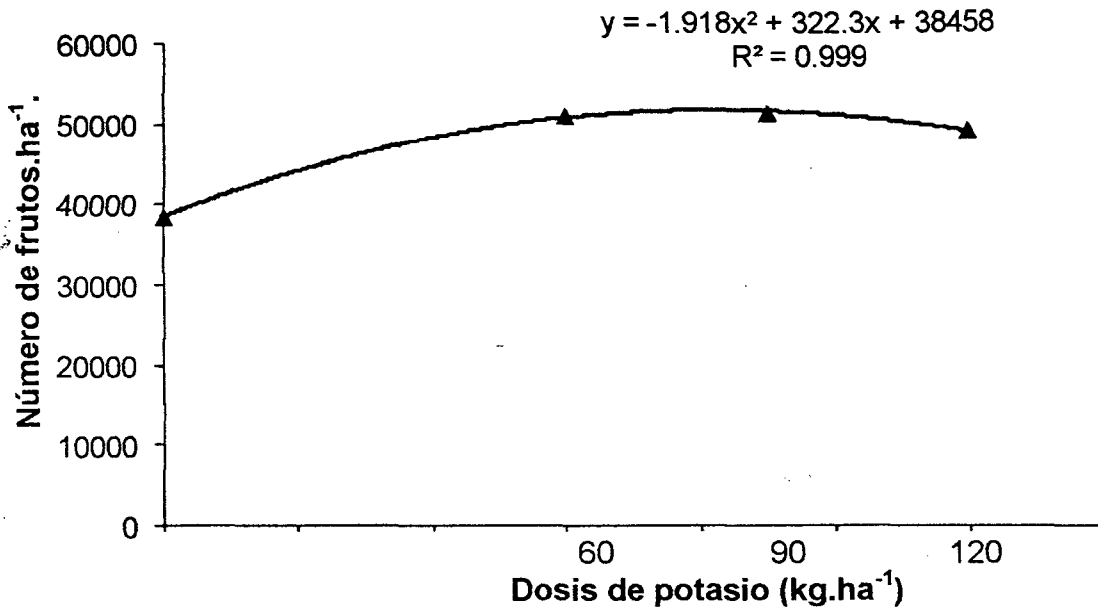


Figura 16. Correlación del factor potasio en el número de frutos.ha⁻¹.

ALVAREZ (1980), manifiesta que el papayo absorbe cantidades óptimas de potasio para su normal crecimiento y desarrollo.

OIRSA (2002), manifiesta que el potasio juega un papel clave en el crecimiento del fruto y en la acumulación de azúcares, por lo que su disponibilidad en niveles adecuados después de la floración es muy importante (Figura 16).

Asimismo al aumentarse el nivel de fertilización potásica se incrementará la concentración de K₂O en el pedúnculo tendiendo al equilibrio nutricional con N, P, Ca, Mg, Na y B. (IBAR, 1979), dándose como consecuencia el fortalecimiento del pedúnculo, evitando la caída de frutos o flores a consecuencia de un debilitamiento o enfermedad. Pero los incrementos se van haciendo cada vez menores conforme se aumentan los

niveles de determinados nutrientes; coincidiendo con Mitscherlich sobre la Ley de los Rendimientos Decrecientes (Tisdale y Nelson, 1982), (Figura 16).

e. Efecto de la interacción entre los niveles de N y K₂O

La prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), muestra que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los niveles de nitrógeno y potasio (efectos simples) sobre el número de frutos de papaya (Cuadro 17), La respuesta no significativa encontrada entre los tratamientos, posiblemente se deba a la alta precipitación durante la ejecución del experimento provocando perdidas en parte de los nutrientes por lavado, lixiviación FASSBENDER (1980) y RODRIGUEZ (1982) lo que generó una igualdad de la concentración de N y K₂O en el suelo. Por otro lado quizás se deba a la poca diferencia entre los niveles de aplicación de nitrógeno y potasio aplicado en la presente investigación; no coincidiendo con ALVAREZ (1980), que aplicó niveles de 80, 120 y 160 kg de nitrógeno y potasio bajo otras condiciones donde se obtuvo una alta significación para el efecto simple del nitrógeno lo cual nos estaría indicando que a rangos mayores entre niveles aplicados existiría cierto grado de significación entre los efectos simples del nitrógeno y potasio.

Cuadro 17. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en el número de frutos.ha⁻¹.

Número de frutos.ha ⁻¹						
Efecto simple del factor niveles de nitrógeno (N)						
	k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	Sig.	k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	Sig.	k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	Sig.
n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	57129,6	a	57314,8	a	49166,7	a
n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	50555,6	a	48888,9	a	56851,9	a
n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	45555,6	a	48796,3	a	42777,8	a

Efecto simple del factor niveles de potasio (K ₂ O)						
	n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	Sig.	n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	Sig.	n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	Sig.
k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	48888,9	a	48796,3	a	57314,8	a
k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	50555,6	a	45555,6	a	57129,6	a
k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	56851,9	a	42777,8	a	49166,7	a

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

4.3 Altura de planta

a. Efecto de la fertilización en la altura de planta

El tratamiento n₃k₂ (120 - 90 kg.ha⁻¹) que ocupó el primer lugar con 173,89 cm de altura, no presenta diferencias significativas con los tratamientos n₃k₁, n₂k₂, n₁k₃, n₃k₃, n₁k₁, testigo, n₁k₂ y n₂k₁. Por otra parte, los tratamientos n₃k₃, n₁k₁, testigo, n₁k₂, n₂k₁ y n₂k₃ no presentan diferencias significativas entre sí; ocupando el último lugar el tratamiento n₂k₃ con 137,89 cm de altura a los 112 días después del trasplante (Cuadro 18).

Cuadro 18. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en la altura de planta a los 112 días después del trasplante.

Tratamiento	Combinación	Altura de planta (cm)	Significación
T ₈	n ₃ k ₂ (120N – 90K ₂ O)	173,89	a
T ₇	n ₃ k ₁ (120N – 60K ₂ O)	172,11	a
T ₅	n ₂ k ₂ (90N – 90K ₂ O)	170,89	a
T ₃	n ₁ k ₃ (60N – 120K ₂ O)	170,50	a
T ₉	n ₃ k ₃ (120N – 120K ₂ O)	164,39	a b
T ₁	n ₁ k ₁ (60N – 60K ₂ O)	163,28	a b
T ₀	Testigo (0N – 0K ₂ O)	162,89	a b
T ₂	n ₁ k ₂ (60N – 90K ₂ O)	157,72	a b
T ₄	n ₂ k ₁ (90N – 60K ₂ O)	155,67	a b
T ₆	n ₂ k ₃ (90N – 120K ₂ O)	137,89	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

El resultado muestra que a mayor dosis de nitrógeno la planta incrementa altura y es más vigorosa (Cuadro 18). El vigor esta asociado a las potencialidades productivas y a la adecuada conformación de la planta evitando el acame ya sea por efecto del rendimiento del fruto o por condiciones ambientales adversas. No coincidiendo con FACHO (2004), que con mayores niveles de N 130 kg.ha⁻¹ y K₂O 190 kg.ha⁻¹, obtuvo en esta variedad (PTM-331) 142,08 cm en promedio de altura a los 115 días después del trasplante, el cual se podría deber a un exceso de nitrógeno, fósforo y potasio ocasionando cierta toxicidad en la planta puesto que el exceso de potasio da lugar a una deficiencia de magnesio disminuyendo la fotosíntesis en la planta por ser parte esencial de la molécula de clorofila así como lo manifiesta CHAVEZ, (2003).

Cuadro 19. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en la altura de planta a los 163 días después del trasplante.

Tratamiento	Combinación	Altura de planta (cm)	Significación
T ₈	n ₃ k ₂ (120N – 90K ₂ O)	187,84	a
T ₅	n ₂ k ₂ (90N – 90K ₂ O)	187,39	a
T ₃	n ₁ k ₃ (60N – 120K ₂ O)	182,44	a
T ₇	n ₃ k ₁ (120N – 60K ₂ O)	180,50	a
T ₉	n ₃ k ₃ (120N – 120K ₂ O)	180,50	a
T ₂	n ₁ k ₂ (60N – 90K ₂ O)	179,10	a
T ₁	n ₁ k ₁ (60N – 60K ₂ O)	175,94	a
T ₄	n ₂ k ₁ (90N – 60K ₂ O)	172,67	a
T ₀	Testigo (0N – 0K ₂ O)	169,86	a
T ₆	n ₂ k ₃ (90N – 120K ₂ O)	164,11	a

A una edad de 163 días la planta no presentó diferencias significativas en ninguno de los tratamientos en lo que respecta a la altura de planta (Cuadro 19), debiéndose al factor del inicio de la etapa de fructificación (FACHO, 2004), ocasionando un bloqueo en el crecimiento de la planta por la mayor traslocación de nutrientes a los tejidos de reserva.

Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en la altura de planta a los 282 días después del trasplante.

Tratamiento	Combinación	Altura de planta (cm)	Significación
T ₅	n ₂ k ₂ (90N – 90K ₂ O)	223,94	a
T ₃	n ₁ k ₃ (60N – 120K ₂ O)	208,67	a
T ₇	n ₃ k ₁ (120N – 60K ₂ O)	206,56	a
T ₉	n ₃ k ₃ (120N – 120K ₂ O)	205,39	a
T ₈	n ₃ k ₂ (120N – 90K ₂ O)	204,44	a
T ₂	n ₁ k ₂ (60N – 90K ₂ O)	202,72	a
T ₄	n ₂ k ₁ (90N – 60K ₂ O)	200,28	a
T ₆	n ₂ k ₃ (90N – 120K ₂ O)	191,06	a
T ₁	n ₁ k ₁ (60N – 60K ₂ O)	184,89	a
T ₀	Testigo (0N – 0K ₂ O)	172,28	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

El tratamiento n₂k₂ (90 kg.ha⁻¹ de nitrógeno y potasio) que ocupó el primer lugar con 223,94 cm de altura no presentó diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos n₁k₃, n₃k₁, n₃k₃, n₃k₂, n₁k₂, n₂k₁, n₂k₃ y n₁k₁; ocupando el último lugar el testigo con 172,28 cm de altura a los 282 días después del trasplante (Cuadro 20).

También, se observa que los tratamientos presentan similar comportamiento independientemente a las diferentes dosis de nitrógeno y potasio, a excepción del testigo que ocupó el último lugar, debido a que las plantas a los 282 días después del trasplante empiezan a estabilizar su altura. Considerando estos niveles especialmente el n₃k₂ que obtuvo un alto

rendimiento (Cuadro 9 y Figura 11) con poca altura, lo que permite cosechar con facilidad e incrementar la eficiencia y periodo de cosecha así como lo manifiesta FACHO (2004) la misma que en esta edad determinó para esta variedad PTM-331 una altura promedio de 244.98 cm después de la siembra.

Así mismo las diferencias existentes entre los tratamientos con nitrógeno-potasio y el testigo son debidos a la importancia del nitrógeno en el crecimiento de las plantas, pues es el componente esencial de las proteínas que se encuentran en grandes cantidades en el protoplasma de las células. Estas proteínas son enzimas capaces de activar la tasa de reacción química o de causar reacciones que no ocurrirían espontáneamente (INDA, 1979), además contribuye principalmente, a la formación de las moléculas de clorofila y a diferencia del potasio que favorece el desarrollo radicular y aumenta la resistencia frente a factores adversos.

b. Efecto principal del nitrógeno

El nivel de nitrógeno n_3 ($120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) fue superior a los demás niveles, con 170,13 cm de altura; pero éste no presenta diferencias significativas con el nivel n_1 ($60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y el Testigo. Por otra parte, el nivel n_2 ($90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), que ocupó el último lugar, muestra diferencias estadísticas significativas respecto al nivel n_3 ($120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Cuadro 21).

Cuadro 21. Resumen de la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en la altura de planta a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.

Niveles de nitrógeno	Altura de planta (cm)					
	112 días	Sig.	163 días	Sig.	282 días	Sig.
n_3 (120 kg.ha ⁻¹)	170,13	a	182,48	a	205,46	a
n_1 (60 kg.ha ⁻¹)	163,83	a b	177,02	a	198,76	a
Testigo	162,89	a b	173,79	a	205,09	a
n_2 (90 kg.ha ⁻¹)	154,81	b	167,86	a	172,28	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

Este resultado indica que existe una relación directa entre los niveles de nitrógeno con el rendimiento de fruto (n_3k_2 , n_3k_1 y n_1k_3) (Cuadro 9) y el factor (niveles de nitrógeno) en relación a la altura de planta (Cuadro 21). Resultado debido al incremento de la dosis de nitrógeno, la cual conlleva a la obtención de mayor altura de planta, e influye en un mayor vigor; por otra parte las plantas deficientes en nitrógeno reducen su crecimiento (IBAR, 1979), es por eso se refleja un mayor crecimiento con una buena fertilización nitrogenada.

c. Efecto principal del potasio

No se encontró diferencias significativas entre los niveles de potasio según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 22), el cual nos estaría confirmando que este nutriente no es un factor de cantidad si no de calidad así como lo manifiesta TISDALE y NELSON (1982) y su efecto no se estaría manifestando en una mayor altura.

