

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO DE FERTILIZACION EN PAPAYA  
(Carica papaya L.)  
BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA  
REGION SUR DEL ESTADO DE VERACRUZ

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA  
MARIO ALBERTO SALAZAR VALDEZ

MARIN, N. B.

SEPTIEMBRE DE 1985

T

SB379

.P2

S2

c.1



1080063742

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO DE FERTILIZACION EN PAFAYA  
(Carioca papaya L.)  
BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA  
REGION SUR DEL ESTADO DE VERACRUZ


TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA  
MARIO ALBERTO SALAZAR VALDEZ

MARIN, N. L.


SEPTIEMBRE DE 1985

2965 *DM*

T  
SB 379  
- P 2  
S 2



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad



BU Raul Rangel Films  
UANL

F. Tesis FONDO TESIS LICENCIATURA

040.634  
FA6  
1985  
c.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

T E S I S

ESTUDIO DE FERTILIZACION EN PAPAYA (Carica papaya L.)  
BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA REGION SUR  
DEL ESTADO DE VERACRUZ

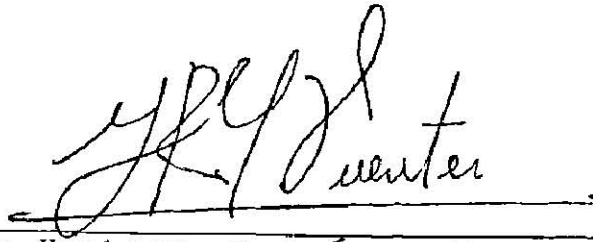
Elaborada por :

MARIO ALBERTO SALAZAR VALDEZ

Aceptada y aprobada como requisito parcial  
para optar por el titulo de :

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

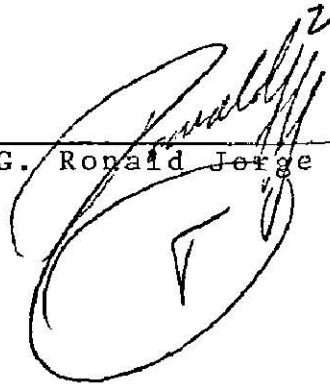
COMITE SUPERVISOR DE TESIS

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'H. Rodríguez Fuentes', written over a horizontal line.

ING. M.Sc. Humberto Rodríguez Fuentes

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'M. de la Garza Dávila', written over a horizontal line.

ING. M.C. Margarito de la Garza Dávila

A large, stylized handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Ronald Jorge Lecea Juárez', written over a horizontal line.

ING. Ronald Jorge Lecea Juárez

Marín, N.L. Septiembre de 1985.

## D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES: Con cariño y respeto, a quienes les debo la existencia y mi formación como persona; y por su invaluable apoyo económico y moral para la realización de mis estudios.

SR. GUADALUPE SALAZAR LEAL  
SRA. CATALINA VALDEZ DE SALAZAR

A MI ESPOSA: Con amor, por su linda forma de ser y por su apoyo firme y decidido, el cual nos a permitido salir siempre adelante.

LUZ MARIA GARZA DAVILA

A MIS HERMANOS: Por su apoyo que siempre ha sido un aliciente a la superación y unión de la familia.

EMELINA

DOMINGA

BENITA

MARIA

RAMIRO

A LA MEMORIA DE MI HERMANO RODRIGO, Quien siempre me motivó para seguir con mis estudios.

A MIS CUÑADOS Y SOBRINOS.

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.



## A G R A D E C I M I E N T O S

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, y en especial a los Directivos del Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro por permitirme realizar este trabajo y utilizar la información.

A la Facultad Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León por haberme dado la oportunidad de estudiar la Licenciatura.

Al Ing. Agustín Alejandro Aguilar Zamora por su disponibilidad y orientaciones que ayudaron a la elaboración y estructuración del presente escrito.

A los Ingenieros Humberto Rodríguez Fuentes, Margarito de la Garza Dávila y Ronald Jorge Lecea Juárez, por el asesoramiento brindado.

A todas aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron en la realización de este trabajo.

# C O N T E N I D O

|  | Página |
|--|--------|
| LISTA DE CUADROS . . . . .   | v      |
| LISTA DE FIGURAS . . . . .   | vii    |
| LISTA DE APENDICE . . . . .  | ix     |
| RESUMEN . . . . .  | 1      |
| 1. INTRODUCCION . . . . .  | 3      |
| 1.1. Importancia económica . . . . .   | 3      |
| 1.2. Importancia alimenticia . . . . .   | 4      |
| 1.3. Importancia industrial . . . . .  | 6      |
| 1.4. Importancia del cultivo en relación con<br>otros frutales . . . . .                           | 6      |
| 1.5. Justificación del estudio . . . . .   | 7      |
| 1.6. Objetivos . . . . .   | 8      |
| 1.7. Hipótesis . . . . .   | 8      |
| 1.8. Supuestos . . . . .   | 9      |
| 2. REVISION DE LITERATURA . . . . .  | 10     |
| 2.1. Origen e historia . . . . .   | 10     |
| 2.2. Clasificación y descripción botánica . . . . .  | 10     |
| 2.3. Tipos de papayo . . . . .   | 12     |
| 2.4. Condiciones ambientales . . . . .   | 12     |
| 2.4.1. Clima . . . . .   | 12     |
| 2.4.2. Suelo . . . . .   | 13     |
| 2.5. Influencia de la fertilización en el<br>desarrollo del cultivo . . . . .                      | 13     |
| 2.6. Análisis foliares como indicadores para la<br>aplicación de fertilizantes en papayo . . . . . | 17     |
| 2.6.1. Diagnóstico foliar . . . . .  | 17     |
| 2.6.2. Metodología de muestreo . . . . .   | 18     |
| 2.6.3. Porcentaje de elementos mayores . . . . .   | 19     |
| 2.6.3.1. Nitrógeno . . . . .   | 19     |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.6.3.2. | Fósforo . . . . .                                     | 20 |
| 2.6.3.3. | Potasio . . . . .                                     | 22 |
| 2.7.     | Síntomas de deficiencia nutricional . . . . .         | 23 |
| 3.       | MATERIALES Y METODOS . . . . .                        | 26 |
| 3.1.     | Localización geográfica del experimento . . . . .     | 26 |
| 3.2.     | Condiciones edafo-climáticas de la región . . . . .   | 26 |
| 3.2.1.   | Clima . . . . .                                       | 26 |
| 3.2.2.   | Suelo . . . . .                                       | 27 |
| 3.3.     | Material vegetativo . . . . .                         | 29 |
| 3.4.     | Descripción del experimento . . . . .                 | 29 |
| 3.4.1.   | Diseño experimental . . . . .                         | 29 |
| 3.4.2.   | Tratamientos . . . . .                                | 29 |
| 3.5.     | Desarrollo del experimento . . . . .                  | 30 |
| 3.6.     | Datos agronómicos considerados . . . . .              | 32 |
| 3.7.     | Análisis e interpretación de la información . . . . . | 37 |
| 4.       | RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .                      | 41 |
| 4.1.     | Rendimiento de fruta . . . . .                        | 41 |
| 4.2.     | Número de frutos cosechados por planta . . . . .      | 42 |
| 4.3.     | Peso medio del fruto . . . . .                        | 46 |
| 4.4.     | Análisis foliares . . . . .                           | 46 |
| 4.5.     | Altura de planta . . . . .                            | 61 |
| 4.6.     | Diámetro del tallo . . . . .                          | 61 |
| 4.7.     | Correlaciones . . . . .                               | 62 |
| 5.       | CONCLUSIONES . . . . .                                | 74 |
| 6.       | RECOMENDACIONES . . . . .                             | 76 |
| 7.       | LITERATURA CITADA . . . . .                           | 77 |
| 8.       | APENDICE . . . . .                                    | 81 |

## LISTA DE CUADROS

| CUADRO |   | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 1      | Valor nutritivo de la papaya ( <u>Carica papaya</u> L.) por cada 100 g de pulpa fresca . . . . .  | 5      |
| 2      | Resultados obtenidos (en g) en un estudio bromatológico de fruta de <u>Carica papaya</u> L. por cada 100 g de pulpa fresca . . . . .  | 5      |
| 3      | Cantidad de elementos esenciales (en mg) contenidos en 100 g de pulpa fresca de <u>Carica papaya</u> L. y su necesidad diaria humana . . . . .  | 5      |
| 4      | Fechas de las actividades que fueron realizadas en el transcurso del experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. - 1982-83 . . . . .                                     | 33     |
| 5      | Productos químicos y dosis utilizadas para el control de plagas presentadas en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .                          | 33     |
| 6      | Productos químicos y dosis utilizadas para el control de las enfermedades presentadas en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.) Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .                 | 34     |
| 7      | Datos agronómicos, fechas de muestreo y etapa fenológica del cultivo al momento de hacer el registro en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . . | 38     |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 8  | Condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .  | 65 |
| 9  | Características físico-químicas del suelo donde se llevó a cabo el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .  | 66 |
| 10 | Sexo de las plantas (%) dentro de cada tratamiento y promedio general en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .   | 67 |
| 11 | Resumen de los análisis de varianza para las variables observadas en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .   | 68 |
| 12 | Comparación de los coeficientes de variación, obtenidos con el contenido de N, P y K de los análisis foliares en porcentaje y convertidos a grados Bliss en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . | 69 |
| 13 | Rendimiento, frutos por planta y peso medio del fruto en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .   | 70 |
| 14 | Análisis foliares, altura de planta y diámetro del tallo, así como la prueba de rango múltiple de Tukey donde ésta procede, en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .                         | 71 |
| 15 | Significancia estadística de los coeficientes de correlación para las variables observadas en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .  | 72 |

## LISTA DE FIGURAS

| FIGURA |  | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 1      | Respuesta del rendimiento de fruta al nitrógeno aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . .                               | 43     |
| 2      | Respuesta del rendimiento de fruta al fósforo aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . .                               | 44     |
| 3      | Respuesta del rendimiento de fruta al potasio aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . .                               | 45     |
| 4      | Respuesta del nitrógeno foliar (el 14 de septiembre de 1982) al nitrógeno aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . . | 49     |
| 5      | Respuesta del nitrógeno foliar (el 8 de diciembre de 1982) al nitrógeno aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .   | 50     |
| 6      | Regresión lineal para el nitrógeno foliar (el 14 de septiembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . .                                | 51     |
| 7      | Regresión lineal para el nitrógeno foliar (el 8 de diciembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya</u> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .                                | 52     |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 8  | Respuesta del fósforo foliar (el 14 de septiembre de 1982) al fósforo aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya L.</u> ). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . . | 53 |
| 9  | Respuesta del fósforo foliar (el 8 de diciembre de 1982) al fósforo aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya L.</u> ). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .   | 54 |
| 10 | Regresión lineal para el fósforo foliar (el 14 de septiembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya L.</u> ). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .                            | 55 |
| 11 | Regresión lineal para el fósforo foliar (el 8 de diciembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya L.</u> ). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .                              | 56 |
| 12 | Respuesta del potasio foliar (el 14 de septiembre de 1982) al potasio aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya L.</u> ). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . . | 57 |
| 13 | Respuesta del potasio foliar (el 8 de diciembre de 1982) al potasio aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya L.</u> ). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .   | 58 |
| 14 | Regresión lineal para el potasio foliar (el 14 de diciembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya L.</u> ). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83, . . . . .                           | 59 |
| 15 | Regresión lineal para el potasio foliar (el 8 de diciembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya ( <u>Carica papaya L.</u> ). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .                              | 60 |

## LISTA DE APENDICE

| FIGURA |   | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 1      | Croquis del experimento y distribución de los tratamientos en el estudio de fertilización en papaya ( <i>Carica papaya</i> L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .        | 82     |
| 2      | Rendimientos medios de fruta de papaya, obtenidos con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .                               | 83     |
| 3      | Número promedio de frutos cosechados por planta en papaya, obtenidos con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .             | 83     |
| 4      | Pesos medios del fruto en papaya, obtenidos con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .                                      | 84     |
| 5      | Porcentaje de nitrógeno foliar (el 14 de septiembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . . | 84     |
| 6      | Porcentaje de nitrógeno foliar (el 8 de diciembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .   | 85     |
| 7      | Porcentaje de fósforo foliar (el 14 de septiembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas, Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .   | 85     |
| 8      | Porcentaje de fósforo foliar (el 8 de diciembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas, Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .     | 86     |



## FIGURA

## PAGINA

|    |  |    |
|----|--|----|
| 9  | Porcentaje de potasio foliar (el 14 de septiembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . . | 86 |
| 10 | Porcentaje de potasio foliar (el 8 de diciembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .   | 87 |
| 11 | Altura de planta (el 22 de septiembre de 1982) en papaya, obtenida con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .              | 87 |
| 12 | Altura de planta (el 5 de noviembre de 1982) en papaya, obtenida con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .                | 88 |
| 13 | Diámetro del tallo (el 22 de septiembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83 . . . . .           | 88 |
| 14 | Diámetro del tallo (el 5 de noviembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83. . . . .              | 89 |

## DETERMINACION

|   |  |    |
|---|--|----|
| A | Textura del suelo . . . . .                  | 90 |
| B | Materia orgánica del suelo (%) . . . . .     | 92 |
| C | Nitrógeno total del suelo (%) . . . . .      | 93 |
| D | Fósforo aprovechable del suelo (%) . . . . . | 96 |

| DETERMINACION                                  | Página |
|--|--------|
| E Potasio aprovechable del suelo (%) . . . . . | 97     |
| F Acenización Seca . . . . .                   | 98     |
| G Nitrógeno foliar (%) . . . . .               | 100    |
| H Fósforo foliar (%) . . . . .                 | 103    |
| I Potasio foliar (%) . . . . .                 | 105    |

## RESUMEN

El 3 de agosto de 1982, se estableció un experimento de fertilización con papayo criollo tipo mamey en el ejido Chalcomulco de Soconusco, Veracruz; dentro del área de influencia del Campo Agrícola Experimental de la cuenca del Papaloapan (CAEPAP). Esta localidad presenta un clima  $Aw_2$ , con precipitación y temperatura media anuales de hasta 2 500 mm y 26°C, respectivamente, la unidad de suelo determinada es Luvisol, con textura migajón arenosa, pH fuertemente ácido (5.5), pobre en N y P, y extremadamente pobre en K. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con seis repeticiones, utilizandose la matriz San Cristobal ortogonalizada ( $\alpha = 1,4$ ) para la selección de los tratamientos (15 + uno adicional),

Las variables estudiadas fueron rendimiento de fruta, número de frutos por planta, peso medio del fruto, contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en los pecíolos, altura de planta y diámetro del tallo.

Los objetivos planteados fueron obtener la dosis óptima económica de fertilización con N, P y K para el cultivo del papayo bajo condiciones de temporal y, medir la relación que guarda el contenido de nutrientes del pecíolo de las hojas con los diferentes niveles de N, P y K aplicados, y con el rendimiento.

No se encontró diferencias significativas ( $P = 0.05$ ) entre tratamientos para rendimiento, por lo que no procedió el análisis combinado para la matriz San Cristobal.

El N y P foliares presentaron una correlación positiva (aunque no significativa) con el rendimiento de fruta; caso contrario ocurrió con el K.

La altura de planta y diámetro del tallo tuvieron diferencias altamente significativas ( $P = 0.01$ ) entre tratamientos en la etapa de fructificación; en donde el P aplicado influyó en mayor medida sobre estas variables.

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Importancia económica

El cultivo del papayo (Carica papaya L.), es un frutal que se siembra en forma extensiva en las zonas tropicales con fines de exportación y consumo local.

En nuestro país se siembran aproximadamente 11 000 ha con un rendimiento promedio de 22 309 kg/ha, una producción total de 209 307 ton y un valor total estimado de la producción para 1985 de 8 372 millones de pesos.

El estado de Veracruz ocupa el primer lugar en superficie sembrada, siendo esta de 5 050 ha, con un rendimiento promedio de 20 592 kg/ha, una producción total de 99 132 ton y un valor total estimado de la producción para 1985 de 3 965 millones de pesos; le siguen en importancia Guerrero, Colima, Morelos, Tabasco y Yucatán.

En el distrito agropecuario de temporal No. 10 del estado de Veracruz, enmarcado en la región sur de dicho estado, se cultivan aproximadamente 1 000 ha de este frutal, todas de temporal, con un rendimiento promedio de 30 000 kg/ha, una producción total de 30 000 ton y un valor total estimado de la producción para 1985 de 1 200 millones de pesos.

En 1976 Anónimo (2) consignó que del volumen total producido de papaya en el país, el 93% se destinó al mercado nacional, siendo el 71% consumido como fruta fresca y el 29% se canalizó a la industria. El 7% restante de la producción total se destinó al mercado exterior del cual el 90% se exportó como fruta fresca y el 10% restante como industrializada.

## 1.2. Importancia alimenticia

Araujo en 1965 (3) y Machain et al en 1979 (21) consignaron que la papaya tiene un alto valor nutritivo, ya que posee vitamina C, provitamina A, niacina, tiamina, riboflavina y ácido ascórbico (del cual esta fruta es una fuente principal); indicaron que presenta además una consistencia pulposa no astringente que ayuda a la digestión (Cuadro 1).

Por su parte Valenciano et al (32) reportaron en 1956 un estudio bromatológico del fruto de la papaya, el cual indicaron haberlo realizado con bayas de superficie lisa, de 16 cm de alto por 13 de ancho y 13 de profundidad y de 1.5 kg de peso. La porción comestible constituyó el 84%, y el 16% restante fue desecho (Cuadro 2).

En 1977 Hiroce et al (19) determinaron el contenido de elementos esenciales en la papaya y lo compararon con la necesidad diaria en la nutrición humana (Cuadro 3).

Cuadro 1. Valor nutritivo de la papaya (Carica papaya L.), por cada 100 g de pulpa fresca.

|                 |           |             |          |
|-----------------|-----------|-------------|----------|
| Calorías        | 25.0 kcal | Fósforo     | 12.00 mg |
| Carbohidratos   | 6.2 g     | Hierro      | 0.46 mg  |
| Proteínas       | 0.5 g     | Niacina     | 0.30 mg  |
| Grasas          | 0.1 g     | Tiamina     | 0.05 mg  |
| Acido ascórbico | 48.0 mg   | Riboflavina | 0.04 mg  |
| Calcio          | 23.0 mg   |             |          |

Fuente : Instituto Nacional de Nutrición.

Cuadro 2. Resultados obtenidos (en g) en un estudio bromatológico de fruta de Carica papaya L., por cada 100 g de pulpa fresca.

|                  |       |                          |      |
|------------------|-------|--------------------------|------|
| Agua             | 88.33 | Sacarosa                 | 1.14 |
| Prótidos         | 0.50  | Fibra bruta              | 1.05 |
| Lípidos          | 0.17  | Cenizas                  | 0.56 |
| Glúcidos totales | 7.50  | Acidez, en ml álcali N   | 0.60 |
| Glúcidos reduc.  | 6.26  | Acidez, en ácido cítrico | 0.04 |

Cuadro 3. Cantidades de elementos esenciales (en mg) contenidos en 100 g de pulpa fresca de Carica papaya L., y su necesidad diaria humana.

| ELEMENTO | CANTIDAD | NECESIDAD | ELEMENTO  | CANTIDAD | NECESIDAD |
|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Fósforo  | 18.0     | 1.3 g     | Cobre     | 0.02     | 3.6 mg    |
| Potasio  | 109.0    | 2-3 g     | Fierro    | 0.21     | 12.0 mg   |
| Calcio   | 18.0     | 0.8 g     | Manganeso | 0.05     | 3-9 mg    |
| Magnesio | 10.0     | 0-3 g     | Zinc      | 0.05     | 10-15 mg  |
| Sodio    | 1.6      | 1-2 g     | Cobalto   | 0.50     | 1.0 mg    |
| Cloro    | 17.9     | 0.5-1 g   |           |          |           |

### 1.3. Importancia industrial

Anónimo (2) citó en 1976 que la papaya es excelente materia prima para la industria alimenticia ya que se puede utilizar en la producción de mermeladas, compotas, confituras y néctares.

De igual forma, en 1980 Moreno (24) señaló que de esta planta también se obtiene el látex del que se extraen las enzimas proteolíticas industriales, y que su derivado seco, la papaína, tiene numerosas aplicaciones. Entre las más importantes tenemos el uso que se le da en la clarificación de cerveza, en el procesamiento de pieles, para el tratamiento de fibras de lana y de seda, y en la elaboración de quesos, jabones, cosméticos y chicles; también se usa como ablandador de carnes. Además es de importancia en la industria farmacéutica, ya que en el látex se encuentran varios alcaloides, entre ellos la carpaina, el cual a pesar de ser tóxico en grandes cantidades, tiene propiedades curativas parecidas al digitalis y es efectivo en el tratamiento contra la amibiasis.

### 1.4. Importancia del cultivo en relación con otros frutales

Machain et al (21) indicaron en 1979 que la superficie cultivada de frutales de clima templado en México ha tenido un incremento continuo durante los últimos años. De esta forma, apuntaron que en 1964 el área cosechada con frutales en el país fue de 260 714 ha, con un volumen de producción de 3 294 285 ton; y que para 1968



las cifras revelaron una superficie de 378 730 ha, con un volumen de producción de 4 584 933 ton. En general, el volumen producido de frutales en el período 1964-69 aumentó a una tasa anual media de 5.4% por encima tanto del crecimiento demográfico, como de la producción agrícola total; que en ambos casos fue del 3.4% para los mismos años.

Por otra parte, Anónimo (2) señaló en 1976 que el período 1970-75 la superficie cultivada con papayo en nuestro país se incrementó de 5 624 a 10 915 ha, obteniéndose una tasa media anual de crecimiento del 3.6% y un incremento en la serie (1970-75) de un 94.08%. De tal forma que la superficie dedicada a la producción con papaya para 1975 representó el 1.65% del área total ocupada por 34 especies frutícolas (662 110 ha), y en relación con la mayor extensión que fue la naranja (166 550 ha) significó el 6.55%.

### 1.5. Justificación del estudio

Dominguez (15) consignó en 1983 que en el área papayera enmarcada en la región sur del estado de Veracruz, la baja fertilidad de los suelos es uno de los principales problemas que limitan la producción de este frutal; por otra parte se ha observado que los productores hacen un inapropiado uso de los fertilizantes. Así mismo; se considera que los rendimientos de 30 ton/ha (en promedio) que se obtienen no son los máximos, debido a que las condiciones

ecológicas que se presentan en la región favorecen al potencial del papayo, estimándose que éste puede llegar a ser de hasta 50 - ton/ha en promedio, en la medida en que se haga uso de un criterio técnico adecuado en la dosificación y época de aplicación de fertilizantes químicos sintéticos.

Esta situación determinó que los trabajos de fertilización para este frutal sean una importante línea de investigación; por lo que se decidió establecer el presente experimento.

#### 1.6. Objetivos

1. Obtener la dosis óptima económica de fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para el cultivo de papayo bajo condiciones de temporal.
2. Evaluar la relación que guarda el contenido de nutrientes del pecíolo de las hojas con los diferentes niveles de N, P y K aplicados, y con el rendimiento.

#### 1.7. Hipótesis

1. La aplicación de una combinación óptima de N, P y K incrementa los rendimientos del cultivo y les permite a los agricultores obtener los máximos beneficios económicos.

2. El contenido de nutrientes en los pecíolos de las hojas tiene una correlación positiva con los distintos niveles de N, P y K, y con el rendimiento.

#### 1.8. Supuestos

1. Existe respuesta positiva del papayo a la fertilización mineral del suelo.
2. Los agricultores están utilizando dosis inadecuadas de fertilización.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Origin e historia

Botha (13) señaló en 1979 que el papayo es originario de la zona tropical del continente americano, pero que su origen exacto no ha sido aún determinado. Santos (31) en 1982 coincide con lo anterior, y cita que el origen de este frutal bien puede ser del sur de México o de Centro América.

En 1979 Machain et al (21) mencionaron que después del descubrimiento de América su cultivo se extendió por todas las regiones tropicales, entre las cuales se destacan Hawaii, Malaya, Ceilán, India, Sud Africa, Filipinas, Cuba, Burna, Tanganika y Trinidad y Tobago. Aunque es una planta típicamente tropical, sus buenas cualidades han hecho que su cultivo se extienda a zonas subtropicales a pesar de la inferioridad de condiciones, especialmente por el peligro de las heladas.

### 2.2. Clasificación y descripción botánica

Mosqueda y Molina (23) reportaron en 1973 que el género Carica está formado por 22 especies; de las cuales la mayoría son dioicas, algunas son monoicas y otras más polígamas. Concluyeron al afirmar que solamente ocho especies tienen importancia por el

uso alimenticio que se les da a sus frutos y en algunas casos a sus hojas.

Machain et al (21) citaron en 1979 que la especie de mayor importancia económica es C. papaya L., la cual se considera polif<sup>g</sup>ama; además describieron su clasificación taxonómica de la siguiente manera:

|              |               |
|--------------|---------------|
| Reino:       | Vegetal       |
| Tronco:      | Cormophyta    |
| División     | Autophyta     |
| Subdivisión: | Angiospermae  |
| Clase:       | Dicotiledonea |
| Subclase:    | Choripetala   |
| Familia:     | Caricaceae    |
| Género:      | <u>Carica</u> |
| Especie:     | <u>papaya</u> |

n = 9      2n = 19

En 1965 Araujo (3) afirmó que el papayo es una planta herbácea, suculenta y perenne; con un período de vida de unos 20 años, de los cuales solo tres son de producción comercial.

Según Moreno (24) en 1980, las plantas de papayo alcanzan alturas de 2 a 8 m, con un diámetro en su base de hasta 25 cm o más, monopódico y con follaje densamente concentrado en el ápice.

Presenta un número de siete a nueve hojas lobadas de 20 a 45 cm de largo y ancho, algunas veces más grandes, el envés más pálido; con 7 a 11 nervios palmados, originándose en la base de la hoja; los pecíolos de 10 a 65 cm de largo, fistulosos y algunas veces pubescentes. La planta es polígama ya que presenta tres tipos de flores; así, hay plantas masculinas, femeninas y hermafroditas; esta última forma sexual tiene una gama de variantes como lo son: pentandria, elongata, deformada y estéril de verano. El fruto es una baya amarilla, anaranjada o hasta verdosa, unilocular, de 25 a 40 cm de largo y 10 a 25 cm de ancho. La semilla es elipsoide, dicotiledonea de 6 a 8 mm de largo y 4 a 5 mm de ancho, endotesta morena y arrugada con sarcotesta mucilaginosa.

### 2.3. Tipos de papayo

Anónimo (2) en 1976 y Machain et al (21) en 1979, coincidieron al señalar que en México no existen variedades uniformes de C. papaya L., y que solo hay tipos derivados del material criollo como lo son: cera o amarilla, mamey, verde, chichona, coco y pájaro. De todos éstos, tan solo los dos primeros son los que ocupan el total de la superficie sembrada (a nivel comercial) en Veracruz.

### 2.4. Condiciones ambientales

#### 2.4.1. Clima

Espino y Cuevas (16) en 1976 y Santos (31) en 1982, citaron

que el cultivo del papayo está limitado a regiones con clima tropical y subtropical, con temperaturas óptimas entre 24 y 27°C y una altura máxima de 400 msnm. Cuando este frutal se cultiva en terrenos de mayor altura, las plantas producen frutos de baja calidad. En la actualidad, la distribución del papayo se extiende desde el ecuador hasta los 32° de latitud Norte y Sur.

#### 2.4.2. Suelo

En 1978 Krochmal (20) consignó que el papayo prospera en la mayoría de los suelos tropicales cuando éstos poseen buena retención de humedad y están bien drenados. La humedad excesiva puede causar clorosis en las hojas jóvenes y en las inferiores una cada prematura; una inundación prolongada puede causar la muerte de la planta. El pH ideal oscila entre lo neutral y lo ligeramente ácido.

Por su parte Santos (31) en 1982, afirmó que este cultivo se debe sembrar en suelos profundos con buen drenaje para evitar encharcamientos que pueden causar daños a la planta, y que los suelos pesados deben evitarse.

#### 2.5. Influencia de la fertilización en el desarrollo del cultivo

Krochmal (20) señaló en 1978 que la fertilización en papayo es esencial, ya que se encuentra entre aquellos cultivos cuya

reacción a la aplicación de nutrientes es excelente, debido a su rápido crecimiento.

Por otra parte Rojas (30) en 1963 mencionó que existen diversos procedimientos para determinar las necesidades de fertilizantes en un área agrícola. Como lo son las pruebas de campo de fertilizantes, los síntomas de deficiencias que muestran las plantas y los análisis de suelos y foliares; los cuales se utilizan solos o combinados para llegar a una recomendación concreta sobre cantidades de nutrientes por aplicar.

Según Yee y Aoki (33) en 1965, las prácticas de fertilización para papayo varían dependiendo de algunos factores como familia del suelo, precipitación, distancias entre plantas y tipo de agricultor. De igual forma Alonso, citado por Mosqueda (22) en 1970, consignó que la cantidad y proporción de los fertilizantes por aplicar es fluctuante según la edad de la planta.

Mosqueda (22) en 1970, realizó un experimento preliminar sobre la respuesta a diferentes niveles de fertilización en un suelo de Veracruz. Concluyó que no se encontró respuesta significativa en altura de planta y diámetro de tallo con aplicación de 50 kg y 100 kg de N/ha, respectivamente. Para rendimiento, el autor puntualizó que la respuesta quedó enmascarada por la expresión sexual y su relación con el medio ambiente, y con el tamaño relativamente pequeño de la parcela.



En 1976 Awada (6) consignó que al aplicar cinco tratamientos de P en papayo (0, 108, 224, 560 y 1 121 kg/ha) en diferentes etapas de crecimiento de las plantas, el mayor diámetro de tallo se presentó en la etapa de floración con los tratamientos de 224, 560 y 1 121 kg/ha; mientras que los tratamientos de 0 y 108 kg/ha redujeron este parámetro. Además, la altura de planta fue estadísticamente igual en todos los tratamientos.

Awada (8) en 1977a, indicó que al aumentar la fertilización con N aumentó el crecimiento de los tallos durante el período vegetativo, pero el peso de los pecíolos se incrementó tanto en esta etapa como en la productiva. De igual forma, el aumento en la aplicación de P incrementó el crecimiento de tallos y peso seco de los pecíolos en la etapa vegetativa. Mientras que la fertilización con K favoreció únicamente el crecimiento de los tallos en la fase productiva, ya que el peso seco de los pecíolos no se vio influenciado.

En un estudio similar, Awada y Long (7) en 1977 señalaron que al aplicar P se produjeron elevados crecimientos de tallos y rendimiento de fruta; pero estos rendimientos y su contenido de sólidos solubles se vieron mermados cuando las aplicaciones de dicho fertilizante fueron elevadas.

Por su parte Purohit (28) realizó en 1977 un estudio de fertilización en el que encontró que la altura de planta y diámetro

de tallo fueron influenciados significativamente con las aplicaciones de N y P, y el K logró influir únicamente en el diámetro de tallo. Así mismo, se observó que con dosis de 250 g de N, 110 g de P y 425 g de K/planta/año, suministrados en seis aplicaciones, se obtuvieron rendimientos de 186.8 ton/ha en un período de 28 meses y con un total de 1 736 plantas/ha.

Purohit et al (29) en 1979 reportaron que la aplicación de N adelantó la floración y redujo la altura de la primera flor, y la aplicación de K no tuvo efecto en el rendimiento. Además encontraron que la dosis de 250 g/planta/año, tanto de N como de P, fue la mejor.

En 1977 Pérez y Vargas (26) observaron que al hacer aplicaciones de 227 g y 454 g de abono mensual/planta de la fórmula 15-15-15, no hubo diferencias estadísticamente significativas para rendimiento.

Awada et al (11) en 1979 consignaron que el diámetro de tallo se incrementó con el tiempo al hacer aplicaciones de N bajo condiciones de riego, pero estos incrementos fueron pequeños; no obstante, el peso seco de los pecíolos sí aumentó consistentemente con la fertilización nitrogenada. De igual forma, el total de sólidos solubles y el número de frutos comerciables se incrementó, pero la firmeza de la pulpa disminuyó al aplicar el N.

## 2.6. Análisis foliares como indicadores para la aplicación de fertilizantes en papayo

### 2.6.1. Diagnóstico foliar

En 1963 García y Martínez (18), encontraron que el contenido característico de cada elemento en las hojas de las distintas especies, variaba de acuerdo con la actividad del elemento correspondiente en el suelo, con la edad del tejido y con las condiciones del cultivo y clima.

Ruter, citado por Aguilar (1) en 1981, señaló al análisis foliar como una herramienta útil para la determinación del estado nutricional de las plantas, y que además se basa en los siguientes argumentos:

- a) La hoja es el principal sitio de metabolismo en la planta.
- b) Los cambios en los nutrimentos suministrados son reflejados en la composición de la hoja.
- c) Estos cambios son más pronunciados en ciertos estados de desarrollo que en otros.
- d) La concentración de nutrimentos en la hoja en un estado de crecimiento específico, está relacionado con el crecimiento de la planta.

A su vez Galindo, citado por Aguilar (1) en 1981, mencionó que para determinar el nivel óptimo de los nutrientes foliares, debe observarse la respuesta del cultivo a las aplicaciones de esos elementos mediante pruebas de campo y la variación de su nivel en las hojas simultáneamente, tomando muestras y analizándolas en el laboratorio.

#### 2.6.2. Metodología de muestreo

Awada y Long (4) en 1969, al estudiar el análisis químico de las hojas de C. papaya L., en diferentes estados de maduración, encontraron que para P los coeficientes de correlación múltiples más altos fueron obtenidos en pecíolos recientemente maduros.

Debido a lo anterior Awada y Long (5) en 1971, Awada (8) en 1977a, Awada (9) en 1977b, Awada y Long (7) en 1977, Awada y Long (10) en 1978, Awada et al (11) en 1979 y Awada y Long (12) en 1980, coincidieron al indicar que para los análisis químicos de los pecíolos, se deben tomar aquellos que hayan madurado recientemente.

Sin embargo, en cada uno de estos estudios el número pecíolos muestreados por planta y por parcela, fue variable.