Cuadro 22. Resumen de la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio (K_2O) en la altura de planta a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.

Niveles de potasio	Altura de planta (cm)					
	112 días	Sig.	163 días	Sig.	282 días	Sig.
k_2 (90 kg.ha ⁻¹)	167,50	a	183,72	a	210,37	a
k_3 (120 kg.ha ⁻¹)	157,59	a	175,22	a	201,70	a
k_1 (60 kg.ha ⁻¹)	163,69	a	174,34	a	197,24	a
Testigo	162,89	a	167,86	a	172,28	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

Sin embargo también se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes niveles de potasio y el testigo a los 282 días, el cual se debió a una deficiencia de nitrógeno y potasio, puesto que el papayo es un árbol que está en continuo crecimiento, por lo que demanda la aplicación de estos nutrientes (PAPAYA, s/a).

Vale resaltar que a esta edad (282 días) las plantaciones incrementan la proliferación de plagas y enfermedades por la presencia de hojas secas, frutos en descomposición al relacionar con deficiencias potásicas ocasiona el debilitamiento en la resistencia de la planta ocasionando un retardo en el crecimiento. La deficiencia del potasio, hace que las plantas crezcan lentamente (THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE, 1998).

d. Efecto de la interacción entre los niveles del N y K₂O

Es importante conocer las interacciones de los diferentes elementos nutricionales para tener conocimiento si cada factor es dependiente o independiente uno del otro y mantener un equilibrio dentro del suelo y planta para evitar problemas posteriores, no encontrándose diferencias estadísticas entre los efectos simples del factor N y K₂O a la edad de 112, 163 y 282 días después del trasplante (Cuadro 23, 24 y 25).

Cuadro 23. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en la altura de planta a los 112 días después del trasplante.

Altura de planta (cm)						
Efecto simple del factor niveles de nitrógeno (N)						
	k₁ (60 kg.ha⁻¹)	Sig.	k₂ (90 kg.ha⁻¹)	Sig.	k₃ (120 kg.ha⁻¹)	Sig.
n₃ (120 kg.ha⁻¹)	172,11	a	173,89	a	164,39	a
n₁ (60 kg.ha⁻¹)	163,28	a	157,72	a	170,50	a
n₂ (90 kg.ha⁻¹)	155,67	a	170,89	a	137,89	a

Efecto simple del factor niveles de potasio (K₂O)						
	n₁ (60 kg.ha⁻¹)	Sig.	n₂ (90 kg.ha⁻¹)	Sig.	n₃ (120 kg.ha⁻¹)	Sig.
k₂ (90 kg.ha⁻¹)	157,72	a	170,89	a	173,89	a
k₁ (60 kg.ha⁻¹)	163,28	a	155,67	a	172,11	a
k₃ (120 kg.ha⁻¹)	157,72	a	137,89	a	164,39	a

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

Cuadro 24. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en la altura de planta a los 163 días después del trasplante.

Altura de planta (cm)						
Efecto simple del factor niveles de nitrógeno (N)						
	k₁ (60 kg.ha⁻¹)	Sig.	k₂ (90 kg.ha⁻¹)	Sig.	k₃ (120 kg.ha⁻¹)	Sig.
n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	180,50	a	187,84	a	179,10	a
n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	172,67	a	175,94	a	182,44	a
n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	169,86	a	187,39	a	164,11	a

Efecto simple del factor niveles de potasio (K₂O)						
	n₁ (60 kg.ha⁻¹)	Sig.	n₂ (90 kg.ha⁻¹)	Sig.	n₃ (120 kg.ha⁻¹)	Sig.
k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	175,94	a	187,39	a	187,84	a
k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	172,67	a	169,86	a	180,50	a
k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	182,44	a	164,11	a	179,10	a

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

Cuadro 25. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en la altura de planta a los 282 días después del trasplante.

Altura de planta (cm)						
Efecto simple del factor niveles de nitrógeno (N)						
	k₁ (60 kg.ha⁻¹)	Sig.	k₂ (90 kg.ha⁻¹)	Sig.	k₃ (120 kg.ha⁻¹)	Sig.
n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	206,56	a	204,44	a	205,39	a
n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	184,89	a	202,72	a	208,67	a
n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	200,28	a	223,94	a	191,06	a

Efecto simple del factor niveles de potasio (K₂O)						
	n₁ (60 kg.ha⁻¹)	Sig.	n₂ (90 kg.ha⁻¹)	Sig.	n₃ (120 kg.ha⁻¹)	Sig.
k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	202,72	a	223,94	a	204,44	a
k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	184,89	a	200,28	a	206,56	a
k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	208,67	a	191,06	a	205,39	a

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

No se encontró diferencias estadísticas significativas en la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para las interacciones, el cual estaría indicando que los factores que intervienen en la interacción son independientes, es decir que la presencia de un factor N y/o K₂O no incentiva la acción del otro (N y/o K₂O) en lo que respecta a la altura de planta del papayo.

Además cabe resaltar que el exceso de agua producto de la alta precipitación pluvial (mayor a 301 mm), durante la aplicación de los fertilizantes pudo haber lavado parte del N y K₂O aplicados, provocando una homogenidad de los niveles en estudio.

4.4 Diámetro de tallo

a. Efecto de la fertilización en el diámetro de tallo

Respecto al diámetro de tallo a los 112 días después del trasplante, el tratamiento n_1k_3 (60 - 120 kg.ha⁻¹ de N y K₂O) que obtuvo mejor respuesta con 99,21 mm, no supera significativamente a los tratamientos n_3k_1 , n_3k_3 , n_3k_2 , n_2k_2 , n_1k_1 , n_1k_2 , n_2k_1 y testigo; ocupando el último lugar el tratamiento n_2k_3 con un diámetro de tallo de 76,26 mm. Por otra parte, el tratamiento n_2k_3 que ocupó el último lugar, no presenta diferencias significativas con los tratamientos n_3k_3 , n_3k_2 , n_2k_2 , n_1k_1 , n_1k_2 , n_2k_1 y testigo (Cuadro 26).

Siendo nuevo reporte para la zona en estudio, a esta edad en la planta ya es diferenciable las características de vigor en estado adulto, pudiendo variar por ciertas condiciones ambientales o por otros factores de manejo.

Cuadro 26. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en el diámetro de tallo a los 112 días después del trasplante.

Tratamiento	Combinación	Diámetro de tallo (mm)	Significación
T ₃	n ₁ k ₃ (60N – 120K ₂ O)	99,21	a
T ₇	n ₃ k ₁ (120N – 60K ₂ O)	97,97	a
T ₉	n ₃ k ₃ (120N – 120K ₂ O)	97,83	a
T ₈	n ₃ k ₂ (120N – 90K ₂ O)	94,82	a
T ₅	n ₂ k ₂ (90N – 90K ₂ O)	93,44	a
T ₁	n ₁ k ₁ (60N – 60K ₂ O)	89,61	a b
T ₂	n ₁ k ₂ (60N – 90K ₂ O)	88,81	a b
T ₄	n ₂ k ₁ (90N – 60K ₂ O)	87,18	a b
T ₀	Testigo (0N – 0K ₂ O)	85,02	a b
T ₆	n ₂ k ₃ (90N – 120K ₂ O)	76,26	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

Bajo estas condiciones de desarrollo y edad de la planta se obtuvo una superioridad del diámetro al nivel del cuello de la planta con diferencia a lo reportado por FACHO (2004) quien indica que la variedad PTM-331 a los 112 días presenta 80,82 mm de diámetro.

Cuadro 27. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en el diámetro de tallo a los 163 días después del trasplante.

Tratamiento	Combinación	Diámetro de tallo (mm)	Significación
T ₈	n ₃ k ₂ (120N – 90K ₂ O)	107,85	a
T ₃	n ₁ k ₃ (60N – 120K ₂ O)	106,78	a
T ₉	n ₃ k ₃ (120N – 120K ₂ O)	104,81	a b
T ₇	n ₃ k ₁ (120N – 60K ₂ O)	104,72	a b
T ₁	n ₁ k ₁ (60N – 60K ₂ O)	103,26	a b
T ₅	n ₂ k ₂ (90N – 90K ₂ O)	102,77	a b
T ₂	n ₁ k ₂ (60N – 90K ₂ O)	98,94	a b
T ₆	n ₂ k ₃ (90N – 120K ₂ O)	98,43	a b
T ₀	Testigo (0N – 0K ₂ O)	97,42	a b
T ₄	n ₂ k ₁ (90N – 60K ₂ O)	94,80	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

La combinación n₃k₂ (120 - 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O) no supera estadísticamente a las combinaciones n₁k₃, n₃k₃, n₃k₁, n₁k₁, n₂k₂, n₁k₂, n₂k₃ y n₀k₀, pero sí supera al nivel n₂k₁ (90 - 60 kg.ha⁻¹ de N y K₂O) resaltando que a esta edad de planta el nivel n₃k₂, toma una superioridad en lo que respecta al diámetro de tallo (Cuadro 27) siendo importante puesto que le permitió tener mayor vigor para la presencia de un mayor número de frutos por planta, además de evitar el acame así como lo menciona FACHO (2004). quien a la vez reporta para esta edad y variedad 107,82 mm coincidiendo experimentalmente con dichos resultados.

Cuadro 28. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los tratamientos en el diámetro de tallo a los 282 días después del trasplante.

Tratamiento	Combinación	Diámetro de tallo (mm)	Significación
T ₈	n ₃ k ₂ (120N – 90K ₂ O)	117,15	a
T ₃	n ₁ k ₃ (60N – 120K ₂ O)	115,71	a
T ₇	n ₃ k ₁ (120N – 60K ₂ O)	114,17	a b
T ₁	n ₁ k ₁ (60N – 60K ₂ O)	111,11	a b
T ₅	n ₂ k ₂ (90N – 90K ₂ O)	111,11	a b
T ₉	n ₃ k ₃ (120N – 120K ₂ O)	110,11	a b
T ₆	n ₂ k ₃ (90N – 120K ₂ O)	106,44	a b
T ₂	n ₁ k ₂ (60N – 90K ₂ O)	105,50	a b
T ₀	Testigo (0N – 0K ₂ O)	103,25	a b
T ₄	n ₂ k ₁ (90N – 60K ₂ O)	101,78	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

En el Cuadro 28, respecto al estudio de los tratamientos en el carácter diámetro de tallo a los 282 días después del trasplante, el tratamiento n₃k₂ (120 – 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O) que generó mayor respuesta con 117,15 mm, no supera significativamente a los tratamientos n₃k₂, n₃k₁, n₁k₁, n₂k₂, n₃k₃, n₂k₃, n₁k₂ y testigo; ocupando el último lugar el tratamiento n₂k₁ (90 – 60 kg/ha de N y K₂O) con un diámetro de tallo de 101,78 mm. Por otra parte, el tratamiento n₂k₁ que ocupó el último lugar, no presenta diferencias significativas con los tratamientos n₃k₁, n₁k₁, n₂k₂, n₃k₃, n₂k₃, n₁k₂ y el testigo.

De acuerdo a los Cuadros 26, 27 y 28, respecto a la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio del efecto tratamientos en el

diámetro de tallo a los 112, 163 y 282 días después de la siembra; se observa que no existe relación directa entre los mismos.

Por otra parte, según el IIAP (2000), menciona que las características de esta variedad en cuanto al diámetro de tallo en promedio es de 150 mm, y al compararse con el máximo diámetro de tallo obtenido en la presente investigación a los 282 días después del trasplante, este resultó ser menor con 117,15 mm no coincidiendo con dichos resultados.

MUÑOZ (2004), menciona que el nitrógeno, el fósforo y el potasio influyen sobre el diámetro del tallo. Dentro de ciertos límites, a mayor cantidad disponible de estos elementos mayor será el diámetro del tallo. De igual modo, el rendimiento parece estar directamente relacionado con el diámetro del tallo.

b. Efecto principal del nitrógeno

La prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en el diámetro de tallo a los 112, 163 y 282 días después del trasplante, muestran que el nivel n_3 (120 kg.ha^{-1} de N) que ocupó el primer lugar, no presenta diferencias significativas entre el nivel n_1 (60 kg.ha^{-1} de N) y este a su vez, no presenta diferencias significativas con el nivel n_2 (90 kg.ha^{-1} de N), a los 284 días. Por otra parte al comparar los resultados de los niveles n_1 (60 kg.ha^{-1} de N), n_2 (90 kg.ha^{-1} de N) y el testigo (que ocupa el último lugar) presentan similar comportamiento (Cuadro 29).

Cuadro 29. Resumen de la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de nitrógeno (N) en el diámetro de tallo a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.

Niveles de nitrógeno	Diámetro de tallo (cm)					
	112 días	Sig.	163 días	Sig.	282 días	Sig.
n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	96,87	a	105,79	a	113,81	a
n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	92,54	a b	102,99	a b	110,77	a b
n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	85,63	b	98,67	b	106,44	a b
Testigo	85,02	b	97,42	b	103,25	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

El comportamiento en los niveles de nitrógeno en el diámetro de tallo tanto a los 112, 163 y 282 días después del trasplante, presentan un comportamiento similar al resultado obtenido (en el mismo nivel de nitrógeno) en el estudio de rendimiento, ya que siempre el nivel de nitrógeno n₃ (120 kg de N.ha⁻¹) mantiene la superioridad, seguido por los niveles n₁ (60 kg de N.ha⁻¹) y n₂ (90 kg de N.ha⁻¹). Confirmando lo expresado por MUÑOZ (2004) y FACHO (2004), lo que demuestra que a dosis de 120 kg.ha⁻¹ de nitrógeno, las plantas se tornan más eficientes en cuanto a los características de vigor como altura y diámetro de tallo en la planta (IBAR, 1979).

c. Efecto principal del potasio

El potasio (K₂O) es uno de los macronutrientes esenciales más importantes que permiten el funcionamiento del sistema de producción y/o calidad ya que cumple funciones vitales en la fisiología vegetal y por lo tanto su deficiencia origina importantes mermas en el rendimiento y/o calidad de los cultivos (TORRES, 2004).

Cuadro 30. Resumen de la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para los niveles de potasio (K_2O) en el diámetro de tallo a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.

Niveles de potasio	Diámetro de tallo (cm)					
	112 días	Sig.	163 días	Sig.	284 días	Sig.
k_2 (90 kg.ha ⁻¹)	92,36	a	103,19	a	111,25	a
k_1 (60 kg.ha ⁻¹)	91,59	a	100,93	a	109,02	a b
k_3 (120 kg.ha ⁻¹)	91,10	a	103,34	a	110,75	a b
Testigo	85,02	a	97,42	a	103,25	b

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

No se encontró diferencias estadísticas significativas para el diámetro de tallo a los 112 y 163 días después del trasplante (Cuadro 30). TORRES (2004) manifiesta que este elemento actúa a nivel del proceso fotosintético, en la traslocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para esenciales funciones bioquímicas. Asimismo, una buena nutrición potásica aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades.

A los 284 días existió diferencias estadísticas significativas en el nivel k_2 con respecto al testigo, mas no encontrándose diferencias significativas con los niveles k_1 y k_3 , pero ejerciendo una superioridad en el diámetro de tallo aun nivel de 90 kg.ha⁻¹ de potasio más no con el nivel superior k_3 (120 kg.ha⁻¹) debiéndose posiblemente al estudio de rendimiento del presente trabajo experimental y no al estudio de calidad de fruta a diferentes niveles de fertilización potásica.

d. Efecto de la interacción entre los niveles del N y K₂O

En el estudio de interacción de los efectos simples entre los diferentes niveles de nitrógeno, se encontró diferencias significativas entre el nivel 1 (60 kg.ha⁻¹) y el nivel 2 (90 kg.ha⁻¹), sólo a los 112 días de desarrollo del diámetro a un nivel potásico de 120 kg.ha⁻¹, debiéndose posiblemente que a un nivel bajo de nitrógeno y a un nivel alto de potasio hace aumentar la resistencia a enfermedades e incrementar su eficiencia en las reacciones realizadas por la hoja (DOMINGUEZ, 1990) (Cuadro 31).

Cuadro 31. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$), para el estudio de los efectos simples en el diámetro de tallo a los 112 días después del trasplante.

Diámetro de tallo (mm)						
Efecto simple del factor niveles de nitrógeno (N)						
	k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	Sig.	k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	Sig.	k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	Sig.
n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	89,61	a	88,81	a	99,21	a
n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	97,97	a	94,82	a	97,83	a b
n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	87,18	a	93,44	a	76,26	b

Efecto simple del factor niveles de potasio (K ₂ O)						
	n ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	Sig.	n ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	Sig.	n ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	Sig.
k ₁ (60 kg.ha ⁻¹)	89,61	a	87,18	a	97,97	a
k ₂ (90 kg.ha ⁻¹)	88,81	a	93,44	a	97,83	a
k ₃ (120 kg.ha ⁻¹)	99,21	a	76,26	a	94,82	a

* Promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si.

4.5. Análisis económico y de rentabilidad en el rendimiento de fruto del papayo

Cuadro 32. Análisis económico y de rentabilidad en el rendimiento de fruto del papayo en diferentes niveles fertilización en un periodo de 11,5 meses de cosecha.

Tratamiento	Rdto. de fruto		Valor de producción (S/. ha ⁻¹)	Costo de producción (S/. ha ⁻¹)	Rdto. neto (S/. ha ⁻¹)	Índice de rentabilidad (%)
	(kg.ha ⁻¹)	(Jabas.ha ⁻¹)				
n ₁ k ₁ (Fertilización con 60 kg de N.ha ⁻¹ y 60 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	67863,6	6786,4	18594,6	4872,6	13722,1	281,6
n ₁ k ₂ (Fertilización con 60 kg de N.ha ⁻¹ y 90 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	67157,9	6715,8	18401,3	4920,9	13480,4	273,9
n ₁ k ₃ (Fertilización con 60 kg de N.ha ⁻¹ y 120 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	76582,0	7658,2	20983,5	4986,4	15997,1	320,8
n ₂ k ₁ (Fertilización con 90 kg de N.ha ⁻¹ y 60 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	67563,5	6756,4	18512,4	4969,2	15543,3	272,6
n ₂ k ₂ (Fertilización con 90 kg de N.ha ⁻¹ y 90 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	76387,5	7638,8	20930,2	5034,7	15895,5	315,7
n ₂ k ₃ (Fertilización con 90 kg de N.ha ⁻¹ y 120 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	63979,5	6397,9	17530,4	5048,5	12481,9	247,2
n ₃ k ₁ (Fertilización con 120 kg de N.ha ⁻¹ y 60 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	80866,2	8086,6	22157,3	5052,0	17105,4	338,6
n ₃ k ₂ (Fertilización con 120 kg de N.ha ⁻¹ y 90 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	83827,9	8382,8	22968,8	5117,5	17851,3	348,8
n ₃ k ₃ (Fertilización con 120 kg de N.ha ⁻¹ y 120 kg de K ₂ O.ha ⁻¹)	67085,6	6708,6	18381,5	5079,6	13301,9	261,9
n ₀ k ₀ (Sin fertilización)	53005,0	5300,5	14523,4	4041,1	10482,3	259,4

1/: Precio de venta promedio en chacra (S/.) 2,74 / jaba de 10 Kg.

Tipo de cambio (dólar): S/. 3.30

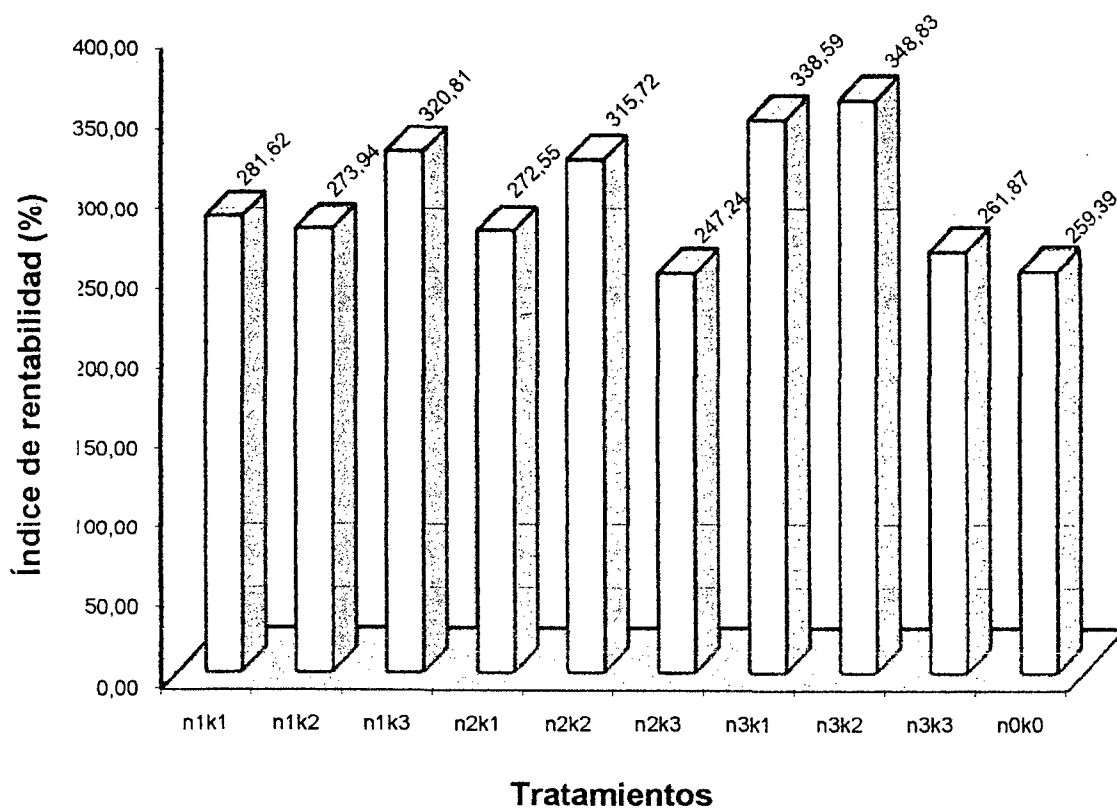


Figura 17. Índice de rentabilidad en relación al análisis económico en el rendimiento del papayo ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Al analizar la rentabilidad obtenida en base a los costos directos e indirectos (Cuadro 32) y el valor de producción (Cuadro 32 y Figura 17), se observa que el tratamiento n_{3k_2} (con $120 \text{ kg de N} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $90 \text{ kg de K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$) resultó ser el más rentable con $348,8\%$, resultado que fue debido al más alto rendimiento de fruto (con $83827,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 8382,7 \text{ jabas}$), seguido por el tratamiento n_{3k_1} (con $120 \text{ kg de N} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $60 \text{ kg de K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$) con $338,6\%$ de rentabilidad y un rendimiento de $80866,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Por otra parte el tratamiento

n_2k_3 (con 90 kg de $N.ha^{-1}$ y 120 kg de $K_2O.ha^{-1}$) ocupó el último lugar con 247,2% de índice de rentabilidad, resultado que fue debido al bajo rendimiento de fruto ($63979,5 kg.ha^{-1}$) y al alto costo de producción (S/. 5048. ha^{-1}) en comparación a los demás tratamientos; por otra parte el testigo (sin fertilización) ocupó el penúltimo lugar, debido al menor costo de producción (S/. 4041. ha^{-1}).

Estos resultados demuestran que el papayo es una planta de muy buena productividad cuando se aplican condiciones adecuadas de manejo y aplicación de fertilizantes, ya que en el primer año de producción en rendimiento neto (utilidad en soles. ha^{-1}) superó ampliamente al costo de producción (la inversión realizada en soles. ha^{-1}) en todos los tratamientos incluyendo el testigo. Por otra parte, la época de cosecha influyó positivamente en el índice de rentabilidad, ya que entre los meses de enero a abril la demanda del fruta de papaya aumenta, y por ende el precio de venta en chacra, mas aun que el precio durante el tiempo de cosecha fue muy significativo siendo en promedio de S/. 2.7 por jaba lo que ocasionó un análisis económico rentable para el cultivo.

V. CONCLUSIONES

Considerando las discusiones de los resultados obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

1. Se encontró diferencias estadísticas significativas para el tratamiento combinatorio de 120 y 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O respectivamente, el cual tuvo un rendimiento de 83827,9 kg.ha⁻¹ en un período de 11.5 meses de cosecha.
2. La mayor producción de frutos por hectárea, fue obtenido por el tratamiento combinatorio de 120 y 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O respectivamente, el cual produjo 57314,8 frutos.ha⁻¹.
3. A los 282 días después del trasplante el tratamiento n₂k₂ (90N-90K₂O) reportó 223,94 cm de altura de planta y el tratamiento n₃k₂ (120N-90K₂O) con 204,44 cm de altura con un alto rendimiento y número de frutos, no presentando mucha diferencia en altura con los demás tratamientos.
4. Se ha obtenido el mayor diámetro de tallo con el tratamiento n₃k₂ (120N-90K₂O) con 117,2 mm. no existiendo diferencias estadísticas con los demás tratamientos.
5. El testigo sin la aplicación de nitrógeno y potasio dio como resultado, el menor rendimiento, el menor número de frutos y la menor altura por lo que no se debería cultivar el papayo sin considerar la fertilización.