Así, Awada y Long (5) en 1971 y Awada (9) en 1977b, consiguieron que hicieron cinco muestreos de pecíolos en el transcurso

de un año; para lo cual tomaron dos pecíolos por parcela cada uno en árboles diferentes. En 1977a Awada (8) señaló haber muestreado seis pecíolos por parcela, tomándo dos de ellos en cada una de tres plantas; los muestreos se hicieron en las etapas vegetativa, de floración y fructificación. Awada y Long (7) en 1977, hicieron tres muestreos durante el desarrollo del experimento tomando seis pecíolos, uno en cada una de las seis plantas de la parcela. Awada et al (11) en 1979, tomaron dos pecíolos por parcela, en árboles distintos, en cuatro muestreos realizados. Por último Awada y Long (12) en 1980 consignaron haber hecho los muestreos en cinco ocasiones; uno al establecer los tratamientos y el resto en etapas subsecuentes; los pecíolos recolectados fueron uno por cada una de tres plantas para cada parcela.

Por otra parte, Pérez (27) reportó en 1982 que cuando las plantas tenían 10 y 23 meses de edad, se muestrearon cuatro hojas por parcela (las láminas y pecíolos fueron separados como muestras independientes), posteriormente se lavaron y secaron hasta un peso constante con aire caliente a 70°C y se analizaron para determinar N, P, K, Ca, Mg y Mn. Para Ca, Mg y Mn se analizaron solo plantas de 10 meses de edad.

### 2.6.3. Porcentaje de elementos mayores

2.6.3.1. Nitrógeno. Awada y Long (5) en 1971 y Awada (9) en

1977b, reportaron que la concentración de N en los pecíolos con la cual se obtuvieron los más altos rendimientos fue de 1.45%. Esta concentración puede ser utilizada como base para posteriores trabajos de fertilización con N en el área de Hawaii.

Awada (8) determinó en 1977a que el contenido de N en los pecíolos, con relación a su peso seco, fluctuó según la cantidad de N aplicada como fertilizante. Así, tenemos que cuando se aplicaron dosis bajas de este elemento (7, 34 y 130 kg/ha, en las etapas vegetativa, vegetativa e inicio de floración, y floración e inicio de la producción, respectivamente), su concentración en los pecíolos fue de 0.95%; pero cuando las cantidades del mineral fueron elevadas (7, 307 y 1 084 kg/ha, en cada una de las etapas correspondientes), la concentración de N aumentó a 1.45%.

En 1980 Awada y Long (12) observaron que el rendimiento máximo de fruta comerciable estuvo relacionado con la concentración de 1.44% de N en los pecíolos.

2.6.3.2. Fósforo. Awada y Long (4) en 1969 consignaron que la concentración de 0.25% de P en los pecíolos, estuvo asociada con la alta producción de fruta obtenida; y que dicho porcentaje pueda servir como base para posteriores fertilizaciones con P en el área de Hawaii.

Awada y Long (7) encontraron en 1977 que la fertilización

con P debe hacerse con el fin de que su concentración en los pecíolos rebase el 0.185% en el momento de la fructificación. Por lo que sugirieron que si el contenido de P en los pecíolos es de 0.16% en la floración, se deben hacer cinco aplicaciones con 20.175 kg de P/ha cada 6 semanas; pero si dicha concentración es de 0.14%, las aplicaciones deberán ser con 22,417 kg de P/ha.

En 1977a Awada (8) citó que el contenido de P en los pecíolos, en relación a su peso seco, fluctuó según la cantidad de P aplicada como fertilizante. De esta forma sucede que cuando se aplicaron dosis bajas de este nutriente (6, 22 y 13 kg/ha, en las etapas vegetativa, vegetativa e inicio de floración, y floración e inicio de la producción, respectivamente), su concentración en los pecíolos fue de 0.16%; pero cuando las cantidades del elemento fueron elevadas (6, 448 y 269 kg/ha, en cada una de las etapas correspondientes), la concentración de P llegó hasta 0.45%.

De igual manera, Awada y Long (10) en 1978 señalaron que cuando hicieron aplicaciones bajas de P (41 kg/ha), la concentración de éste en los pecíolos fue de 0.17%; pero cuando dichas cantidades fueron elevadas (723 kg/ha), la concentración del mineral llegó a ser de 0,27%.

En otro estudio, Pérez (27) en 1982 determinó que al aplicar 105 kg de P/ha a la variedad P.R. 6-65 cuando tenía 10 meses

de edad y estuvo sembrada a 1,8 m x 1.8 m, la concentración de P en los pecíolos fue de 0,17%; pero cuando las cantidades del elemento aplicado como fertilizante aumentaron a 210 kg/ha (manteniendo constantes las demás variables), la concentración en los pecíolos subió a 0,21%. Ahora bien, cuando se hicieron las aplicaciones en plantas de 23 meses de edad, las concentraciones en los pecíolos fueron, indistintamente, de 0,15% para las dos cantidades de nutrientes (105 y 210 kg de P/ha). Por lo que se concluyó que la concentración de P en los pecíolos de la variedad P.R. 6-65, bajo las condiciones antes señaladas, disminuyó significativamente cuando la edad de la planta fue en aumento.

2.6.3.3. Potasio. Awada (8) en 1977a encontró que el contenido de K en los pecíolos fue variable, según la cantidad aplicada de este elemento como fertilizante. Así cuando aplicaron dosis bajas de K (10, 172 y 217 kg/ha, en las etapas vegetativa, vegetativa e inicio de floración, y floración e inicio de fructificación, respectivamente), la concentración de los pecíolos fue de 2,90%; pero cuando las cantidades aplicadas fueron altas (10, 390 y 760 kg de K/ha, en cada una de las etapas correspondientes), la concentración de K en los pecíolos se elevó a 4,21%.

Awada (9) en 1977b hizo un trabajo en el que aplicó seis tratamientos de K (0, 21, 34, 63.40, 142.65, 285.31 y 427.97 kg/ha), cada 5 semanas durante las etapas de floración y fructificación. Indicó que los rendimientos máximos de fruta comerciable



se obtuvieron con la concentración de K en los pecíolos de 3.72%, cuando dicha concentración fue de 2.78%, se alcanzaron solamente el 95% de los rendimientos máximos referidos. Concluyó al afirmar que el nivel de 2.78% es el adecuado, y requiere la aplicación de 70.108 kg de K/ha; el tamaño de la fruta y su total de sólidos solubles también fueron altos con esta dosis de fertilizante.

De igual manera Awada y Long (12) en 1980 realizaron un estudio en el que aplicaron K como fertilizante al suelo; y concluyeron que el rendimiento máximo de fruta comerciable estuvo relacionado con las concentraciones de K en los pecíolos de 2.52%.

Pérez (27) consignó en 1982 que al aplicar 105 kg de K/ha a la variedad P.R. 6-65 cuando tenía 10 meses de edad y estuvo sembrada a 1.8 m x 1.8 m, la concentración de K en los pecíolos fue de 2.02%; pero cuando las cantidades del elemento aplicado fueron de 210 kg/ha (siendo constantes el resto de las variables), el nivel de K en los pecíolos se elevó a 2.51%. Sin embargo, cuando se hicieron las aplicaciones en plantas de 23 meses de edad, fue otra la situación ya que las concentraciones en los pecíolos disminuyeron a 1.52% y 1.26% (con las cantidades de 105 y 210 kg de K/ha aplicados, respectivamente).

## 2.7. Síntomas de deficiencia nutricional

Muñoz et al (25) en 1966, reportó un trabajo en el que es-

tudió los síntomas de deficiencia de N, P, K, Ca, Mg, S, B y Mn en Carica Candamarcensis Hook. f.

Como antecedentes, citó que la acción de los elementos minerales esenciales se ha podido determinar, en general, por estudios de los efectos visuales o anatómicos resultantes de sus deficiencias o por las variaciones en la composición química de las plantas por efecto de niveles controlados de estos elementos. Sin embargo, los síntomas característicos o los cambios químicos asociados a estas deficiencias o excesos de minerales pueden diferir de una observación a otra. De tal forma que, los síntomas visuales de deficiencias nutricionales pueden presentarse en todos los órganos de la planta (raíz, tallo, hojas, flores y frutos), y todos se pueden emplear en el método visual de diagnóstico. Entonces, sucede que si esos síntomas pueden relacionarse directamente con la falta de elementos nutritivos mediante experimentos de nutrición, la corrección de estas deficiencias en el campo se facilitaría en gran medida.

Por lo que se refiere a su estudio, en particular, el autor concluyó que la deficiencia de cada elemento produjo síntomas característicos en las plantas así tratadas, pero además, comprobó que las deficiencias de K, Mg, Ca y B produjeron lesiones necróticas en las hojas, mientras que las deficiencias de N, P, S y Mn no produjeron este tipo de lesión.

Cibes y Gaztambide (14) en 1978, realizaron un trabajo en invernadero, en donde indujeron deficiencias de macro y micro nutrientes. Encontraron que la falta de N y P redujeron en gran medda el crecimiento de las plantas, mientras que la carencia de K y Ca ocasionaron síntomas muy pronunciados en el follaje. En el caso de deficiencia de K, los síntomas de las hojas viejas fue un color amarillo verdoso con una delgada línea necrótica en el margen de algunos de los lóbulos, posteriormente estas hojas tendieron a secarse desde la punta hasta cerca de su parte media. Por lo que se refiere a la deficiencia de Ca, las hojas presentan un color verde-oliva claro con manchas amarillas dispersas alrededor del limbo; además se desarrollaron menos lóbulos, en comparación con el tratamiento completo.

Entre los microelementos estudiados, se observó que la carencia de B causó la mayor reducción en el crecimiento de los tallos y raíces; además ocasionó síntomas que se asemejaban mucho a los que caracterizan la enfermedad conocida como "bunchy top" (arrepollado del cogollo), a excepción de que el flujo de látex en este caso no se interrumpió, como sucede en las plantas afectadas por la enfermedad.

Además, las plantas carentes de K, S, Mg y Mn, y los testigos (fueron el tratamiento completo) florecieron, pero solamente las tratadas sin K y Mn amarraron frutas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización geográfica del experimento

El presente trabajo se estableció en el ejido Chalcomulco localizado en el municipio de Soconusco, Veracruz; la ubicación geográfica corresponde a los 17°58' latitud norte y 94°47' longitud oeste del meridiano de Greenwich; la altitud sobre el nivel del mar es de 158 m, sus límites políticos son: al norte con San Pedro Soteapan, al sur con Texistepec y Oluta, al este con Oteapan y Chinameca y al oeste con Acayucan; todos municipios de Veracruz.

#### 3.2. Condiciones edafo-climáticas de la región

##### 3.2.1. Clima

Según la modificación realizada por Enriqueta García (17) a la clasificación de Köppen en 1981, el clima es del tipo cálido-subhúmedo  $Aw_2$  con temperatura media anual mayor de 22°C; en el mes más frío (enero) las temperaturas son mayores de 18°C; es el más húmedo de los cálidos-subhúmedos con régimen de lluvia en verano y precipitaciones invernales entre 5 y 10,2%. La relación precipitación/temperatura es mayor de 55.3; tiene presencia de canícula, y la temperatura media mensual más alta (28°C) se re-

gistra en el mes de mayo.

La precipitación media anual fluctúa entre 1 650 y 2 500 mm con lluvias todo el año, asentuándose en los meses de junio a octubre. Los meses menos lluviosos van de febrero a mayo, con precipitaciones medias mensuales menores de 40 mm; los más lluviosos son julio, agosto, septiembre y octubre con precipitaciones medias mensuales entre 250 a 350 mm. Las isoyetas son de 2 000 a 2 500 mm (Cuadro 8).

### 3.2.2. Suelo

La unidad de suelo predominante en la región, según la FAO/UNESCO, son los luvisoles, se presentan en zonas ligeramente onduladas, con pendientes de 3 a 9%. Estos suelos son profundos, de textura media, color rojo, pH ligeramente ácido y pobres en materia orgánica. El subsuelo se encuentra enriquecido de arcilla y compuestos de fierro y aluminio. Son susceptibles a la erosión hídrica, por lo que requieren de prácticas de conservación.

El suelo donde se realizó el experimento es de color café amarillento en seco y café amarillento oscuro en húmedo con pH fuertemente ácido, pobre en materia orgánica, N y P y extremadamente pobre en K; con textura migajón arenosa ( Cuadro 9).

En la Unidad de Suelos del Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro se hizo el análisis físico-químico de las -

muestras de suelo, para lo cual utilizaron procedimientos recopilados de diversas fuentes de literatura. Las determinaciones realizadas fueron las siguientes:

Color. Mediante las cartas Munsell se determinó el color y matiz de la muestra de suelo tanto en seco como en húmedo.

Reacción (pH). Se hizo en una relación suelo: agua (1:1); midiéndose el pH de la solución con un potenciómetro.

Textura. Se empleó el método de Bouyoucus. Ver el Apéndice A.

Materia orgánica (%). Se utilizó el método Walkley-Black. Ver el Apéndice B.

Nitrógeno Total (%). Se determinó por el método Kjeldahl. Ver el Apéndice C.

Fósforo aprovechable (ppm). Se cuantificó mediante el método Bray P-1. Ver Apéndice D.

Potasio aprovechable (ppm). Fue determinado por el método de Absorción Atómica, Ver Apéndice E.

### 3.3. Material vegetativo

Se trabajó con plantas criollas tipo "mamey" o "zapota", por ser las que se cultivan en la región papayera bajo estudio.

### 3.4. Descripción del experimento

#### 3.4.1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño bloques al azar con 6 repeticiones y 16 tratamientos; la parcela total y útil constó de seis plantas, distanciadadas entre sí 2.6 m y entre hileras 3 m. Se dejó una hilera de plantas de bordo en el perímetro y entre repeticiones, lograndose una población de 1 254 plantas/ha (Figura 1 del apéndice).

Las dimensiones del experimento fueron :

|                   |                  |                        |
|-------------------|------------------|------------------------|
| Experimento total | 109.2 m x 51 m = | 5 569.2 m <sup>2</sup> |
| Bloque            | 18.2 m x 51 m =  | 928.2 m <sup>2</sup>   |
| Parcela útil      | 15.2 m x 3 m =   | 46.8 m <sup>2</sup>    |

#### 3.4.2. Tratamientos

Se utilizó la matriz San Cristobal ortogonalizada ( $\alpha = 1.4$ ), con tres factores y cuatro niveles, para la selección de los tratamientos.

Los factores y niveles probados fueron:

| <u>Factores</u> | <u>Niveles (kg/ha)</u> |
|-----------------|------------------------|
| N               | 0, 75, 150 y 180       |
| P               | 0, 40, 80 y 96         |
| K               | 0, 40, 80 y 96         |

Tomando los factores y niveles anteriores, y utilizando la matriz San Cristobal ortogonalizada, se determinó la aplicación de los siguientes tratamientos:

| <u>No.</u> | <u>N - P - K (kg/ha)</u> | <u>No.</u> | <u>N - P - K (kg/ha)</u>   |
|------------|--------------------------|------------|----------------------------|
| 1.         | 0 - 0 - 0                | 9.         | 75 - 40 - 40               |
| 2.         | 150 - 0 - 0              | 10.        | 0 - 40 - 40                |
| 3.         | 0 - 80 - 0               | 11.        | 180 - 40 - 40              |
| 4.         | 150 - 80 - 0             | 12.        | 75 - 0 - 40                |
| 5.         | 0 - 0 - 80               | 13.        | 75 - 96 - 40               |
| 6.         | 150 - 0 - 80             | 14.        | 75 - 40 - 0                |
| 7.         | 0 - 80 - 80              | 15.        | 75 - 40 - 96               |
| 8.         | 150 - 80 - 80            | 16.        | 150 - 120 - 80 (Adicional) |

Las fuentes de fertilizante fueron:

Sulfato de amonio (20.5% de N)

Superfosfato simple de calcio (20% de  $P_2O_5$ )

Cloruro de potasio (60% de  $K_2O$ )

### 3.5. Desarrollo del experimento

El trabajo se inició con la preparación del terreno; dándose



un paso de arado, dos de rastra en forma cruzada, trazo de la huerta y apertura de las cepas. El trasplante se hizo el 3 de agosto de 1982.

La aplicación de los tratamientos se dividió en dos partes: la primera al momento del trasplante, colocando la mitad de N, P y K en el fondo de la cepa, cubriéndose con una cepa delgada de tierra para evitar su contacto con las raíces de las plantas; la segunda aplicación se realizó después del desmache (Septiembre - 27 de 1982), depositándose el fertilizante con espeque en dos puntos opuestos, a 20 cm de la planta.

Labores de cultivo. Se hicieron un total de seis limpiezas de malezas con azadones y machetes, aproximadamente cada 50 días. - Al inicio de la floración se practicó el arrale o desmache (consiste en dejar una sola planta por cepa) procurando dejar sola . mente plantas femeninas y hermafroditas dentro de la parcela - útil; simultáneamente se practicó el deschupone (eliminación de brotes vegetativos) a las plantas seleccionadas (Cuadro 4).

Plagas. Las principales plagas que se encontraron en el cultivo fueron la araña roja (Tetranychus cinnabarinus Boisd.), los pulgones (Myzus persicae Sulzer; Rhopalosiphum maidis Fitch; Aphis gossypii Glover y Aphis spp.) y la mosca de la papaya (Toxotrypana curvicauda Gerstaecker), las cuales fueron controladas con seis aplicaciones de malatión 1 000 E y seis de metasystox (en forma alternada cada 15 días), a partir de la época de floración. Además

se hicieron dos aplicaciones de clordano 10% alrededor de los hormigueros (Cuadro 5).