6. Al analizar la rentabilidad obtenida en base a los costos directos e indirectos y el valor de producción, se observa que el tratamiento con 120 - 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O, resultó ser el más rentable con un índice de rentabilidad de 348,3%. Por otra parte el testigo (sin ninguna aplicación), ocupó el último lugar con un índice de rentabilidad de 259,4%.

VI. RECOMENDACIONES

Para el desarrollo de diferentes trabajos de investigación acerca de la fertilización en el cultivo de papaya, se recomienda lo siguiente:

1. Se recomienda realizar el mismo trabajo de investigación, pero con niveles más amplios de fertilización, con la finalidad de incrementar el rendimiento por hectárea.
2. Realizar el presente estudio en diferentes localidades para determinar su comportamiento fenológico de esta variedad.
3. Realizar otros ensayos similares y con otras variedades de papaya, utilizando diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio con la finalidad de obtener mayor conocimiento sobre su comportamiento en relación al rendimiento.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo entre el 08 de octubre del 2001 al 22 de abril del 2003, en terrenos del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria (CIPTALD), de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado a la margen izquierda del río Huallaga, a 26 Km. de la carretera Tingo María - Aucayacu, cuyas coordenadas geográficas son: 09°17'58" latitud sur, 76°08'01" longitud oeste y una altitud de 624 m.s.n.m.; la ubicación geográfica en el Sistema Geo Posicional (GPS) es la siguiente: 18L 0385689 y UTM 8990125; la temperatura media anual es de 24,10°C y una precipitación pluvial de 3500 mm; teniendo como objetivos: Determinar el efecto de la fertilización N-K₂O en las características biométricas y rendimiento del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) variedad PTM-331 y determinar el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

El ensayo se instaló en un suelo franco arcilloso limoso, con reacción ácida; con materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible y bases cambiables en un nivel medio; mientras que el potasio en un nivel bajo. Los componentes en estudio estuvieron representados por la papaya (*Carica papaya* L.) Var. PTM-331; con tres niveles de nitrógeno: 60, 90 y 120 kg.ha⁻¹ y tres niveles de potasio: 60, 90 y 120 kg.ha⁻¹; siendo la dosis de fósforo constante de 120 kg.ha⁻¹ (excepto para el testigo sin aplicación de N-P-K)

El diseño experimental utilizado, fue el de bloques completamente randomizado, con arreglo factorial 3A x 3B + 1 testigo adicional; utilizándose la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el análisis estadístico.

De los resultados se encontró que con los niveles de fertilización de 120 - 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O, se obtuvo el mayor rendimiento del papayo con 83827,9 kg.ha⁻¹; ocupando el último lugar el testigo (sin fertilización). Así mismo con el nivel de 120 y 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O, se obtuvo 57314,8 frutos.ha⁻¹. Al analizar la rentabilidad obtenida en base a los costos directos e indirectos y el valor de producción, se observa que el tratamiento con 120 - 90 kg.ha⁻¹ de N y K₂O resultó ser el más rentable con 348,8 % de índice de rentabilidad. Por otra parte el tratamiento con 90 - 120 kg.ha⁻¹ de N y K₂O ocupó el último lugar con 247,2%, después del testigo (sin fertilización), con un índice de rentabilidad de 259,4%.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ADRIAZOLA, J. 2001. La papaya: Prácticas recomendadas para su cultivo. Ficha Técnica. Tingo María, Perú. 12 p.
2. ALVAREZ, T. A. 1980. Efecto de la fertilización nitrogenada, fosfatada y potásica en papaya (*Carica papaya* L.) Var. Pauna-1 en suelos ácidos de Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 17-81.
3. AQUINO, Y. 1997. Fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento del cultivo de té (*Camellia sinensis* L.). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 94 p.
4. AWADA, M. y C. LONG. 1971. Relation of petiole nitrogen levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(6):745-749.
5. BIDWELL, R. 1979. Fisiología vegetal. Editorial AGT. S.A. México. 784 p.
6. BRACK, A. y MENDIOŁA. C. 2005. Ecología del Perú. [En línea]: (http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t08.htm). Documento del 29 de junio del 2005.
7. CALZADA, B. J. 1980. 143 Frutales nativos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 314 p.

8. CARBAJAL, T. 1993. Cultivo del papayo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 23 p.
9. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y AGROFORESTAL. 2003. Importancia del cultivo de papayo. [En línea]: (<http://www.centa.gob.sv/html/ciencia/frutales/papaya.html>). Visitado el 29 de junio del 2005.
10. CONAFRUT. 1998. El cultivo de papaya. Boletín Técnico Comisión Nacional de Fruticultura Nº 13. 30 p.
11. CHAVEZ, M.J. 2003. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ficha Técnica. Tingo María, Perú. 95 p.
12. DOMINGUEZ, V.A. 1990. El abono de los cultivos. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. Pp 77.
13. FACHO, A.M. 2004. Estudio fenológico y de rendimiento de dos cultivares: PTU-405 y PTM-331 de papayo (*Carica papaya* L.) Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 99 p.
14. FASSBENDER, H.W. 1980. Química de suelos: Con énfasis en suelos de América. 2da Edición. Editora Matilde De la Cruz. San José, Costa Rica. 398 p.
15. FRANCIOSI, T.R. 1992. El cultivo de papayo en el Perú. Ed. FUNDEAGRO. Lima, Perú. Pp. 19.
16. GUERRERO, A. 1996. El Suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. EDICIONES MUNDI – PRENSA. Madrid, España. 205 p.

17. GLADIS, V. 2000. Respuesta de la papaya (*Carica papaya* L.) Var. U.N.-Cotové a la fertilización sólida y líquida inyectada al suelo de nitrógeno y potasio. X Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. [En línea]: (<http://www.unalmed.edu.co/sccsa/Resumen2520final.doc+investigacion+en+niveles+de+fertilizacion+en+Carica+papaya&hl=es>). Documento visitado el 15 de junio del 2005.
18. IBAR L. 1979. El cultivo de aguacate, Chirimoya, Mango, Papaya. Ed. AEDOS. Barcelona, España. 173 p.
19. INDA, F.J. 1979. Comentarios y citas bibliográficas referentes a nutrición y fertilización del papayo. En: Primer Simposium sobre el cultivo del papayo. 26–27 de junio. Ministerio de Agricultura / Univ. del Norte. Coquimbo, Chile. Pp. 81.
20. INFOAGRO. 2001. Agro en información. Cultivo de papaya. [En línea]: (<http://www.infoagro.com>). Documento 20 de noviembre del 2004.
21. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA (CRI - IIAP). 2000. Proyecto Papayo. Tingo María, Perú. 1p.
22. MALAVOLTA, E. 1980. Elementos de nutrición mineral de plantas. Editorial Agronómica CERES Ltda. Sao Paulo, Brasil. 254 p.
23. MARTÍN, A. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. 2da Edición. Editorial AGT EDITOR S.A. México. 492 p.
24. MUÑOZ, C. J. 2004. Fertilización nitrogenada en papayos (*Carica pubescens* lenné et kock) en el secano costero de la VIII Región. Universidad de Concepción de Chile. [En línea]: (<http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>).

25. OIRSA. 2002. Cultivo de papaya en Honduras. [En línea]: (<http://nsl.oirsa.org.sv/Publicaciones/VIFINEX/Manuales-2002/Honduras/Papaya-Honduras -03.htm>). Documento 28 de junio del 2005.
26. PAPAYA. (s/a). Cultivo de la lechosa. [En línea]: (<http://www.agricultura.gov.do>). Documento visitado el 12 de julio del 2004.
27. RODRÍGUEZ, S. 1982. Fertilizantes-nutrición vegetal. Editorial AGT S.A. México. 157 p.
28. SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA. 2002. El cultivo ecológico del papayo. [En línea]: (http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/cult_org/paginas/PAPAYA.htm). Documento 16 de agosto del 2004.
29. TISDALE, S. y NELSON, W. 1982. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Editorial Unión Tipográfica. Barcelona-España. 760 p.
30. TISDALE, S. y NELSON, W. 1991. Fertilidad de los Suelos. Barcelona-España. 760 p.
31. THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1998. Manual de fertilidad de los suelos. Georgia. 85 p.
32. TORRES, D.M. 2004. Funcionamiento del potasio en el sistema suelo-planta. [En línea]: (<http://www.inta.gov.ar>). Documento 12 de julio del 2005.
33. VASQUEZ, R. 2000. Conservación química de la pulpa de papaya (*Carica papaya*). Informe de trabajo de Investigación. Curso de Actualización Profesional. Universidad Nacional Agraria de la Selva. FIA. Tingo María, Perú. 18 p.

IX. ANEXO

Cuadro 33. Conversión de la dosis de aplicación de nutrientes en términos de producto comercial ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Dosis de aplicación ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)					
N	Urea (46% N)	P_2O_5	SPTCa (46% P_2O_5)	K_2O	CIK (60% K_2O)
60	130	120	261	60	100
90	196	-	-	90	150
120	261	-	-	120	200

Cuadro 34. Conversión de la dosis en términos de gramos por planta del producto comercial ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Urea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Urea ($\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$)	SPTCa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	SPTCa ($\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$)	CIK ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	CIK ($\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$)
130	78	261	157	100	60
196	118	-	-	150	90
261	157	-	-	200	120

Cuadro 35. Momento de aplicación de los fertilizantes para el presente experimento.

Momento de aplicación	N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)			P_2O_5 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	K ₂ O ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)		
	20	30	40		20	30	40
A la siembra	20	30	40	60	20	30	40
Al inicio de floración	20	30	40	60	20	30	40
A los 3 meses después de la 2 ^{da} aplicación.	20	30	40		20	30	40

Cuadro 36. Datos promedios del rendimiento de fruto (kg.ha⁻¹), por cosecha y por tratamiento.

Año	Mes	Eval.	Testigo	n ₁ k ₁	n ₁ k ₂	n ₁ k ₃	n ₂ k ₁	n ₂ k ₂	n ₂ k ₃	n ₃ k ₁	n ₃ k ₂	n ₃ k ₃
2002	Abr	1	69,4	282,4	934,3	361,0	57,4	343,5	203,7	120,4	538,9	574,1
		2	1282,4	800,9	1296,3	305,6	594,1	814,8	487,6	1291,7	726,9	703,7
	May	3	1277,4	1143,5	1111,1	1023,2	592,6	1824,1	1021,2	689,8	575,0	1472,2
		4	2092,6	2403,2	2171,3	3351,9	1018,5	2099,1	2254,6	3629,6	2990,7	1643,5
	Jun	5	2347,3	2212,9	2935,2	2588,0	1101,9	2007,4	2310,2	4759,3	2360,2	3351,9
		6	1851,9	3722,2	2537,0	3787,0	2356,5	2898,8	1945,7	1740,7	2240,7	3625,0
	Jul	7	3606,5	4877,2	5217,6	7047,0	5263,9	3958,1	3817,6	6449,1	8394,4	3824,1
		8	800,9	2092,6	2009,3	2657,4	2638,9	2407,4	1446,4	1689,8	2100,0	1750,0
	Ago	9	3490,4	4819,4	5787,0	4180,6	5074,1	3986,1	5143,5	6870,4	6612,0	4967,6
		10	5021,3	8472,2	6032,4	6750,0	5138,9	5011,9	7135,2	8613,9	8539,0	8453,7
	Set	11	1546,3	3157,4	1083,3	2351,9	3208,3	3023,2	2379,6	2851,9	2677,8	2958,3
		12	2277,8	4564,8	4833,3	4388,9	5037,0	4092,6	3537,0	5101,9	5261,1	4194,4
	Oct	13	2277,8	2768,5	5018,5	2342,6	3027,8	3703,7	3361,1	3351,9	3597,2	3071,3
		14	1898,2	1916,7	694,4	2870,4	2805,6	2522,2	1388,9	2305,6	3557,4	1972,2
	Nov	15	2458,3	3134,3	2143,5	3921,3	2013,9	3486,1	2184,3	3564,8	4962,0	2064,8
		16	750,0	615,7	842,6	2435,2	597,2	1078,4	1075,0	1402,8	1525,9	1148,2
	Dic	17	1055,7	722,2	842,6	1213,0	1268,5	1594,4	1055,6	1240,7	1085,2	848,2
		18	638,9	740,7	861,1	740,7	481,5	1162,5	1416,3	805,6	1116,7	1056,0
	Ene	19	101,9	657,4	0,0	757,4	666,7	1144,4	1398,2	731,5	670,4	731,5
		20	157,4	898,2	277,8	537,0	787,0	853,7	861,1	497,7	1003,7	1009,3
	Feb	21	527,8	870,4	1213,0	750,0	1796,3	1629,3	1111,1	666,7	963,0	1037,0
		22	2092,3	555,6	1101,9	1824,1	2120,4	1642,3	1351,9	1629,6	1092,6	1768,5
Mar	23	259,3	907,4	425,9	537,0	379,6	748,8	305,6	1314,8	259,5	563,9	
	24	824,1	703,7	916,7	657,4	1518,5	1623,5	1175,3	685,2	286,8	1101,9	
Abr	25	1453,7	1083,3	861,1	990,7	731,5	1036,9	985,2	1185,2	1083,3	1277,8	
	26	555,6	750,0	694,4	1750,0	722,2	2222,6	833,3	888,9	855,6	287,0	
May	27	101,9	2240,7	750,0	1157,4	1398,2	1861,4	768,5	1111,1	407,4	629,6	
	28	1157,4	1185,2	527,8	935,2	1046,3	1907,4	664,8	824,1	1883,3	731,5	
Jun	29	583,3	361,1	1027,8	3213,0	1481,5	2462,2	2611,1	907,4	2927,8	1638,9	
	30	2688,3	1009,3	2740,7	3824,1	4129,6	4067,3	1916,7	2444,4	4113,0	1953,7	
Jul	31	4870,3	4083,3	5751,4	3259,3	4500,0	4047,2	3333,3	5787,0	4925,9	4009,3	
	32	2888,9	4111,1	4518,5	4074,1	4009,3	5126,2	4500,0	5713,0	4494,4	2666,7	
Total			53005,0	67863,6	67157,9	76582,0	67563,5	76387,5	63979,5	80866,2	83827,9	67085,6