Enfermedades. Los daños por enfermedades causaron mermas en la producción al afectar a frutas y plantas dentro de las parcelas útiles. Los daños característicos fueron manchas en las hojas causadas por: Oidium sp, Asperisporium sp, Didimella sp, Colletotrichum gloeosporioides, Corynespora sp, y un ascomyceto no identificado; en frutos; Brotriyodiplodia sp, Asperisporium sp, Fusarium sp, y Colletotrichum gloeosporioides; y en tallos Brotriyodiplodia sp. Para su control se hicieron cuatro aplicaciones alternadas con cupravit, promyl y Agri-mycin 500 (cada 15 días), mezclándose con insecticidas, a partir de la época de floración (Cuadro 6).

Cosecha. Se dieron un total de 16 cortes al cultivo en períodos semanales a partir del 27 de abril al 25 de agosto de 1983. Las frutas se colectaban una vez que presentaban en su parte apical las cinco vetas características de color amarillo-rojizo.

### 3.6. Datos agronómicos considerados

Durante el período en que el experimento permaneció en el campo, se midieron las siguientes variables:

- a) Rendimiento de fruta (kg/planta). Se dieron cortes cada semana, anotando el número de frutas y peso de cada una

Cuadro 4. Fechas de las actividades que fueron realizadas en el transcurso del experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| A C T I V I D A D  | F E C H A   |
|--|---|
| Aradura.   | 2 de junio de 1982                                |
| Rastreos.  | 3 de junio.                                       |
| Trazo de la huerta y apertura de cepas.                        | 27 y 28 de julio.                                 |
| Primera aplicación de los tratamientos y trasplante.           | 3 de agosto.                                      |
| Segunda aplicación de los tratamientos, desmache y deschupone. | 27 de septiembre.                                 |
| Control de malezas.  | Septiembre de 1982 a julio de 1983, cada 50 días. |
| Cosecha  | 27 de abril al 25 de agosto de 1983, cada semana. |

Cuadro 5. Productos químicos y dosis utilizadas para el control de plagas presentadas en el experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| PLAGAS PRESENTES   | PRODUCTO QUIMICO | DOSIS/LT DE AGUA (ml) |
|--------------------|------------------|-----------------------|
| Araña roja         | Metasystox       | 1.5                   |
| pulgones           | Metasystox       | 1.5                   |
| Mosca de la papaya | Malatión 1 000 E | 2.0                   |
| Hormigas           | Clordano 10%     | 20.0 g/ hormiguero    |

Cuadro 6. Productos químicos y dosis utilizadas para el control de las enfermedades presentadas en el experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| PRODUCTO QUIMICO | DOSIS/LT DE AGUA (g) |
|------------------|----------------------|
| Cupravit         | 4.0                  |
| Promyl o benlate | 0.8                  |
| Agri-mycin 500   | 6.0                  |

por planta, en cada parcela.

- b) Altura de planta y diámetro del tallo (cm). Estos parámetros se midieron en dos ocasiones; la primera al momento de la floración, antes de la segunda aplicación de los tratamientos, y la segunda anotación se hizo 6 semanas después de la última aplicación del fertilizante. El diámetro del tallo se midió a 15 cm del suelo, y la altura de la planta fue desde el suelo hasta su parte mas alta.
- c) Sexo de la planta. Se cuantificó (%) al momento de la floración; ya que es cuando se aprecia con base al tipo de flor, la diferencia entre plantas; contándose el número de plantas hermafroditas hembras y machos por parcela (Cuadro 10).
- d) Análisis foliares. Se colectaron pecíolos recientemente maduros, tal como lo describieron Awada y Long en 1969. Se hicieron dos muestreos :
1. a los 40 días de la primera fertilización.
  2. a los 72 días de la segunda fertilización, cuando los frutos estaban en desarrollo.
- Se muestrearon tres repeticiones y tres matas por parcela escogidas al azar. En ambos muestreos se tomaron pecíolos de cada una de las tres matas seleccionadas; quedando cada muestra de la siguiente forma:

| PRIMER MUESTREO         | SEGUNDO MUESTREO       |
|-------------------------|------------------------|
| 3 pecíolos/mata         | 1 pecíolo/planta/mata  |
| 9 pecíolos/parcela      | 3 pecíolos/parcela     |
| 27 pecíolos/tratamiento | 9 pecíolos/tratamiento |

Una vez colectados los pecíolos, se enviaron a la Unidad de Suelos del Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro, donde se obtuvieron los siguientes datos:

- a) Humedad
- b) Materia Seca
- c) Contenido de N, P y K.

Para hacer la determinación de N, P y K de las muestras de pecíolos se utilizó la técnica de acenización seca, la cual se describe en el Apéndice F.

Los procedimientos mediante los cuales se hicieron dichas determinaciones se basan a la revisión de literatura referente al tema.

Nitrógeno foliar (%), Se utilizó el método Kjeldahl. Ver Apéndice G.

Fósforo foliar (%). Se determinó con el espectrofotómetro.

Ver Apéndice H.

Potasio foliar (%). Se cuantificó por el método de absorción atómica. Ver Apéndice I.

En el Cuadro 7 se muestra la fecha en que fueron tomados los datos agronómicos.

### 3.7. Análisis e interpretación de la información.

Antes de utilizar el diseño de tratamientos San Cristobal Ortogonalizado, los resultados se analizaron en base al modelo estadístico de bloques al azar, con el objetivo de verificar la significancia de los tratamientos, y de este modo considerar si procedía emplear el análisis de varianza combinado San Cristobal; el cual se utiliza si se encuentran diferencias entre tratamientos. El modelo de bloques al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

en donde :

$$i = 1, 2, 3, \dots, 16$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ y } 6$$

M = Media general

T<sub>i</sub> = Efecto del i-ésimo tratamiento,

B<sub>j</sub> = Efecto del j-ésimo bloque,

E<sub>ij</sub> = Error experimental del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque, y

Y<sub>ij</sub> = Valor de la variable de respuesta correspondiente al i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

Cuadro 7. Datos agronómicos, fechas de muestreo y etapa fenológica del cultivo al momento de hacer el registro en el experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| DATOS AGRONOMICOS                         | F E C H A                                      | ETAPA FENOLOGICA                   |
|---|--|------------------------------------|
| Analisis foliares                         | 1°) Septiembre 14 de 1982.<br>2°) Diciembre 8. | Desarrollo vegetativo<br>Floración |
| Altura de planta y<br>diámetro del tallo. | 1°) Septiembre 22<br>2°) Noviembre 5.          | Inicio de floración                |
| Rendimiento                               | De abril 27 hasta agosto<br>25 de 1983.        | Fase productiva.                   |



Donde  $E_{ij} \sim NI(0, \sigma^2)$ . Lo cual significa que el error experimental se distribuye normalmente y en forma independiente, con media 0 y varianza  $\sigma^2$ .

Hipótesis estadística:

$$H_0: M_1 = M_2 = \dots = M_{16}$$

vs

$H_a$ : Al menos una  $M_i$  es diferente.

donde:

$H_0$  = hipótesis nula

$H_a$  = hipótesis alternativa

Análisis de varianza. Se efectuaron ANVAS para cada una de las variables estudiadas, utilizando para ello el modelo estadístico descrito con anterioridad. En todos los casos se utilizó la siguiente notación para indicar la significancia:

\* Diferencia significativa ( $P = 0.05$ ).

\*\* Diferencia altamente significativa ( $P = 0.01$ ).

NS Diferencia no significativa.

Comparación de medias. Se compararon todas las variables a través de la prueba de rangos múltiples de medias de Tukey ( $P = 0.05$ ) y ( $P = 0.01$ ), con el objeto de conocer los diferentes grupos estadísticos para los tratamientos evaluados.

Se optó por utilizar Tukey debido a que es una prueba más estricta (que Duncan, por ejemplo), y con ello se evita cometer el

Error tipo I: rechazar  $H_0$  cuando esta es cierta.

Análisis por correlación. Se realizaron correlaciones para todas las variables observadas; anotándose, en su caso, la significancia estadística de los coeficientes así determinados.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Rendimiento de fruta

En el Cuadro 11 se resumen los análisis de varianza (los valores anotados en las casillas son los Cuadrados Medios) del total de las variables observadas; como se aprecia, no hubo diferencias significativas para rendimiento de fruta. De igual forma en el Cuadro 13 se presentan las medias para cada tratamiento; nótese que la diferencia del tratamiento 14 menos el 1 (testigo) fue de 9 ton/ha, lo cual representa el 53% del rendimiento de 16.9 ton/ha.

El no encontrar diferencias entre tratamientos para rendimiento, se debió probablemente a las características físico-químicas de los suelos; los cuales presentan una textura migajón arenosa y un pH fuertemente ácido (5.5), lo cual favorece al lixiviado de suelo y nutrientes al presentarse las altas precipitaciones características de la región (Cuadros 8 y 9). Y si tomamos en consideración el hecho de que en el experimento se tuvo un 63% de plantas hermafroditas (Cuadro 10), las cuales fueron muy inestables en su producción, presentando esterilidad según las condiciones ambientales prevalecientes; se considera que en la respuesta del rendimiento hubo un enmascaramiento debido a la expresión sexual y su relación con el medio ambiente, tal como lo citara

Mosqueda (22) en 1970.

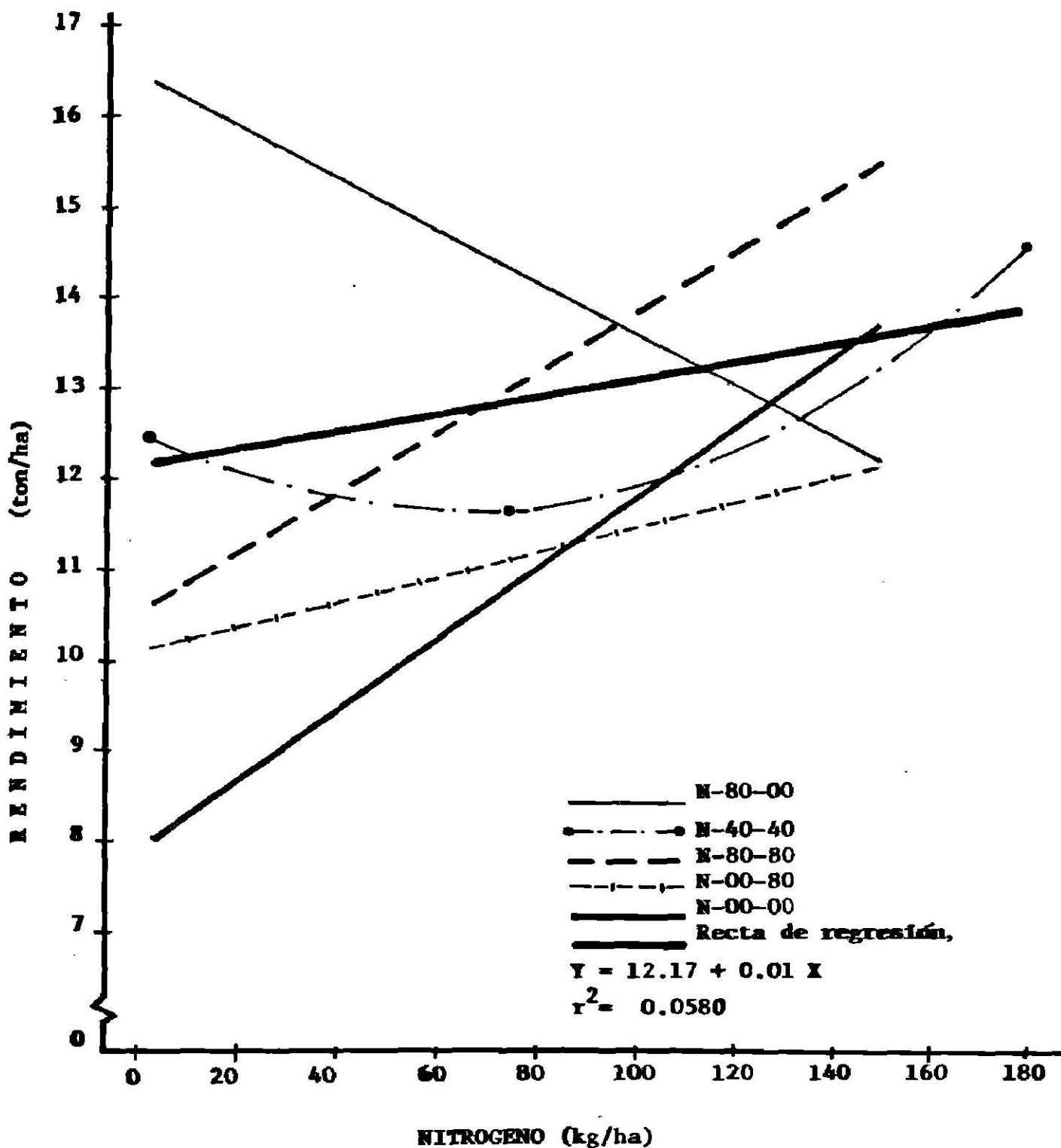
Debido a que la conclusión estadística con un nivel de significancia de 0.05 fue aceptar  $H_0: M_1 = M_2 = \dots = M_{16}$ , no procedió el análisis de varianza combinado o matriz San Cristobal.

En las figuras 1, 2 y 3 se muestra la influencia que tuvo la aplicación de N, P y K sobre el rendimiento. Además se puede observar en estas gráficas el comportamiento de la recta de regresión en forma general. Así, tenemos que a medida que el N y el P aplicados como fertilizante aumentaron, el rendimiento se incrementó; caso contrario ocurrió con el K. Esta situación se debe a las condiciones de suelo y clima citadas anteriormente.

#### 4.2. Número de frutos cosechados por planta

El análisis de varianza presentó diferencias significativas entre tratamientos con un nivel de probabilidad de 0.05 (Cuadro 11); sin embargo la prueba de medias de Tukey (Cuadro 13) no encontró diferencias significativas al 0,05 de probabilidad. Esto indica que las diferencias señaladas en el análisis de varianza no fueron lo suficientemente grandes como para que esta prueba las detectara.

Sin embargo, la conclusión estadística es rechazar:  $H_0:$   
 $M_1 = M_2 = \dots = M_{16}$  y aceptar  $H_a:$  por lo menos una  $M_i$  es dife-



**FIGURA 1.** Respuesta del rendimiento de fruta al nitrógeno aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.) Soconusco, Ver, CAEPAP. 1982-83.

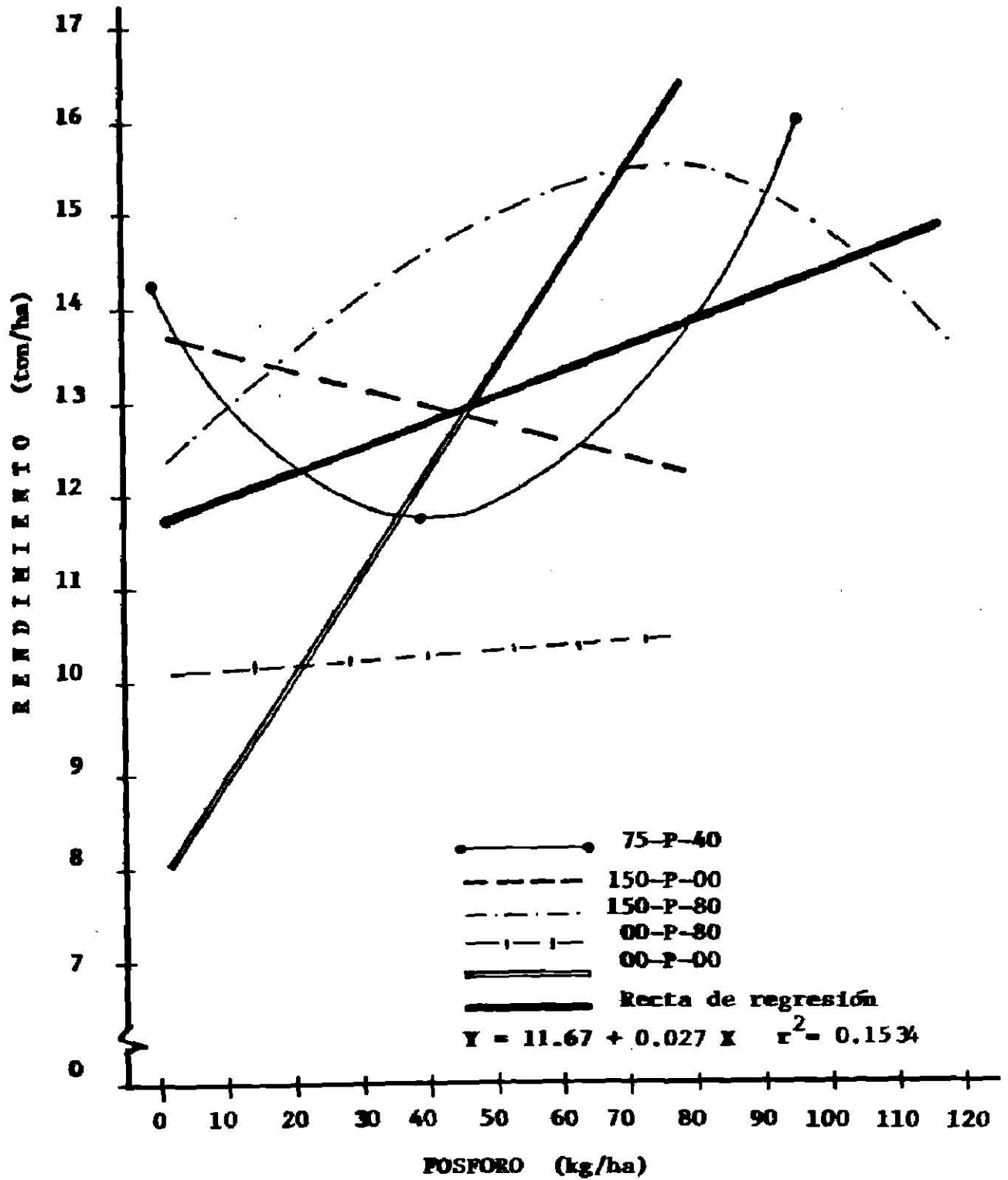


Figura 2. Respuesta del rendimiento de fruta al fósforo aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.), Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

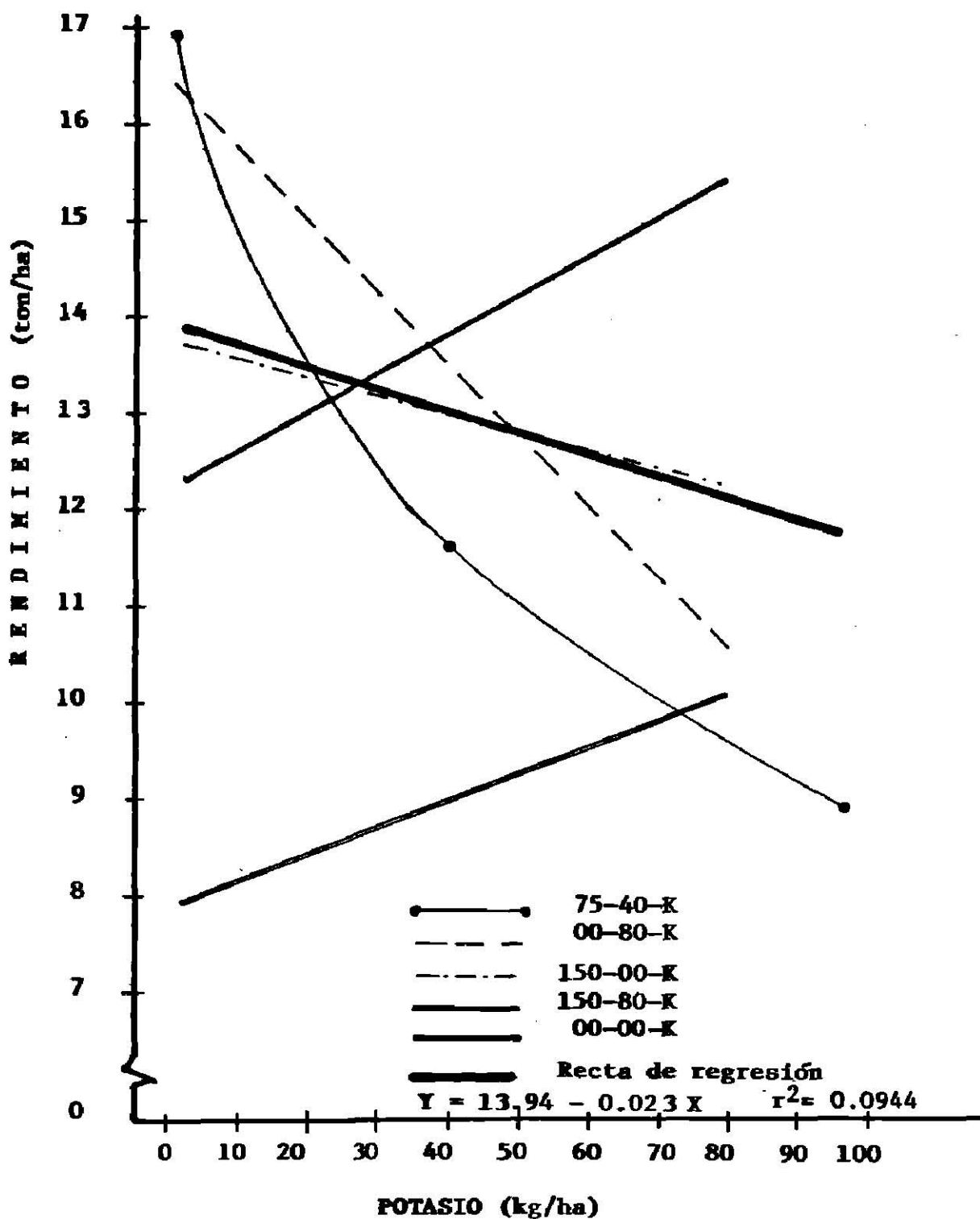


Figura 3. Respuesta del rendimiento de fruta al potasio aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP, 1982-83.

rente, ya que  $F_c > F_t$  ( $P = 0.05$ ).

No obstante, estos resultados se deben tomar con cautela, ya que si se decide dar por cierto lo que indica el ANVA, se corre el riesgo de cometer el error tipo I que es rechazar  $H_0$  cuando esta es cierta; ya que la prueba de medias de Tukey así lo indica al presentar igualdad estadística.

#### 4.3. Peso medio del fruto

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos según el análisis de varianza (Cuadro 11) entonces la conclusión estadística es aceptar  $H_0: M_1 = M_2 = \dots = M_{16}$ . En el Cuadro 13 se enlistan las medias de los tratamientos, donde se puede observar que todos ellos forman un solo grupo estadístico.

Debido a que el número de frutos por planta y peso medio del fruto están altamente correlacionados con el rendimiento, en el cual no hubo diferencias significativas, se explica el hecho de que la prueba de medias de Tukey ( $P = 0.05$ ) no detectara grupos estadísticos diferentes para estas variables.

#### 4.4. Análisis foliares

Antes de hacer los análisis de varianza correspondientes para cada uno de los factores (N, P y K), se procedió a conver-



tir todas las observaciones hechas en porcentaje a grados Bliss (en donde grados Bliss =  $\text{Arcoseno } \sqrt{\text{porcentaje}}$ ), con la finalidad de que hubiera independencia y normalidad en el error experimental, o sea:  $E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ , tal como se anotara para el modelo estadístico de bloques al azar utilizado en el presente trabajo (Cuadro 11). Para elaborar las comparaciones múltiples de medias (Cuadro 14), y las gráficas de respuesta, de regresión y de barras, se utilizaron los valores de porcentaje tal cual.

Se observó que al utilizar los valores convertidos a grados Bliss, se logró disminuir el coeficiente de variación (C.V.) hasta un 55%, en comparación con los obtenidos al realizar los análisis de varianza con los datos en porcentaje, para cada uno de los factores estudiados (Cuadro 12). Esto nos indica que los resultados obtenidos con los valores transformados son más confiables debido a su menor C.V.

Ahora bien, no hubo diferencias significativas entre tratamientos para el contenido de N, P y K en los pecíolos (Cuadro 11); las medias de los tratamientos se presentan en el Cuadro 14. Obsérvese en este cuadro que los contenidos de N y K en los pecíolos analizados, andubieron por arriba del 1.44% de N y 3.72% de K reportados por Awada y Long (12) en 1980 y Awada (9) en 1977b, respectivamente; en el caso del P, nótese que fue menor su concentración en comparación al 0.25% de P reportado por

Awada y Long (4) en 1969. Esta diferencia entre las concentraciones de N, P y K foliares encontradas en este estudio y las reportadas por la literatura, se presentaron ya que Awada y Long trabajaron con material vegetativo (variedad "Solo") y condiciones edafo-climáticas distintas a las de este trabajo; y además, porque las técnicas utilizadas en el presente estudio para el análisis en el laboratorio (Ver Determinaciones F, G, H e I en el Apéndice), difieren a las empleadas por los Investigadores anteriormente referidos.

Para el N, P y K las figuras 4, 5, 8, 9, 12 y 13 indican la respuesta de estos elementos, donde se comparó su contenido en los pecíolos contra el correspondiente aplicado; se observó que a medida que aumentó la aplicación de los fertilizantes al suelo (N, P y K), el contenido en los pecíolos mostró un comportamiento positivo.

En las figuras 6, 7, 10 y 11 se presentan las rectas de regresión resultantes al hacer las comparaciones del contenido de N y P foliares con el rendimiento; apréciase que su comportamiento fue positivo, similar a las gráficas de respuesta (Figuras 4, 5, 8 y 9). Pero cuando se hizo la relación entre el rendimiento y el K foliar (Figuras 14 y 15) la recta de regresión presentó un comportamiento negativo.

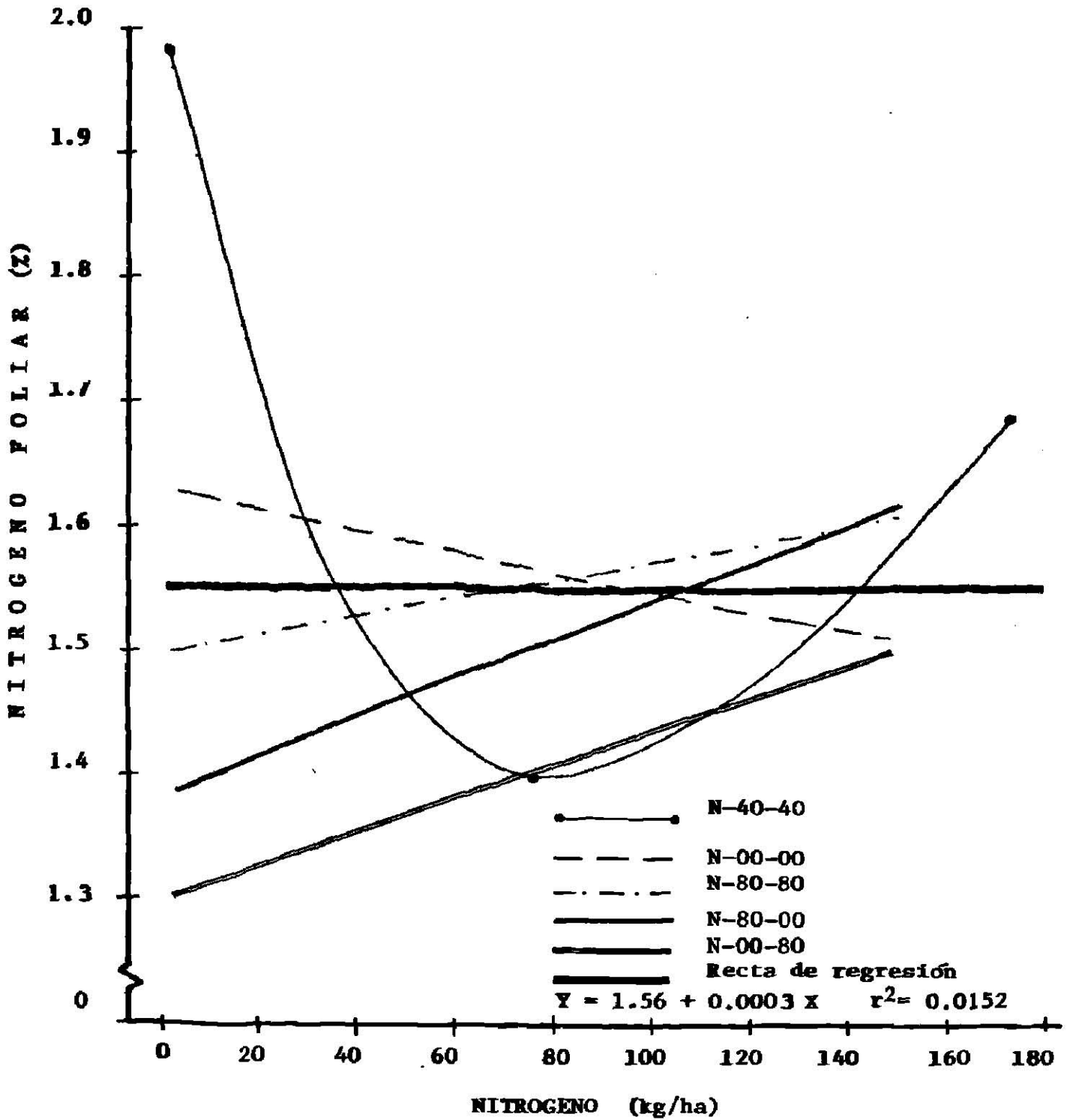


Figura 4. Respuesta del nitrógeno foliar (el 14 de septiembre de 1982) al nitrógeno aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

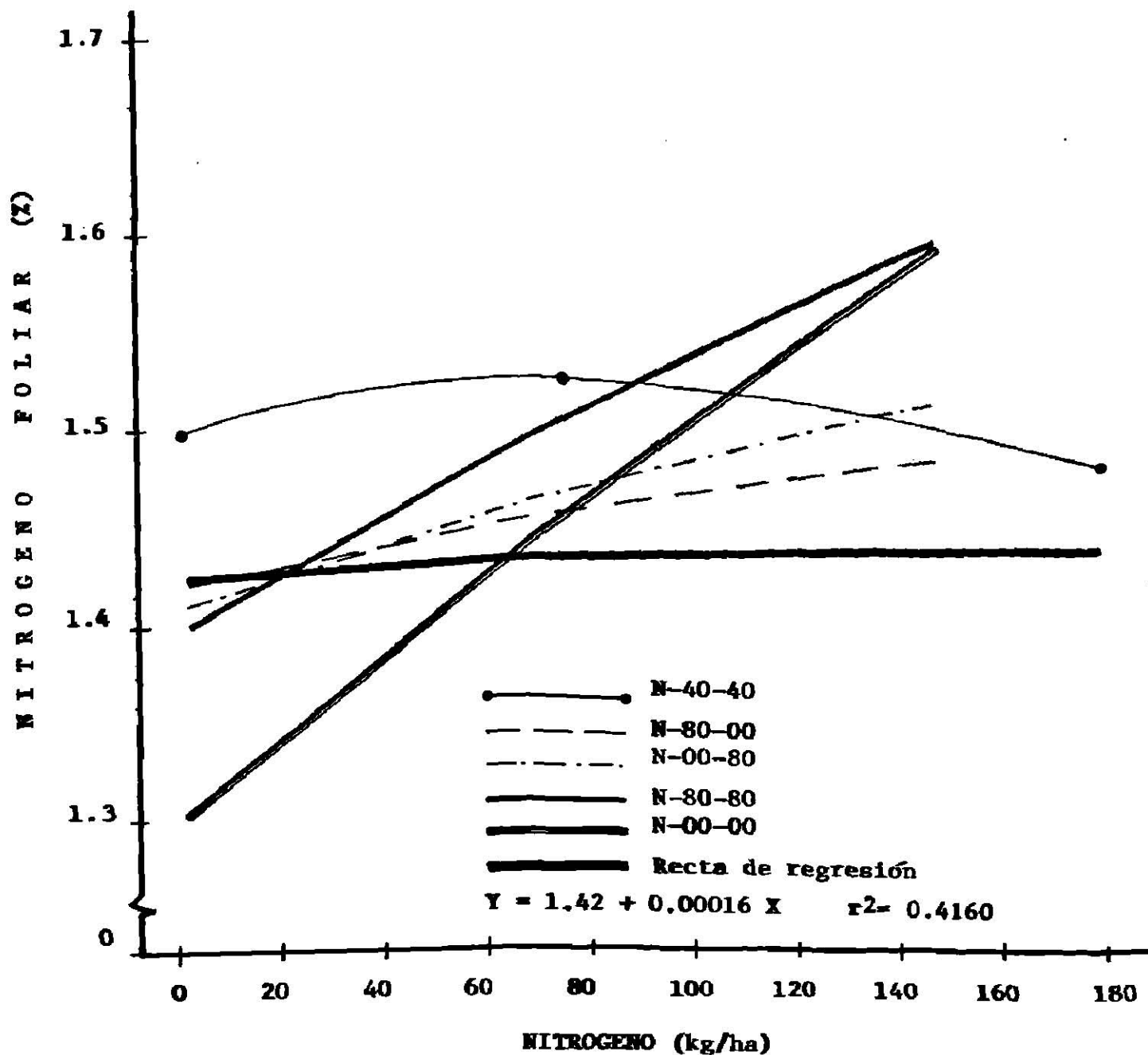


Figura 5. Respuesta del nitrógeno foliar (el 8 de diciembre de 1982) al nitrógeno aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