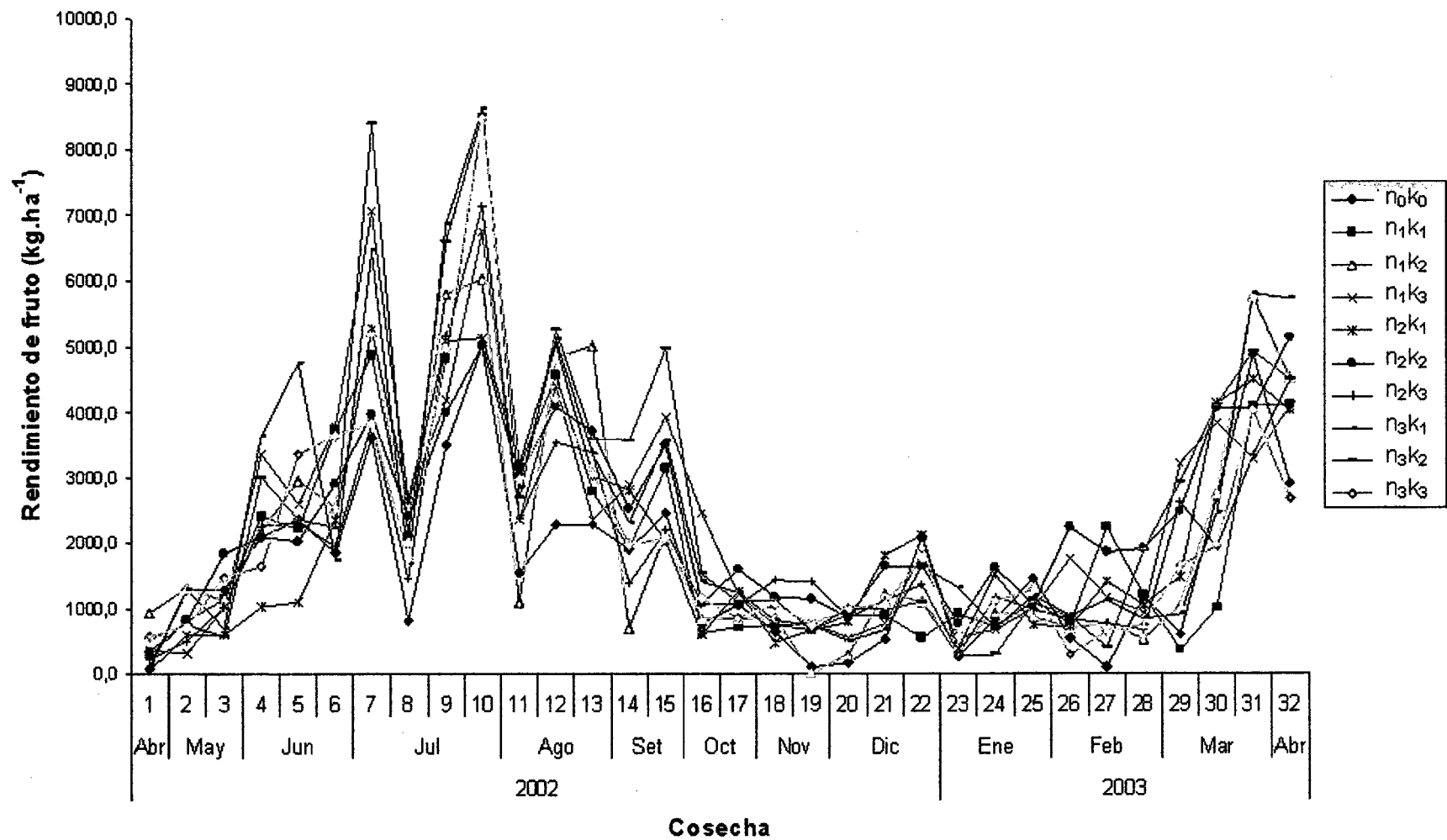


Figura 18. Variación del rendimiento de fruto por cosecha y por tratamiento con diferentes niveles de fertilización.

Cuadro 37. Datos promedios del rendimiento de fruto ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en diferentes niveles de fertilización.

Trat.	Comb.	Bloques			Total	Promedio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
		I	II	III		
T ₁	n ₁ k ₁	60069,44	66584,44	76936,84	203590,72	67863,57
T ₂	n ₁ k ₂	67197,22	57208,33	77068,07	201473,62	67157,87
T ₃	n ₁ k ₃	66180,56	79551,50	84013,89	229745,95	76581,98
T ₄	n ₂ k ₁	92059,88	55963,99	54666,67	202690,54	67563,51
T ₅	n ₂ k ₂	65652,78	92778,89	70730,84	229162,51	76387,50
T ₆	n ₂ k ₃	60113,89	65421,71	66402,78	191938,38	63979,46
T ₇	n ₃ k ₁	72188,89	92965,18	77444,44	242598,51	80866,17
T ₈	n ₃ k ₂	87583,33	79750,00	84150,29	251483,62	83827,87
T ₉	n ₃ k ₃	55152,78	73288,89	72815,25	201256,92	67085,64
Total		626198,77	663512,93	664229,07	1953940,77	651313,59
T ₀	Testigo	54138,89	54729,03	50147,22	159015,14	53005,04
Tot. Bloq.		680337,66	718241,96	714376,29	2112955,91	704318,64

Cuadro 38. Datos promedios del número de frutos.ha⁻¹; por cosecha y por tratamiento.

Año	Mes	Eval.	n ₀ k ₀	n ₁ k ₁	n ₁ k ₂	n ₁ k ₃	n ₂ k ₁	n ₂ k ₂	n ₂ k ₃	n ₃ k ₁	n ₃ k ₂	n ₃ k ₃
2002	Abr	1	92,6	185,2	740,9	218,8	92,6	93,8	279,2	93,5	387,1	471,2
	May	2	629,6	648,3	926,1	277,8	92,6	375,2	93,1	841,8	580,7	1168,2
		3	891,9	833,5	846,4	871,0	463,1	938,2	651,5	467,7	503,2	942,3
	Jun	4	1585,5	1481,8	1329,0	2322,7	744,6	1970,1	1489,2	2151,4	1896,5	942,3
		5	1387,3	2315,3	2183,3	2128,7	744,6	1970,1	1023,8	2899,7	1722,3	2167,3
		6	1288,2	2593,1	1898,5	2709,8	1396,1	2251,6	1116,9	1216,0	1606,2	2544,3
	Jul	7	2675,5	3982,3	4271,7	6193,8	3443,7	3752,6	2978,4	4489,8	4787,6	3240,9
		8	693,7	1481,8	1518,8	2032,4	1861,5	1313,4	744,6	1496,6	1354,9	1225,0
		9	2477,4	3241,4	4081,8	3000,1	3536,8	3846,4	3443,7	4489,8	4838,9	3203,9
	Ago	10	3270,1	5741,9	4081,8	4579,1	2885,3	5347,5	4653,7	5425,2	6097,1	5653,9
		11	891,9	2222,7	854,3	1838,8	2140,7	2063,9	1675,0	1964,3	1935,6	1978,9
		12	1684,6	3694,3	2563,0	2806,6	3723,0	2063,9	2326,9	3741,5	3774,4	2732,7
	Set	13	1090,0	1667,0	3037,6	1354,9	1675,3	2157,8	1861,1	2057,8	1742,0	2167,3
		14	792,8	1111,3	379,7	1645,2	1396,1	2251,6	744,6	1403,1	1838,8	1036,6
	Oct	15	1585,5	2222,7	1613,8	2613,0	1210,0	1501,0	651,5	2338,4	3290,5	1413,5
		16	396,4	555,7	664,5	1548,5	372,3	1032,0	651,5	935,4	1064,6	1262,5
	Nov	17	891,9	555,7	569,6	677,5	744,6	375,3	744,6	748,3	677,5	188,4
		18	99,1	370,4	0,0	96,8	465,4	562,9	1302,8	467,7	483,9	471,2
		19	99,1	555,7	189,9	290,3	465,4	281,5	744,4	374,2	580,7	659,6
	Dic	20	396,4	463,1	759,4	483,9	1023,8	375,3	651,5	467,7	580,7	1168,2
		21	792,8	463,1	189,9	774,2	744,6	375,3	216,0	748,3	677,5	942,3
		22	1387,3	926,1	1139,1	967,8	1210,0	938,2	1023,8	1683,7	677,5	1225,0
2003	Ene	23	99,1	555,7	569,6	387,1	417,8	281,5	307,2	352,5	193,6	565,4
		24	396,4	463,1	379,7	677,5	837,7	469,1	558,5	654,8	96,8	376,9
		25	990,9	833,5	759,4	1064,6	744,6	375,3	279,2	561,2	1354,9	1036,6
	Feb	26	297,3	277,8	379,7	774,2	837,7	294,0	744,6	1028,9	967,8	299,5
		27	495,5	1759,6	569,6	774,2	744,6	375,3	372,3	561,2	538,9	376,9
		28	495,5	555,7	379,7	774,2	837,7	750,5	651,5	374,2	1354,9	471,2
	Mar	29	1288,2	833,5	569,6	4161,5	2885,3	2439,2	2606,1	1028,9	3096,9	1413,5
		30	2081,0	1111,3	2183,3	2709,8	1768,4	3283,5		2151,4	3096,9	1413,5
		31	2774,6	2500,5	3132,6	2613,0	2140,7	1970,1	2792,2	3554,4	1742,0	2355,8
	Abr	32	4408,1	4352,7	6126,8	3484,0	3909,1	2720,6	3629,9	6360,5	3774,4	4052,0
Total			38425,92	50555,56	48888,89	56851,85	45555,56	48796,29	42777,78	57129,63	57314,81	49166,67

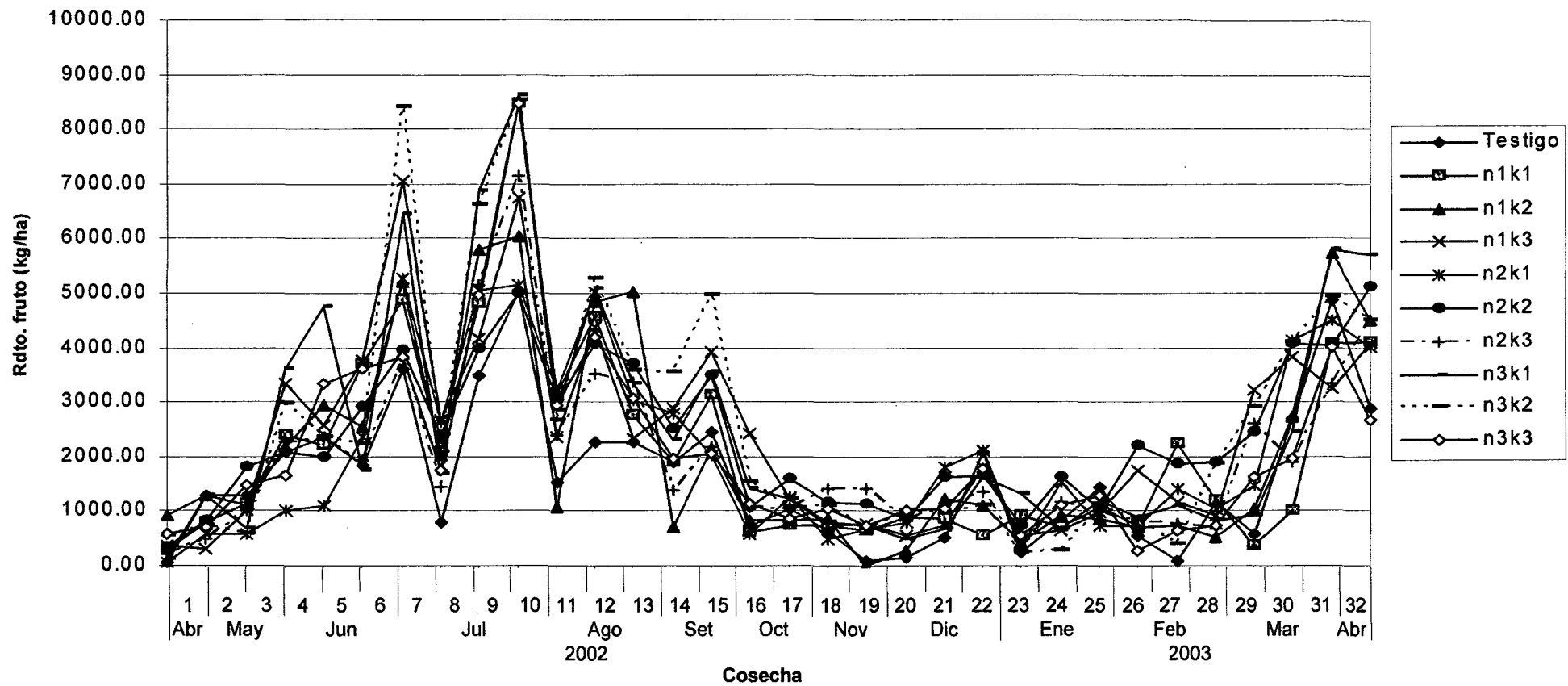


Figura 19. Variación del número de frutos por cosecha y por tratamiento con diferentes niveles de fertilización.

Cuadro 39. Datos promedios del número de frutos del papayo en diferentes niveles de fertilización.

Trat.	Comb.	Bloques			Total	Promedio (Frutos.ha ⁻¹)
		I	II	III		
T ₁	n ₁ k ₁	44722,22	45277,78	61666,67	151666,67	50555,56
T ₂	n ₁ k ₂	48888,89	41111,11	56666,67	146666,67	48888,89
T ₃	n ₁ k ₃	48611,11	69166,67	52777,78	170555,56	56851,85
T ₄	n ₂ k ₁	58611,11	40555,56	37500,00	136666,67	45555,56
T ₅	n ₂ k ₂	43611,11	59444,44	43333,33	146388,88	48796,29
T ₆	n ₂ k ₃	48888,89	38333,33	41111,11	128333,33	42777,78
T ₇	n ₃ k ₁	52777,78	65555,56	53055,56	171388,90	57129,63
T ₈	n ₃ k ₂	55000,00	59722,22	57222,22	171944,44	57314,81
T ₉	n ₃ k ₃	35833,33	50555,56	61111,11	147500,00	49166,67
Total		436944,44	469722,23	464444,45	1371111,12	457037,04
T ₀	Testigo	36944,44	32222,22	46111,11	115277,77	38425,92
Tot. Bloq.		473888,88	501944,45	510555,56	1486388,89	495462,96

Cuadro 40. Análisis de variancia para los efectos simples en el rendimiento del papayo.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio	Significación
K-n ₁	2	82661267,36	N.S.
K-n ₂	2	85155597,12	N.S.
K-n ₃	2	79616711,57	N.S.
N-k ₁	2	173059115,20	N.S.
N-k ₂	2	209217037,80	N.S.
N-k ₃	2	129326242,60	N.S.
E. Exp.	26	136561220,90	

Cuadro 41. Datos promedios de la altura de planta a los 112 días (6^{ta} evaluación) después del trasplante.

Trat.	Comb.	Bloques			Total	Promedio (cm)
		I	II	III		
T ₁	n ₁ k ₁	151,17	166,00	172,67	489,84	163,28
T ₂	n ₁ k ₂	160,83	166,50	145,83	473,16	157,72
T ₃	n ₁ k ₃	177,00	162,17	172,33	511,50	170,50
T ₄	n ₂ k ₁	195,50	136,83	134,67	467,00	155,67
T ₅	n ₂ k ₂	184,83	180,50	147,33	512,66	170,89
T ₆	n ₂ k ₃	162,00	124,83	126,83	413,66	137,89
T ₇	n ₃ k ₁	185,00	164,67	166,67	516,34	172,11
T ₈	n ₃ k ₂	192,00	168,50	161,17	521,67	173,89
T ₉	n ₃ k ₃	172,33	166,83	154,00	493,16	164,39
Total		1580,66	1436,83	1381,50	4398,99	1466,33
T ₀	Testigo	162,33	164,33	162,00	488,66	162,89
Tot. Bloq.		1742,99	1601,16	1543,50	4887,65	1629,22

Cuadro 42. Datos promedios de la altura de planta a los 163 días (9^{na} evaluación) después del trasplante.

Trat.	Comb.	Bloques			Total	Promedio (cm)
		I	II	III		
T ₁	n ₁ k ₁	183,50	155,00	179,50	518,00	172,67
T ₂	n ₁ k ₂	178,50	178,50	170,83	527,83	175,94
T ₃	n ₁ k ₃	185,00	184,33	178,00	547,33	182,44
T ₄	n ₂ k ₁	216,07	152,67	140,83	509,57	169,86
T ₅	n ₂ k ₂	209,00	189,67	163,50	562,17	187,39
T ₆	n ₂ k ₃	197,17	149,67	145,50	492,34	164,11
T ₇	n ₃ k ₁	200,00	183,67	157,83	541,50	180,50
T ₈	n ₃ k ₂	213,67	180,67	169,17	563,51	187,84
T ₉	n ₃ k ₃	200,17	174,50	162,63	537,30	179,10
Total		1783,08	1548,68	1467,79	4799,55	1599,85
T ₀	Testigo	177,00	165,40	161,17	503,57	167,86
Tot. Bloq.		1960,08	1714,08	1628,96	5303,12	1767,71

Cuadro 43. Datos promedios de la altura de planta a los 282 días (12^{va} evaluación), después del trasplante.

Trat.	Comb.	Bloques			Total	Promedio (cm)
		I	II	III		
T ₁	n ₁ k ₁	164,17	180,00	210,50	554,67	184,89
T ₂	n ₁ k ₂	200,17	203,00	205,00	608,17	202,72
T ₃	n ₁ k ₃	214,60	210,07	201,33	626,00	208,67
T ₄	n ₂ k ₁	255,00	178,00	167,83	600,83	200,28
T ₅	n ₂ k ₂	266,17	213,83	191,83	671,83	223,94
T ₆	n ₂ k ₃	221,67	175,50	176,00	573,17	191,06
T ₇	n ₃ k ₁	223,00	210,50	186,17	619,67	206,56
T ₈	n ₃ k ₂	207,33	207,00	199,00	613,33	204,44
T ₉	n ₃ k ₃	217,00	203,50	195,67	616,17	205,39
Total		1969,11	1781,40	1733,33	5483,84	1827,95
T ₀	Testigo	197,33	130,17	189,33	516,83	172,28
Tot. Bloq.		2166,44	1911,57	1922,66	6000,67	2000,22

Cuadro 44. Resumen del análisis de variancia en la altura de planta a los 112, 163 y 282 días después del trasplante.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios de altura de planta					
		112 ddt*. Sig.	163 ddt*. Sig.	282 ddt*. Sig.			
Bloques	2	1053,94 S.	2956,70 S.	2075,17 S.			
Tratamientos	9	387,89 S.	197,25 N.S.	608,18 S.			
Factorial	8	344,79 S.	188,79 N.S.	363,45 N.S.			
Niveles de Nitrógeno (N)	2	533,41 S.	173,73 N.S.	127,75 N.S.			
Niveles de Potasio (K)	2	224,78 N.S.	241,68 N.S.	401,07 N.S.			
Interacción (N x K)	4	396,69 N.S.	169,88 N.S.	462,48 N.S.			
Factorial x Testigo	1	43,10 S.	8,46 N.S.	244,73 S.			
Error experimental	18	195,88	191,02	533,23			
Total	29	301,27	383,69	662,83			
C.V. (%) =		8,59	7,82	11,54			

* ddt: días después del trasplante.

Cuadro 45. Datos promedios del diámetro de tallo a los 112 días (6^{ta} evaluación) después del trasplante.

Trat.	Comb.	Bloques			Total	Promedio (mm)
		I	II	III		
T ₁	n ₁ k ₁	86,43	83,29	99,10	268,82	89,61
T ₂	n ₁ k ₂	93,37	87,11	85,94	266,42	88,81
T ₃	n ₁ k ₃	101,86	91,04	104,73	297,63	99,21
T ₄	n ₂ k ₁	103,45	74,48	83,61	261,54	87,18
T ₅	n ₂ k ₂	100,48	101,22	78,62	280,32	93,44
T ₆	n ₂ k ₃	89,77	75,12	63,88	228,77	76,26
T ₇	n ₃ k ₁	103,35	102,18	88,39	293,92	97,97
T ₈	n ₃ k ₂	100,90	97,83	85,73	284,46	94,82
T ₉	n ₃ k ₃	111,62	80,53	101,33	293,48	97,83
Total		891,23	792,80	791,33	2475,36	825,12
T ₀	Testigo	87,64	83,82	83,61	255,07	85,02
Tot. Bloq.		978,87	876,62	874,94	2730,43	910,14

Cuadro 46. Datos promedios del diámetro de tallo a los 163 días (9^{na} evaluación) después del trasplante.

Trat.	Comb.	Bloques			Total	Promedio (mm)
		I	II	III		
T ₁	n ₁ k ₁	107,67	98,84	103,27	309,78	103,26
T ₂	n ₁ k ₂	101,82	98,97	96,02	296,81	98,94
T ₃	n ₁ k ₃	107,29	106,32	106,74	320,35	106,78
T ₄	n ₂ k ₁	108,38	86,55	89,46	284,39	94,80
T ₅	n ₂ k ₂	107,22	108,37	92,73	308,32	102,77
T ₆	n ₂ k ₃	107,76	96,17	91,37	295,30	98,43
T ₇	n ₃ k ₁	110,43	111,58	92,15	314,16	104,72
T ₈	n ₃ k ₂	113,03	107,81	102,72	323,56	107,85
T ₉	n ₃ k ₃	115,96	96,18	102,28	314,42	104,81
Total		979,56	910,79	876,74	767,09	922,36
T ₀	Testigo	97,39	94,28	100,59	92,26	97,42
Tot. Bloq.		1076,95	1005,07	977,33	3059,35	1019,78

Cuadro 47. Datos promedios del diámetro de tallo a los 282 días (12^{va} evaluación) después del trasplante.

Trat.	Comb.	Bloques			Total	Promedio (mm)
		I	II	III		
T ₁	n ₁ k ₁	114,67	108,67	110,00	333,34	111,11
T ₂	n ₁ k ₂	107,17	107,33	102,00	316,50	105,50
T ₃	n ₁ k ₃	117,80	114,83	114,50	347,13	115,71
T ₄	n ₂ k ₁	120,00	93,50	91,83	305,33	101,78
T ₅	n ₂ k ₂	116,50	117,67	99,17	333,34	111,11
T ₆	n ₂ k ₃	117,00	102,33	100,00	319,33	106,44
T ₇	n ₃ k ₁	119,50	127,00	96,00	342,50	114,17
T ₈	n ₃ k ₂	129,10	116,67	105,67	351,44	117,15
T ₉	n ₃ k ₃	121,83	102,17	106,33	330,33	110,11
Total		1063,57	990,17	925,50	2979,24	993,08
T ₀	Testigo	101,17	101,75	106,83	309,75	103,25
Tot. Bloq.		1164,74	1091,92	1032,33	3288,99	1096,33

Cuadro 48. Resumen del análisis de variancia en el diámetro de tallo a 112, 163 y 282 días después del trasplante.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios del diámetro de tallo					
		112 ddt*. Sig.	163 ddt*. Sig.	282 ddt*. Sig.			
Bloques	2	354,32	S.	264,34	S.	439,77	S.
Tratamientos	9	156,65	S.	56,52	S.	82,76	S.
Factorial	8	152,54	S.	54,93	S.	76,13	S.
Niveles de Nitrógeno (N)	2	289,66	S.	115,99	S.	123,25	N.S.
Niveles de Potasio (K ₂ O)	2	3,62	N.S.	16,46	N.S.	12,38	N.S.
Interacción (N x K ₂ O)	4	166,66	S.	3,64	N.S.	84,43	N.S.
Factorial x Testigo	1	4,11	S.	1,59	S.	6,63	S.
Error experimental	18	80,68		60,08		60,08	
Total	29	121,85		93,30		93,30	
C.V. (%) =		9,87		7,07		7,07	

* ddt: días después del trasplante.