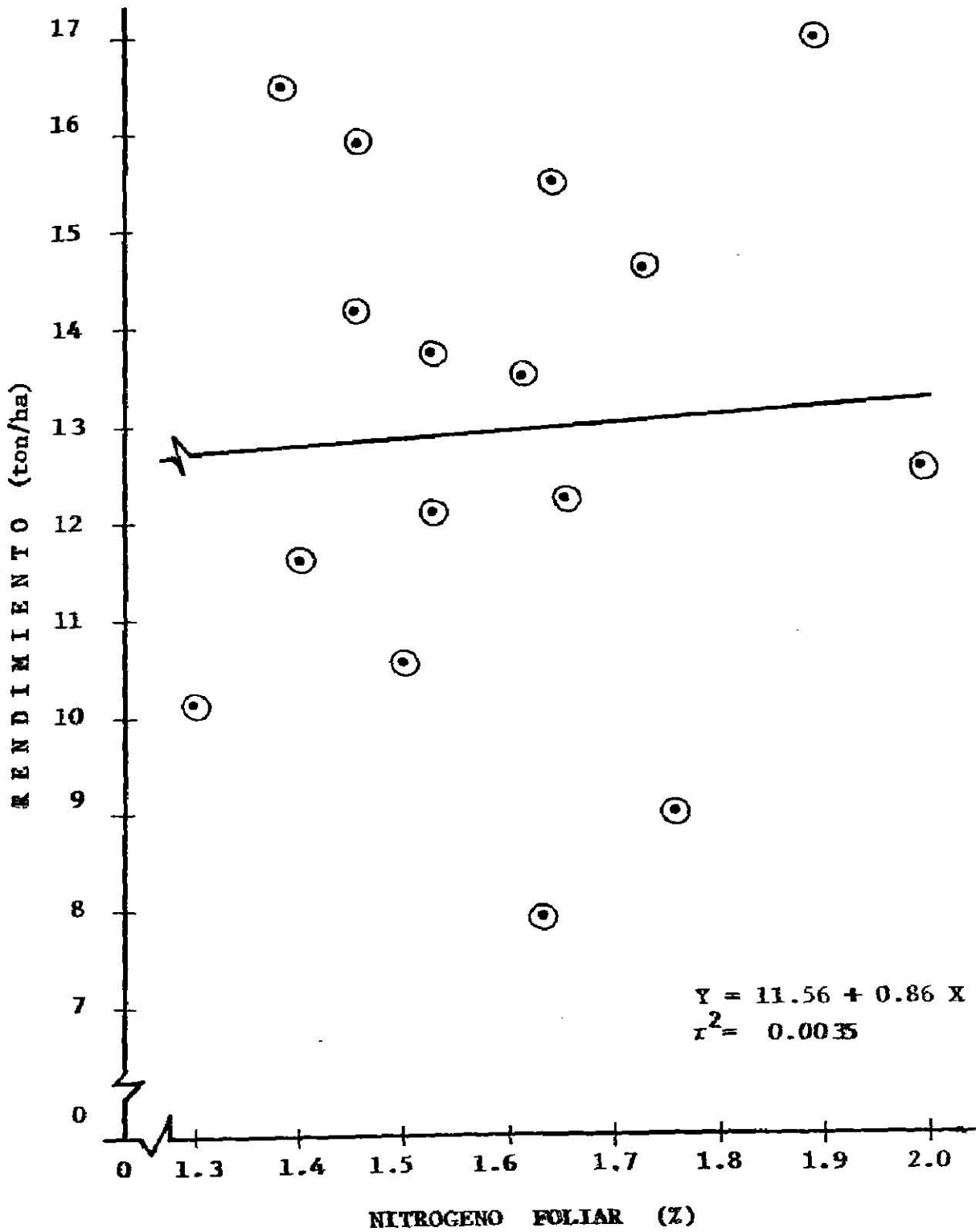


Figura 6. Regresión lineal para el nitrógeno foliar (el 14 de septiembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

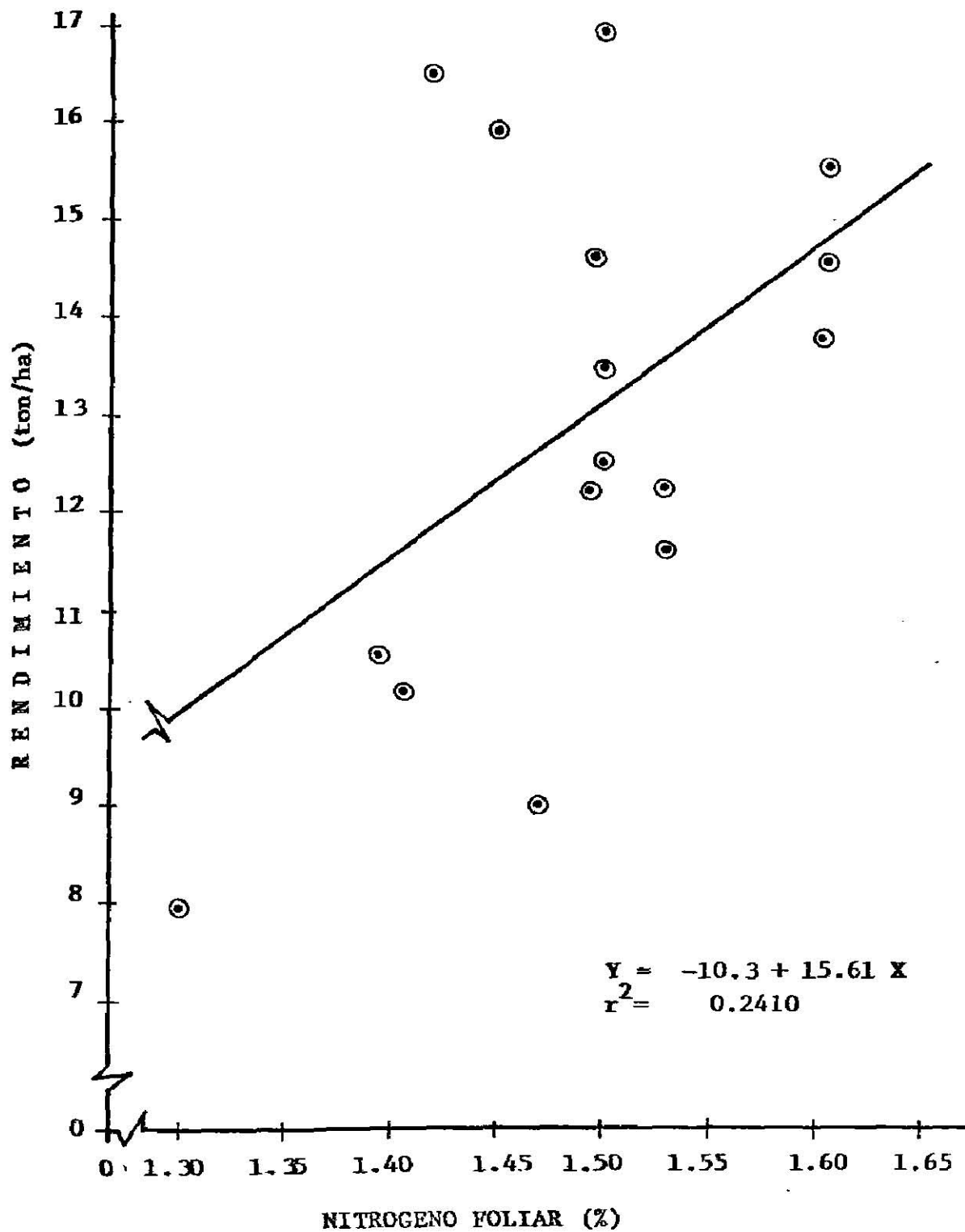


Figura 7. Regresión lineal para el nitrógeno foliar (el 8 de diciembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

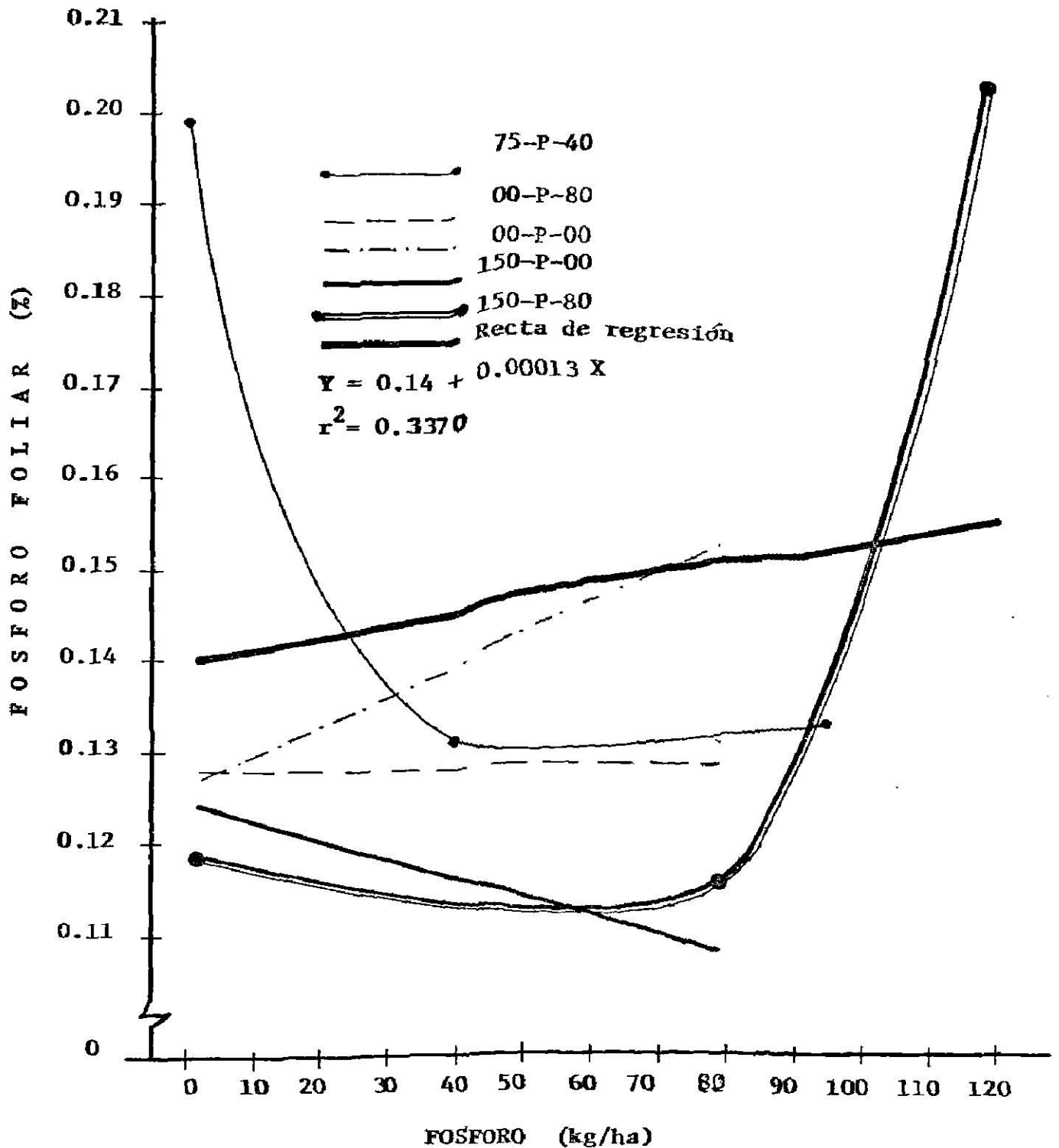


Figura 8. Respuesta del fósforo foliar (el 14 de septiembre de 1982) al fósforo aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.), Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

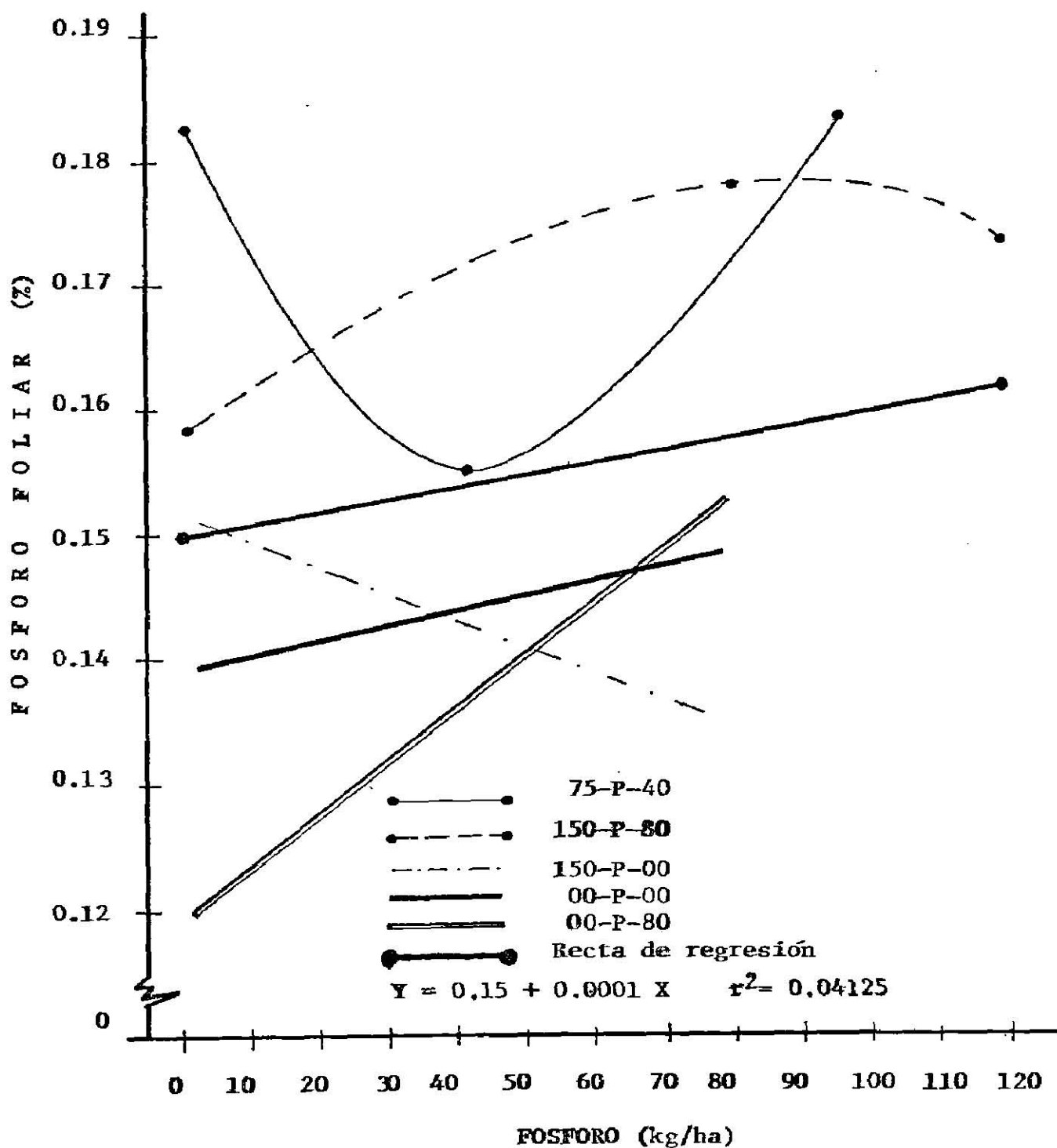


Figura 9. Respuesta del fósforo foliar (el 8 de diciembre de 1982) al fósforo aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.) Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83,



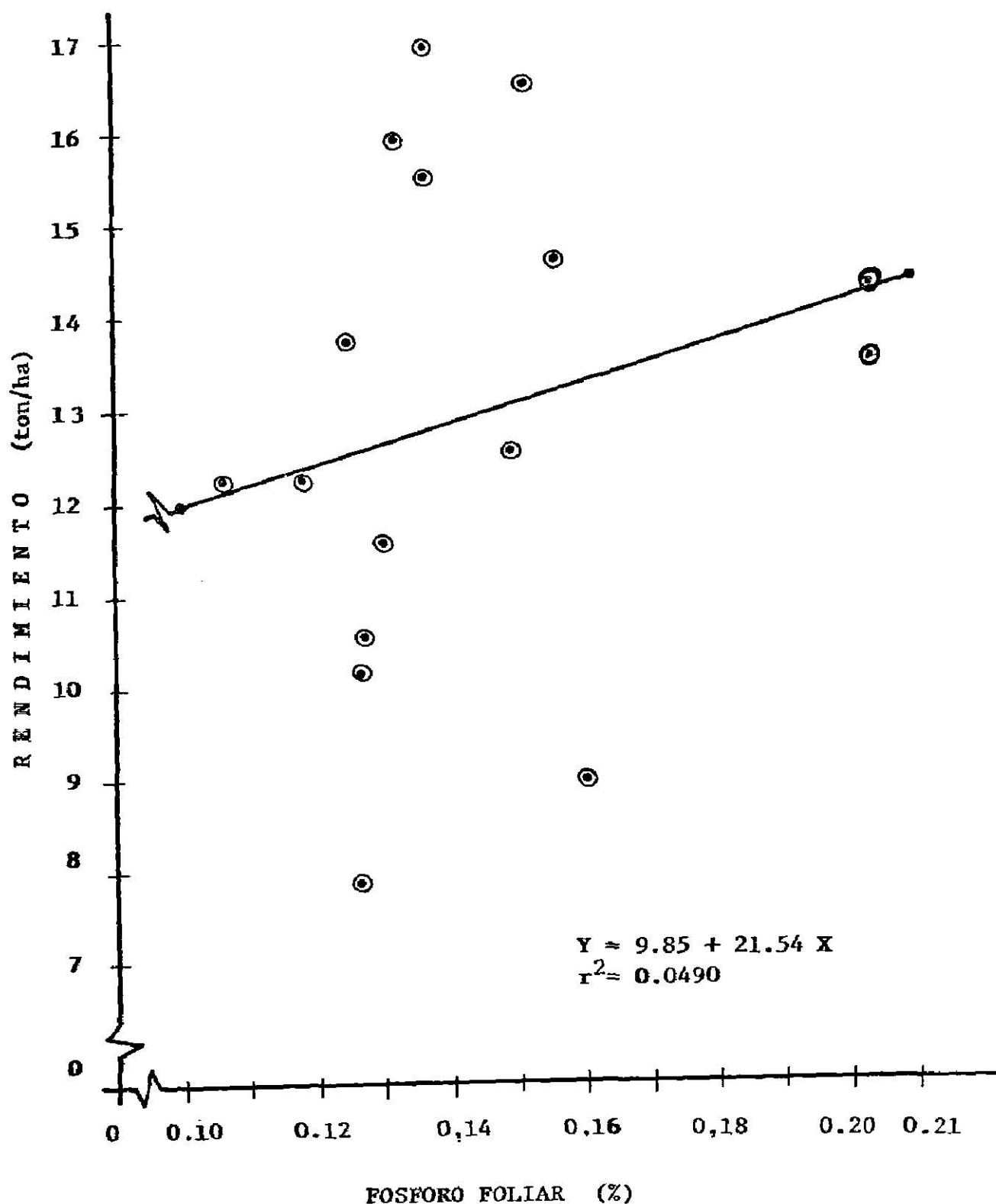


Figura 10. Regresión lineal para el fósforo foliar (el 14 de septiembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