N.S: No significativo

S: Significativo

Cuadro 49. Análisis de variancia para el estudio de los efectos simples en el diámetro de tallo a 112 días después del trasplante.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado	Significación
		Medio	
K-n ₁	2	100,55	N.S.
K-n ₂	2	127,80	N.S.
K-n ₃	2	108,60	N.S.
N-k ₁	2	96,19	N.S.
N-k ₂	2	29,77	N.S.
N-k ₃	2	497,02	S.
E. Exp.	26	30,92	

N.S: No significativo

S: Significativo

Cuadro 50. Promedio de variación de la altura de planta (cm) por evaluación (quincena) en diferentes niveles de fertilización.

Evaluaciones realizadas en la altura de planta																		
Trat.	2001							2002										
	Oct.		Nov.		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	6 ^{ta}	7 ^{ma}	8 ^{va}	9 ^{na}	10 ^{ma}	11 ^{va}	12 ^{va}	13 ^{va}	14 ^{va}				
n ₀ k ₀	20,72	40,31	81,30	106,37	131,00	162,89	163,05	162,97	167,86	172,03	178,56	172,28	201,67	252,00				
N ₁ k ₁	18,19	36,58	76,56	103,56	125,57	159,72	161,44	160,73	166,56	169,94	175,67	177,83	198,34	252,67				
N ₁ k ₂	16,81	44,17	73,28	97,61	121,61	157,72	154,00	170,89	175,94	181,16	185,44	202,72	211,72	263,67				
N ₁ k ₃	17,36	46,80	81,15	102,41	130,54	170,50	174,67	173,82	182,44	186,00	191,33	208,87	219,01	271,85				
N ₂ k ₁	16,20	46,18	78,01	96,87	118,40	155,67	158,33	165,94	170,06	173,83	182,11	200,28	210,61	265,94				
N ₂ k ₂	17,03	47,14	83,76	105,40	127,96	170,55	175,56	179,66	187,39	190,83	195,95	210,61	218,78	269,73				
N ₂ k ₃	18,89	47,04	77,43	93,03	111,28	137,89	139,89	160,56	164,11	167,96	173,39	191,06	196,89	256,38				
N ₃ k ₁	18,81	46,69	75,53	102,77	133,02	172,11	175,94	176,00	180,50	186,93	190,35	206,56	215,22	270,50				
N ₃ k ₂	18,03	48,43	79,95	106,00	134,98	173,89	171,56	177,93	187,84	192,62	199,03	204,44	227,83	290,11				
N ₃ k ₃	19,86	49,56	79,83	101,81	128,22	164,39	166,44	173,31	179,00	183,77	188,83	205,39	212,33	264,47				

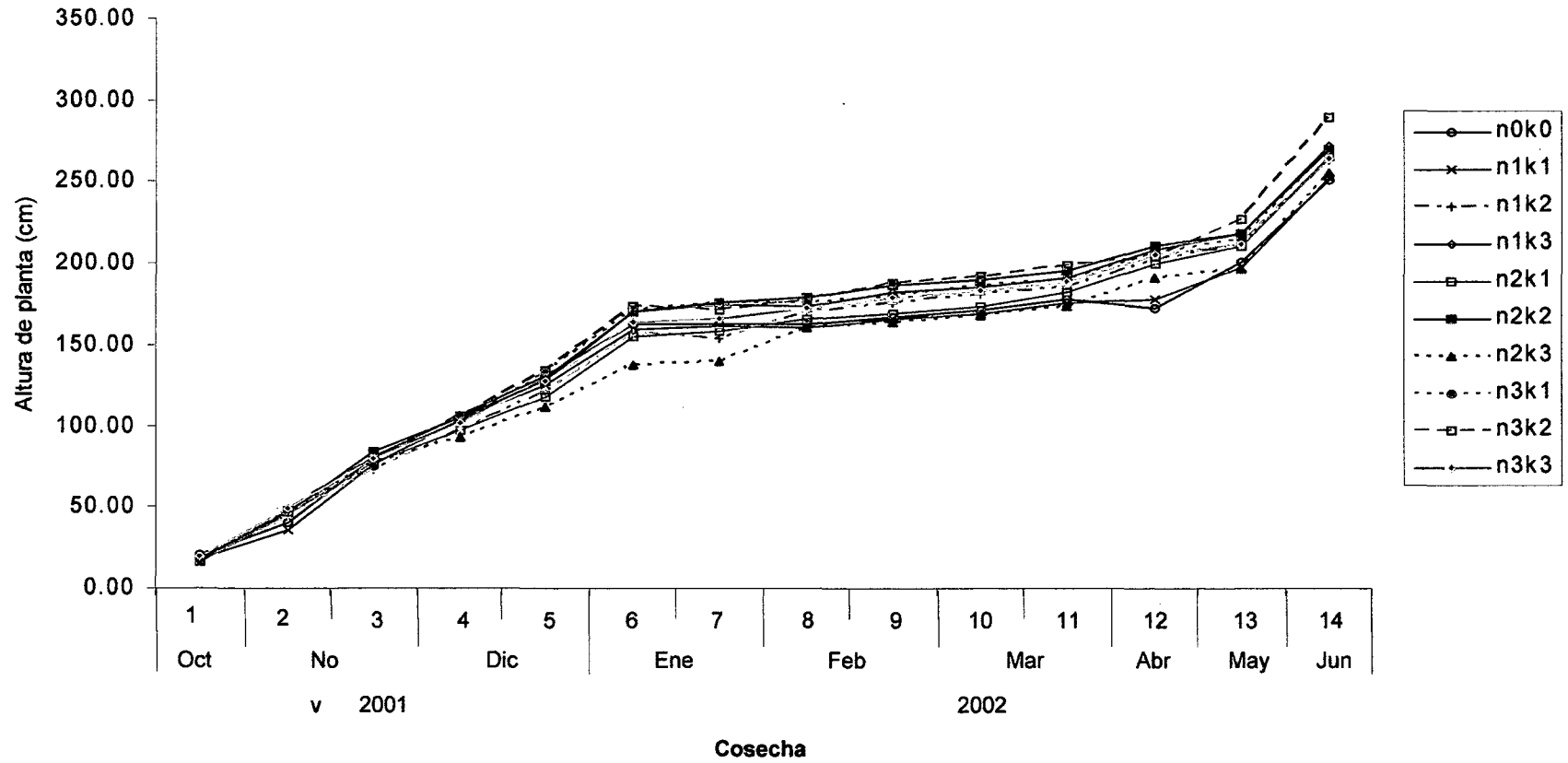


Figura 20. Variación de la altura de planta por evaluación en diferentes niveles de fertilización.

Cuadro 51. Promedio de variación del diámetro de tallo (cm) por evaluación (quincena) en diferentes niveles de fertilización.

Evaluaciones realizadas en el diámetro de tallo																		
Trat.	2001							2002										
	Oct.		Nov.		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	6 ^{ta}	7 ^{ma}	8 ^{va}	9 ^{na}	10 ^{ma}	11 ^{va}	12 ^{va}	13 ^{va}	14 ^{va}				
n ₀ k ₀	6,34	16,87	30,01	43,91	68,52	85,02	92,62	94,22	97,42	97,68	97,79	103,25	103,92	115,42				
N ₁ k ₁	5,87	16,53	28,88	42,74	70,50	89,61	98,95	102,10	103,26	105,01	106,67	111,11	112,67	122,78				
N ₁ k ₂	5,88	15,11	26,48	36,71	65,65	88,81	96,01	97,34	98,94	99,76	98,91	105,50	104,95	116,22				
N ₁ k ₃	6,17	16,13	30,20	49,31	75,65	99,21	104,28	105,69	106,78	109,40	107,87	115,71	112,05	120,67				
N ₂ k ₁	5,74	14,97	28,52	40,01	66,27	87,18	89,85	94,05	94,80	97,11	97,36	101,78	104,00	113,11				
N ₂ k ₂	5,38	14,86	30,69	42,77	68,46	93,44	100,53	103,78	102,77	105,05	107,24	111,11	112,67	115,48				
N ₂ k ₃	6,25	16,23	27,33	39,65	60,67	76,26	93,74	97,20	98,43	101,84	102,06	106,44	108,78	119,45				
N ₃ k ₁	6,53	15,66	31,17	42,59	70,10	97,97	102,72	103,44	104,72	107,33	108,97	114,17	126,34	119,83				
N ₃ k ₂	5,77	15,15	29,18	45,81	64,71	94,82	103,86	104,24	107,85	110,55	110,31	117,14	119,50	129,33				
N ₃ k ₃	6,51	16,70	28,77	45,08	73,32	97,83	103,58	105,63	104,81	105,73	105,21	110,11	113,06	123,06				

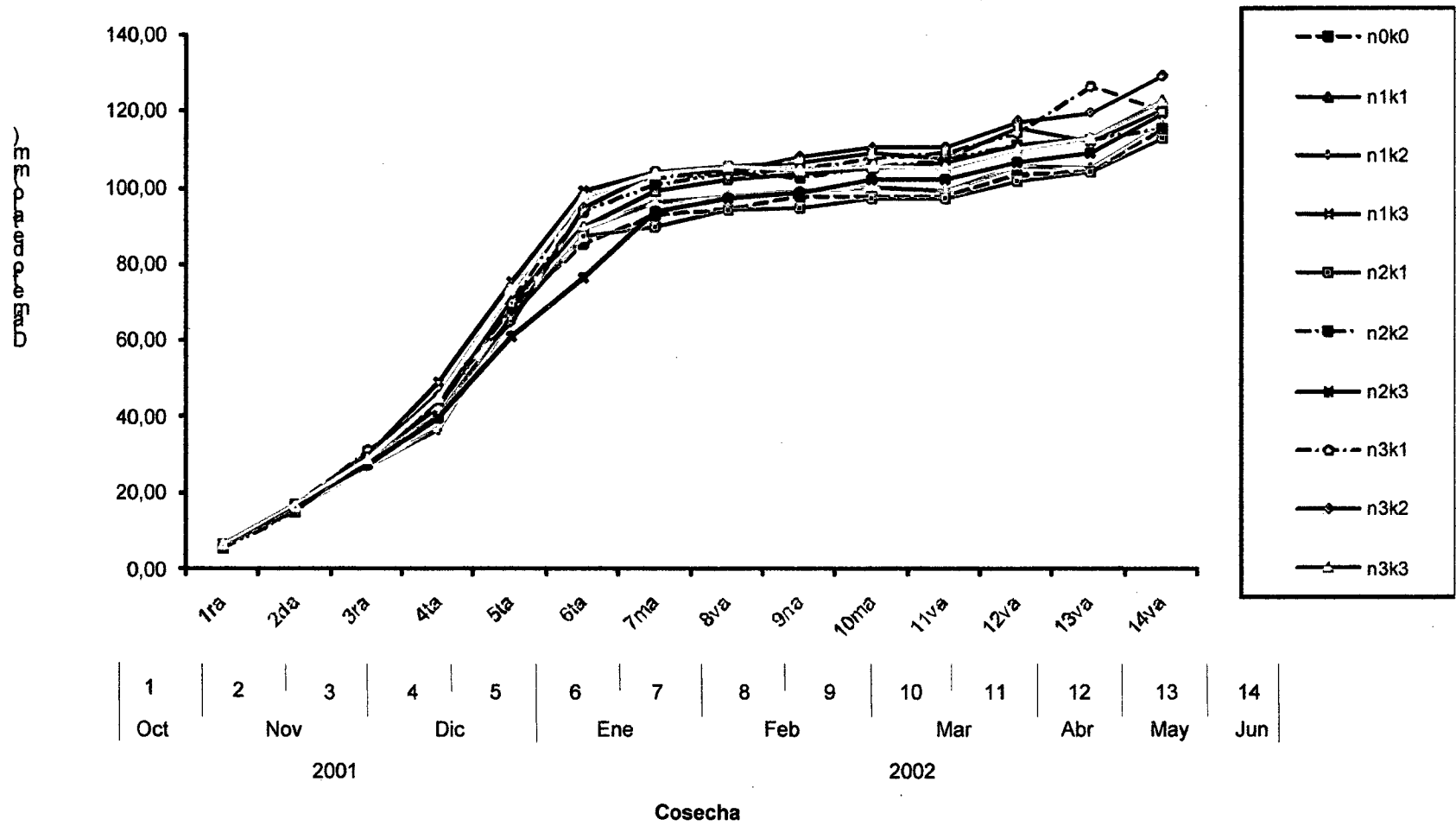


Figura 21. Variación del diámetro de tallo por evaluación en diferentes niveles de fertilización.

Cuadro 52. Costo de producción por hectárea en los tratamientos estudiados (Datos actualizados al año 2002-2003).

Detalle	Unidad	Cantidad por tratamiento										C. Unit. (S/.)	Costo total por tratamiento (S/.)									
		n ₁ k ₁	n ₁ k ₂	n ₁ k ₃	n ₂ k ₁	n ₂ k ₂	n ₂ k ₃	n ₃ k ₁	n ₃ k ₂	n ₃ k ₃	n ₄ k ₆		n ₁ k ₁	n ₁ k ₂	n ₁ k ₃	n ₂ k ₁	n ₂ k ₂	n ₂ k ₃	n ₃ k ₁	n ₃ k ₂	n ₃ k ₃	n ₄ k ₆
A. Gastos directos																						
1. Gastos de cultivo																						
* Almacigado (vivero)	Jornal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
* Preparación del terreno	Jornal	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	15	402.00	402.00	402.00	402.00	402.00	402.00	402.00	402.00	402.00	402.00
* Arado	Horas/máq.	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	40	520.00	520.00	520.00	520.00	520.00	520.00	520.00	520.00	520.00	520.00
* Poceado	Jornal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
* Trasplante	Jornal	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	15	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
* Aporque	Jornal	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
* Aplic. de fertilizantes	Jornal	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	15	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
* Deshierbo	Jornal	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	15	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00
* Control fitosanitario	Jornal	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	15	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
* Cosecha	Jornal	13	13	14	13	14	12	15	16	11	10	15	195.00	195.00	210.00	195.00	210.00	180.00	225.00	240.00	165.00	150.00
2. Insumos																						
* Bolsas de polietileno	Millar	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	14	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
* Fertilizantes:																						
Urea	Bolsa	3	3	3	5	5	5	6	6	6	0	42	126.00	126.00	126.00	210.00	210.00	210.00	252.00	252.00	252.00	0.00
Fósforo	Bolsa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	56	336.00	336.00	336.00	336.00	336.00	336.00	336.00	336.00	336.00	0.00
Potasio	Bolsa	3	4	5	3	4	5	3	4	5	0	42	126.00	168.00	210.00	126.00	168.00	210.00	126.00	168.00	210.00	0.00
* Insecticidas y fungicidas:																						
Kumulos	kg	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Pyrimor	kg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	160	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
Curzate	kg	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	80	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
Dhitane	kg	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	27	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00
Agral (Adherente)	lt.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	28	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
Sub-total											4237.00	4279.00	4336.00	4321.00	4378.00	4390.00	4393.00	4450.00	4417.00	3514.00		
B. Gastos indirectos																						
1. Gastos de conducción: Administración e impuestos al 15% de gastos directos.											635.55	641.85	650.40	648.15	656.70	658.50	658.95	667.50	662.55	527.10		
C. Gasto total de producción																						
1. Gasto directos + gastos indirectos											4872.55	4920.85	4986.40	4969.15	5034.70	5048.50	5051.95	5117.50	5079.55	4041.10		
Moneda extranjera (Cambio S/ 3.3)											1476.53	1491.17	1511.03	1505.80	1525.67	1529.85	1530.89	1550.76	1539.26	1224.58		

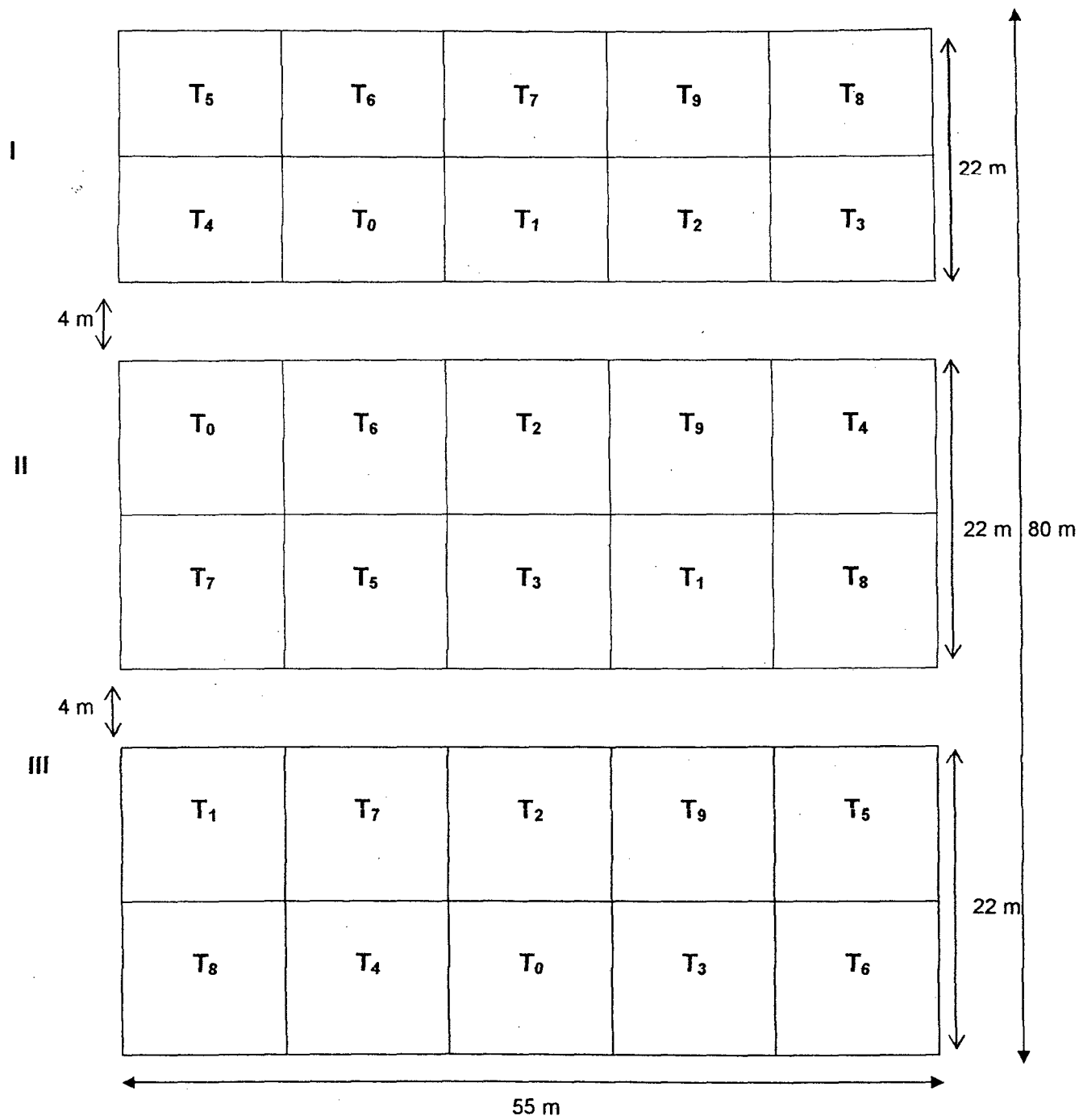


Figura 22. Croquis del campo experimental.

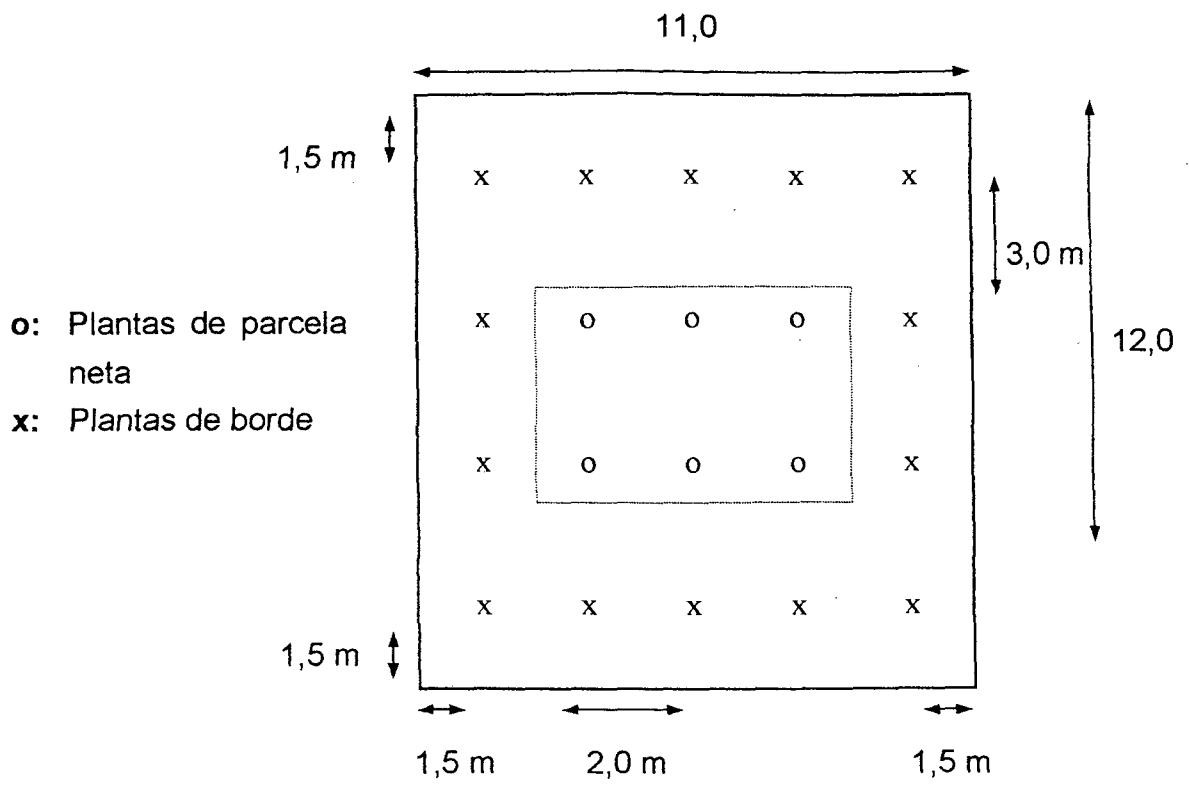
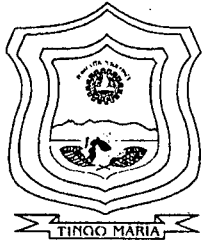


Figura 23. Detalle de una parcela.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562341 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



ANALISIS DE SUELOS

Procedencia:..... Tingo María Tulumayo

Solicitante:

IIAP - César

Número de Muestra		CE mmh/cm	ANALISIS MECANICO				pH 1:1	CO ₃ Ca %	M.O. %	N %	P ppm	K ₂ O kg/ha	CAMBIABLES me/100 g								
Laborat.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura							CIC	Ca	Mg	K	Na	Al + H	Al ***	Ca + Mg	CICE
M104-01	M1		16.0	50.0	34.0	Fo.Ar.Lo.	5.70		3.10	0.14	10.00	264	11.80	9.80	1.50	0.40	0.10				

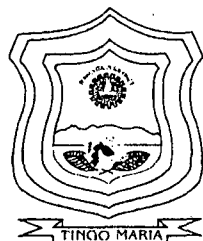
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado



Ing. M.Sc. Carlos Huatuco Barzola

JEFE DE LABORATORIO

Fecha: Tingo María, 9 de Octubre del 2001



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562341 Anexo 283 Fax (064) 561156 Aptdo. 156



ANALISIS DE SUELOS

Procedencia:..... Tingo María Tulumayo

Solicitante: IIAP - César

Número de Muestra		CE mmh/cm	ANALISIS MECANICO				pH 1:1	CO ₃ Ca %	M.O. %	N %	P ppm	K ₂ O kg/ha	CAMBIABLES me/100 g								
Laborat.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura							CIC	Ca	Mg	K	Na	Al + H	Al ***	Ca + Mg	CICE
M104-01	M1		16.0	50.0	34.0	Fo.Ar.Lo.	5.70		3.10	0.14	10.00	264	11.80	9.80	1.50	0.40	0.10				

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado



Ing^o. M. Sc. Carlos Huatuco Barzola

JEFE DE LABORATORIO

Fecha: Tingo María, 9 de Octubre del 2001