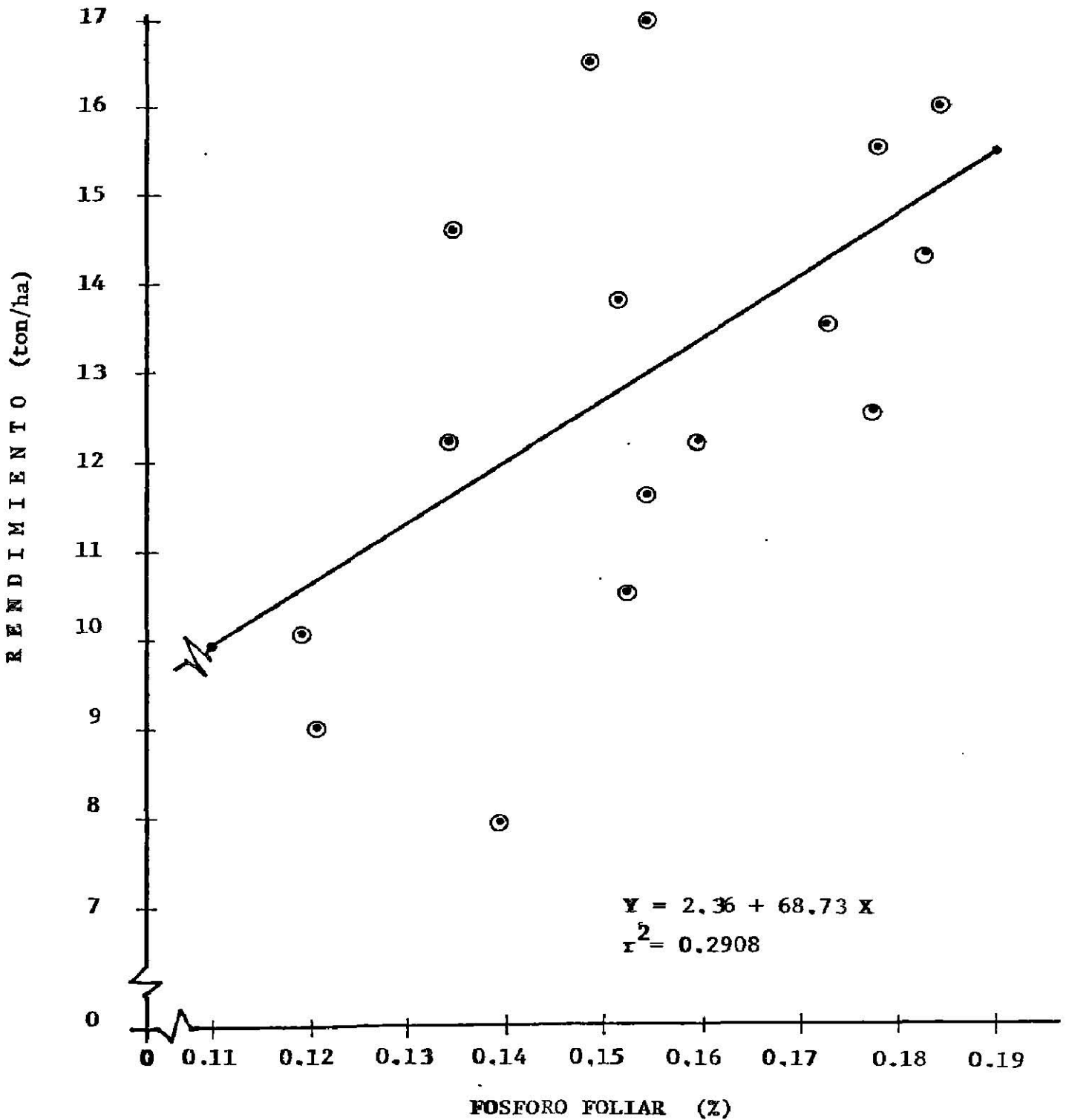


Figura 11. Regresión lineal para el fósforo foliar (el 8 de diciembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver, CAEPAP, 1982-83.

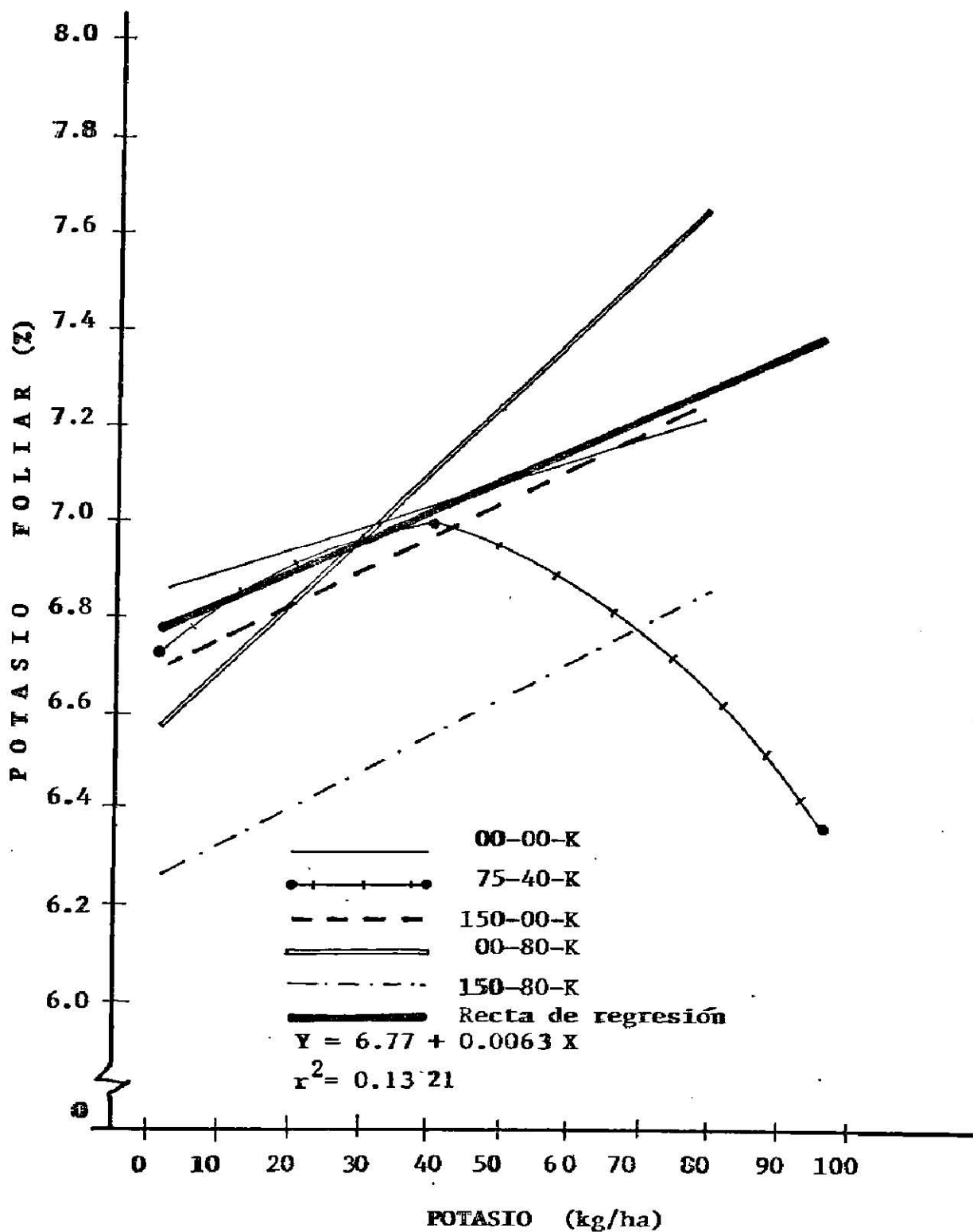


Figura 12. Respuesta del potasio foliar (el 14 de septiembre de 1982) al potasio aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

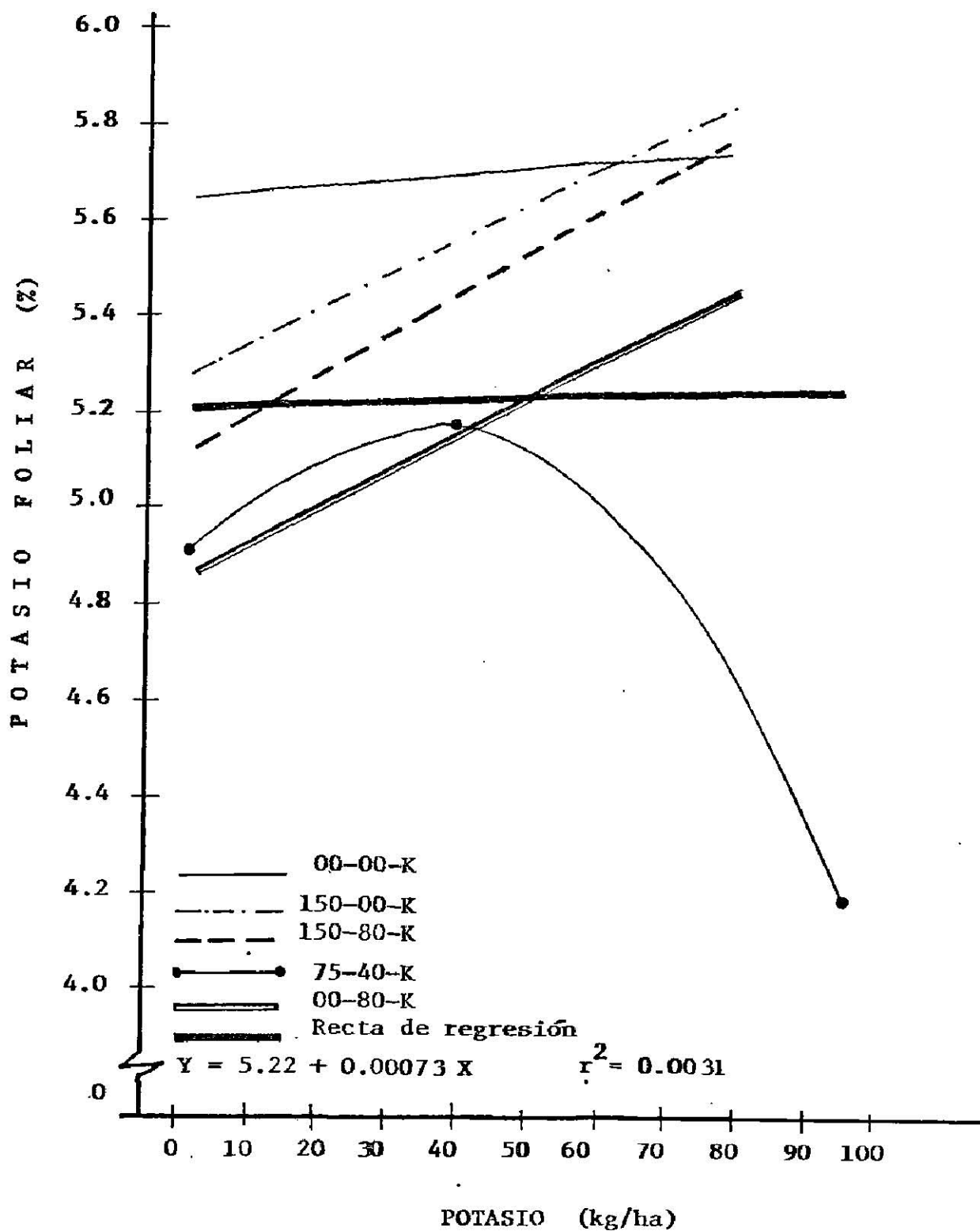


Figura 13. Respuesta del potasio foliar (el 8 de diciembre de 1982) al potasio aplicado cuando se mantienen fijos los factores restantes en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver., CAEPAP, 1982-83

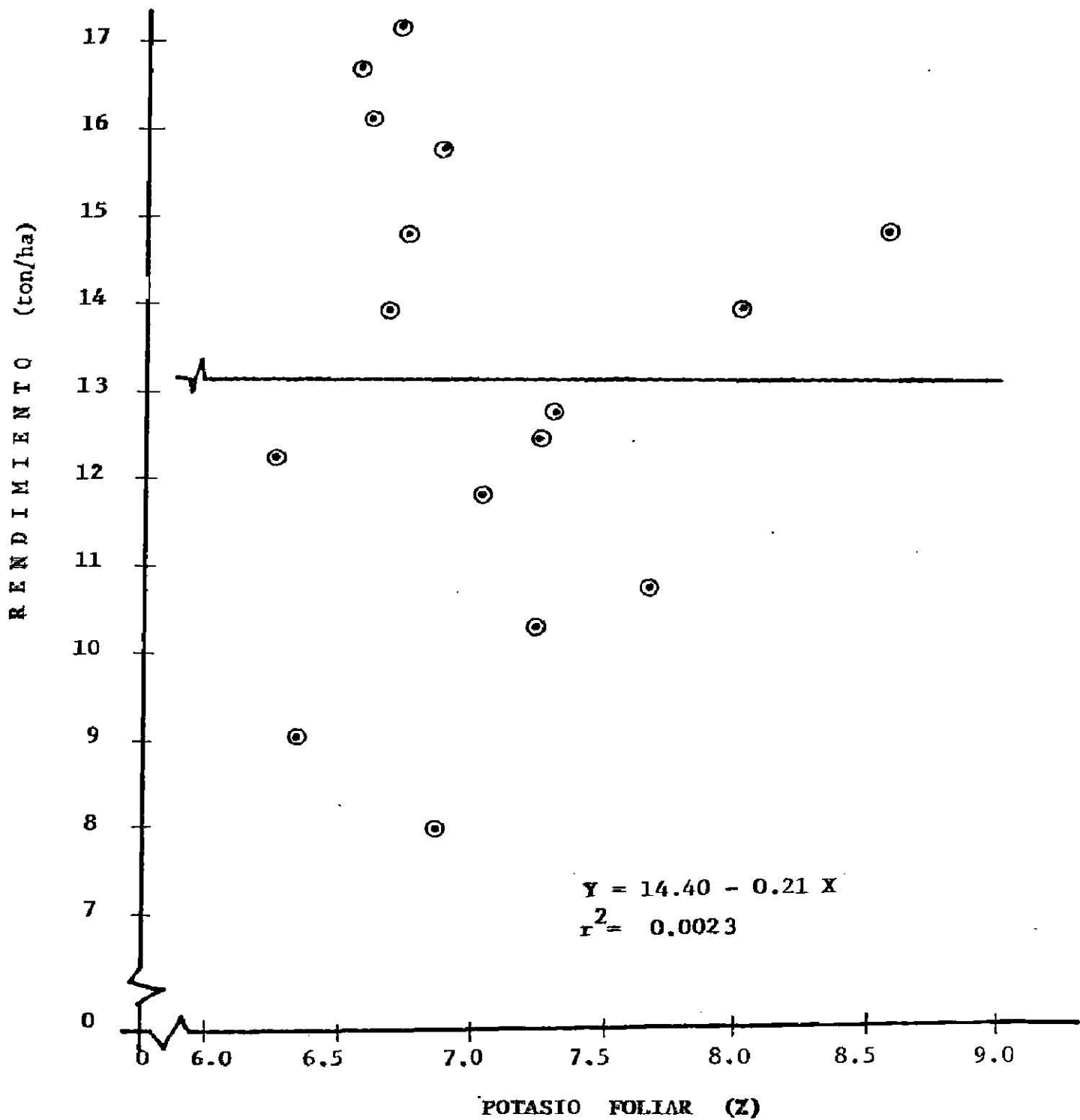


Figura 14. Regresión lineal para el potasio foliar (el 14 de septiembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver, CAEPAP. 1982-83

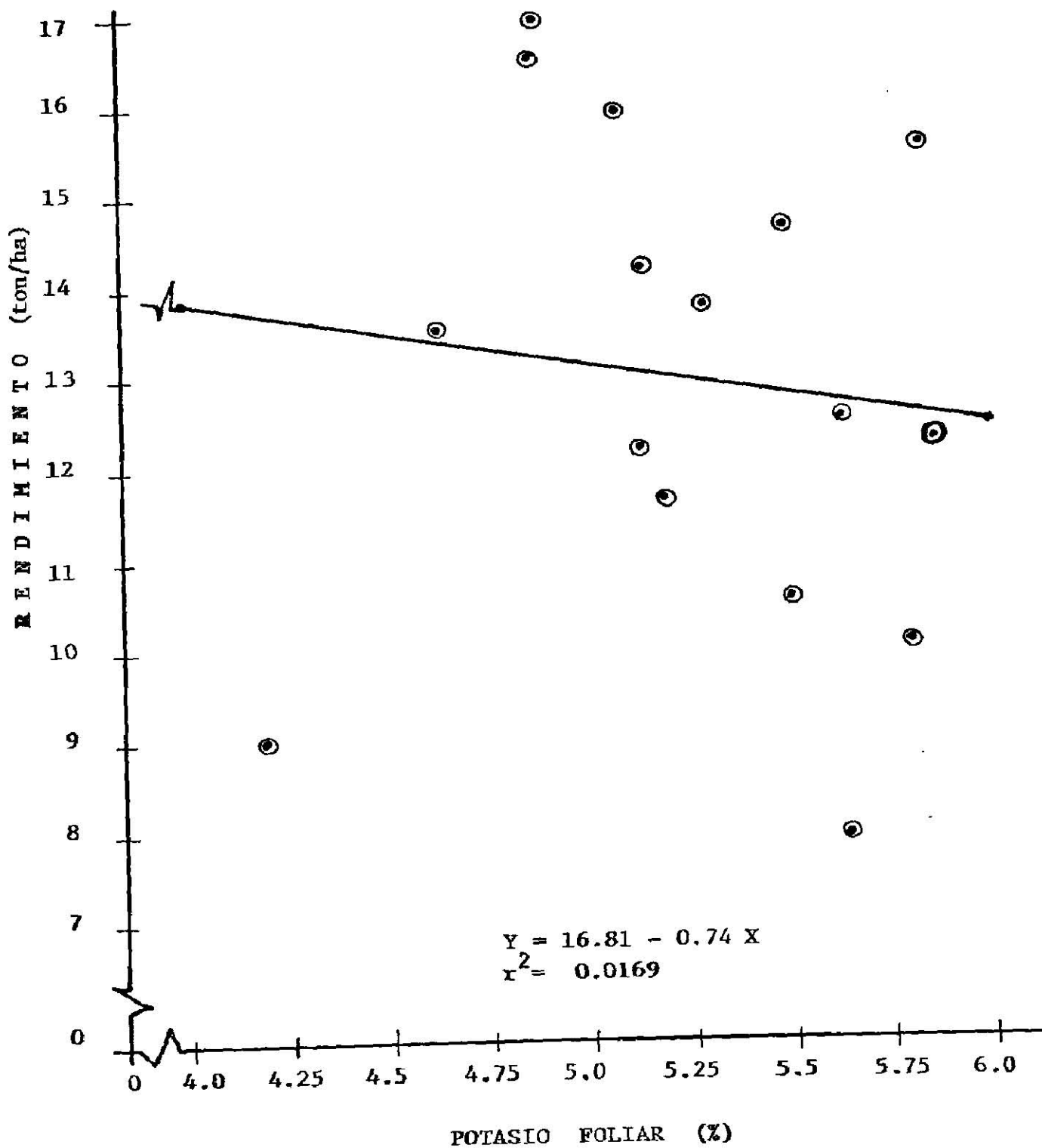


Figura 15. Regresión lineal para el potasio foliar (el 8 de diciembre de 1982) contra el rendimiento de fruta en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

#### 4.5. Altura de planta

De acuerdo con el análisis de varianza realizado (Cuadro 11) se detectaron diferencias altamente significativas ( $P = 0.01$ ) para el primer muestreo, sin embargo la prueba de Tukey consignó un solo grupo estadístico; lo cual señala que las diferencias entre tratamientos hasta el momento de la floración no fueron lo suficientemente grandes para que dicha prueba las detectara; Awada (6) en 1976, reporta resultados similares, ya que no encontró diferencias significativas para este parámetro.

En el caso del segundo muestreo (en la etapa de formación de frutos) hubo dos grupos estadísticos diferentes; de esta forma, los tratamientos 12 y 6 conformaron el grupo inferior (57.38 cm y 56.71 cm, respectivamente) y el resto del primer grupo, donde el tratamiento 3 (72.16 cm) fue el más sobresaliente (Cuadro 14). Esto se debió a que el crecimiento de las plantas se vio influenciado en gran medida con los incrementos principalmente de fósforo en la fertilización (Cuadro 15); lo que coincide con lo reportado por Awada y Long (7) en 1977, a diferencia de que aquí los crecimientos no se vieron mermados con aplicaciones altas de fósforo.

#### 4.6 Diámetro del tallo.

Para esta variable, el segundo muestreo presentó diferencias

altamente significativas ( $P = 0.01$ ) tal como se observa en el Cuadro 11. Las pruebas de Tukey ( $P = 0.01$ ) coinciden con lo anterior ya que consignó cinco grupos estadísticos diferentes; en donde los tratamientos 3, 8, 14 y 10 formaron el grupo superior, destacándose entre éstos el número 3 de igual forma que en el caso del segundo muestreo para altura de plantas (Cuadro 14).

La diferencia en el diámetro de tallo entre los tratamientos probados fue notoria al momento de la fructificación; además en el Cuadro 15 se observa que, al igual que para altura de planta, el fósforo aplicado fué el que influyó en forma marcada sobre esta variable.

Lo anterior significa que el cultivo de papayo (tipo mamey), bajo las condiciones ambientales específicas de la región donde se estableció el experimento, requiere aplicaciones altas de P para lograr un buen desarrollo vegetativo.

#### 4.7. Correlaciones.

El Cuadro 15 presenta la significancia de los coeficientes de correlación de las variables observadas durante el desarrollo del experimento, donde se aprecian las siguientes correlaciones de interés:

El rendimiento de fruta presentó correlación positiva ( $P = 0.01$ ) con el número de frutos por planta ( $r = 0.7720^{**}$ ) y con el peso



medio del fruto ( $r = 0.8080^{**}$ ); lo cual era de esperarse, ya que a medida que aumentó el peso y número de frutos el rendimiento se incrementó. Aún y cuando, en general, en el rendimiento no se detectaron diferencias significativas, existe la tendencia de esperarse una respuesta ascendente con la aplicación de N y P; pero no así con el K ya que a medida que este se incrementó, el rendimiento, los frutos por planta y el peso medio del fruto disminuyeron.

Respecto al contenido de N, P y K en los pecfolos, se observó que el P foliar del segundo muestreo tuvo correlación positiva ( $P = 0.05$ ) con el rendimiento ( $r = 0.5393^{*}$ ), lo cual indica que a medida que aumentó en contenido de P en los pecfolos en la etapa de fructificación, se logró un incremento en el rendimiento. Esto significa que se debe buscar que el P foliar rebase el 0.184% al momento de la formación del fruto (Cuadro 14), con el fin de obtener rendimientos mayores que los enlistados en el Cuadro 13.

Además se apreció que el diámetro del tallo registrado en la etapa de fructificación ( $r = 0.6452^{**}$ ) estuvo altamente correlacionado con el rendimiento; notándose, en el transcurso del experimento, que las plantas más rendidoras mostraron siempre un mayor grosor del tronco.

Si analizamos el contenido de los nutrientes en los pecfolos, encontramos que el N foliar en la etapa de fructificación se vió

altamente correlacionado con la aplicación de N ( $r = 0.6450^{**}$ ); lo cual significa que el fertilizante nitrogenado es fácilmente asimilable por las plantas de papayo; éstas presentaban un follaje de color verde más intenso (en la etapa de formación de fruto) con aplicaciones altas de N, en comparación con el testigo, que presentó un color más pálido.

Cuadro 8. Condiciones ambientales que prevalecieron durante el desarrollo del experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| MES        | TEMPERATURA (°C) |        | PRECIPITACION (mm) | EVAPORACION (mm) | DIAS CON LLUVIA |
|------------|------------------|--------|--------------------|------------------|-----------------|
|            | MAXIMA           | MINIMA |                    |                  |                 |
| Agosto     | 37.3             | 17.8   | 168.5              | 118.3            | 18              |
| Septiembre | 37.3             | 18.0   | 563.8              | 72.4             | 20              |
| Octubre    | 35.9             | 16.6   | 211.8              | 92.1             | 13              |
| Noviembre  | 35.8             | 16.5   | 134.9              | 108.2            | 11              |
| Diciembre  | 33.3             | 14.8   | 216.8              | 90.4             | 10              |
| Enero      | 28.5             | 11.8   | 30.8               | 48.6             | 7               |
| Febrero    | 31.2             | 12.7   | 51.5               | 84.8             | 8               |
| Marzo      | 35.4             | 14.1   | 9.0                | 155.9            | 2               |
| Abril      | 38.4             | 16.2   | 0.0                | 185.0            | 0               |
| Mayo       | 42.0             | 19.7   | 31.3               | 203.3            | 3               |
| Junio      | 41.7             | 19.3   | 166.3              | 161.2            | 18              |
| Julio      | 37.5             | 18.4   | 296.7              | 109.0            | 11              |
| Agosto     | 37.4             | 18.3   | 339.3              | 89.9             | 19              |

Cuadro 9. Características físico-químicas del suelo donde se llevó a cabo el experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| DETERMINACION   | (0-25 cm de profundidad)                     |   |
|---|--|---|
|   | A N A L I S I S                              | CLASIFICACION AGRONOMICA                          |
| Color<br>(Cartas Munsell)                                   | Seco: 10 YR 6/4<br>Humedo: 10 YR 3/4         | Café amarillento claro<br>Café amarillento oscuro |
| Reacción (1:1)<br>(Potenciómetro)                           | 5.5  | Fuertemente ácido                                 |
| Textura<br>(Método Bouyoucos)                               | 73,10% Arena<br>20,18% Limo<br>6,72% Arcilla | Migajón arenosa                                   |
| Materia orgánica (%)<br>(Walkley Black)                     | 1.12   | Pobre   |
| Nitrógeno total (%)<br>(Método Kjeldahl)                    | 0.054  | Pobre   |
| Fósforo aprovechable (ppm)<br>(Método Bray P-1)             | 0.91   | Pobre   |
| Potasio aprovechable (ppm)<br>(Método de absorción atómica) | 24.0   | Extremadamente pobre                              |

Cuadro 10. Sexo de las plantas (%) dentro de cada tratamiento y promedio general en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.), Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| TRATAMIENTOS      |       |       | SEXO DE LAS PLANTAS (%) |               |         |        |
|-------------------|-------|-------|-------------------------|---------------|---------|--------|
| No.               | N -   | P -   | K                       | Hermafroditas | Hembras | Machos |
| 1                 | 00 -  | 00 -  | 00                      | 67            | 33      | 0      |
| 2                 | 150 - | 00 -  | 00                      | 64            | 33      | 3      |
| 3                 | 00 -  | 80 -  | 00                      | 72            | 28      | 0      |
| 4                 | 150 - | 80 -  | 00                      | 58            | 39      | 3      |
| 5                 | 00 -  | 00 -  | 80                      | 69            | 31      | 0      |
| 6                 | 150 - | 00 -  | 80                      | 58            | 39      | 3      |
| 7                 | 00 -  | 80 -  | 80                      | 47            | 50      | 3      |
| 8                 | 150 - | 80 -  | 80                      | 61            | 39      | 0      |
| 9                 | 75 -  | 40 -  | 40                      | 70            | 28      | 2      |
| 10                | 00 -  | 40 -  | 40                      | 64            | 36      | 0      |
| 11                | 180 - | 40 -  | 40                      | 61            | 36      | 3      |
| 12                | 75 -  | 00 -  | 40                      | 61            | 36      | 3      |
| 13                | 75 -  | 96 -  | 40                      | 61            | 39      | 0      |
| 14                | 75 -  | 40 -  | 00                      | 75            | 25      | 0      |
| 15                | 75 -  | 40 -  | 96                      | 53            | 47      | 0      |
| 16                | 150 - | 120 - | 80                      | 69            | 31      | 0      |
| P R O M E D I O S |       |       |                         | 63            | 36      | 1      |

Cuadro 11. Resumen de los análisis de varianza para las variables observadas en el experimento de fertilización en papayo (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP, 1982-83.

| Fuente de Variación | Rendimiento (ton/ha) | Número de frutos por planta | Peso medio del fruto (kg) | Análisis foliares |         |         |         |          |          |
|---------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|---------|---------|---------|----------|----------|
|                     |                      |                             |                           | % N               |         | % P     |         | % K      |          |
|                     |                      |                             |                           | 1                 | 2       | 1       | 2       | 1        | 2        |
| Tratamientos        | 42.91 NS             | 7.66*                       | 0.19 NS                   | 0.42 NS           | 0.08 NS | 0.09 NS | 0.04 NS | 1.00 NS  | 1.24 NS  |
| Bloques             | 108.22 **            | 29.84**                     | 0.27 NS                   | 0.81 **           | 6.13 ** | 1.67 ** | 6.15 ** | 24.47 ** | 15.28 ** |
| Error               | 29.69                | 3.79                        | 0.17                      | 0.41              | 0.21    | 0.07    | 0.10    | 1.47     | 0.74     |
| C.V.                | 42.14 %              | 38.17 %                     | 19.73 %                   | 8.85 %            | 6.61 %  | 12.68 % | 14.57 % | 7.9%     | 6.52 %   |
| $\bar{X}$           | 12.9                 | 5.06                        | 2.09                      | 1.59              | 1.49    | 0.144   | 0.154   | 7.05     | 5.25     |

| Fuente de Variación | Altura de planta |          | Diámetro del tallo |          |
|---------------------|------------------|----------|--------------------|----------|
|                     | A                | B        | A                  | B        |
| Tratamientos        | 61.60 **         | 86.48 NS | 0.06 NS            | 0.345 ** |
| Bloques             | 371.40 **        | 92.05 NS | 0.056 NS           | 0.104 ** |
| Error               | 21.43            | 51.24    | 0.048              | 0.018    |
| C.V.                | 14.96 %          | 11.39 %  | 26.2 %             | 5.26 %   |
| $\bar{X}$           | 30.94 cm         | 62.84 cm | 0.84 cm            | 2.55 cm  |

NS = No significativo

\* = Significativo (P = 0.05)

\*\* = Altamente significativo (P = 0.01)

Observaciones: 1 = primer muestreo a los 42 días

2 = segundo muestreo a los 127 días

A = registrado a los 50 días

B = registrado a los 94 días

Cuadro 12. Comparación de los Coeficientes de Variación, obtenidos con el contenido de N, P y K de los análisis en porcentaje y convertidos a grados Bliss en el experimento de fertilización en papayo (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

|    | A N A L I S I S |       | F O L I A R E S |       | K     |       |
|----|-----------------|-------|-----------------|-------|-------|-------|
|    | 1               | 2     | 1               | 2     | 1     | 2     |
| A) | 19.72           | 13.50 | 29.40           | 29.70 | 16.70 | 11.90 |
| B) | 8.85            | 6.61  | 12.68           | 14.57 | 7.90  | 6.52  |

Observaciones: 1 = Primer muestreo a los 42 días.  
 2 = Segundo muestreo a los 127 días.  
 A) = Porcentaje  
 B) = Grados Bliss

Cuadro 13. Rendimiento, frutos por planta y peso medio del fruto en el experimento de fertilización en papaya (Carica papaya L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| No. | Tratamientos |     |    | Rendimiento (ton/ha) | Frutos por planta | Peso medio del fruto (kg) |
|-----|--------------|-----|----|----------------------|-------------------|---------------------------|
|     | N            | P   | K  |                      |                   |                           |
| 1   | 00           | 00  | 00 | 7.892a               | 3.67a             | 1.74a                     |
| 2   | 150          | 00  | 00 | 13.707a              | 3.83a             | 2.10a                     |
| 3   | 00           | 80  | 00 | 16.502a              | 6.50a             | 2.25a                     |
| 4   | 150          | 80  | 00 | 12.222a              | 5.67a             | 1.94a                     |
| 5   | 00           | 00  | 80 | 10.087a              | 4.33a             | 1.87a                     |
| 6   | 150          | 00  | 80 | 12.208a              | 5.50a             | 2.10a                     |
| 7   | 00           | 80  | 80 | 10.534a              | 4.17a             | 1.97a                     |
| 8   | 150          | 80  | 80 | 15.523a              | 6.50a             | 2.87a                     |
| 9   | 75           | 40  | 40 | 11.617a              | 5.67a             | 2.02a                     |
| 10  | 00           | 40  | 40 | 12.500a              | 4.00a             | 2.04a                     |
| 11  | 180          | 40  | 40 | 14.552a              | 4.50a             | 2.40a                     |
| 12  | 75           | 00  | 40 | 14.252a              | 5.33a             | 2.09a                     |
| 13  | 75           | 96  | 40 | 15.905a              | 6.00a             | 2.32a                     |
| 14  | 75           | 40  | 00 | 16.902a              | 7.17a             | 2.30a                     |
| 15  | 75           | 40  | 96 | 8.979a               | 3.50a             | 2.13a                     |
| 16  | 150          | 120 | 80 | 13.472a              | 5.33a             | 2.02a                     |

Observación: Para estas variables la prueba de rangos múltiples de Tukey no detectó grupos estadísticos distintos.



Cuadro 14. Análisis foliares, altura de planta y diámetro del tallo, así como la prueba de rango múltiple de Tukey donde ésta procede, en el experimento de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

| No. | Tratamientos |     |    | Análisis foliares |        | Análisis (%) |       | Altura de planta (cm) |        | Diámetro del tallo (cm) |       |          |
|-----|--------------|-----|----|-------------------|--------|--------------|-------|-----------------------|--------|-------------------------|-------|----------|
|     | N            | P   | K  | N                 | P      | K            | A     | B                     | A      | B                       |       |          |
| 1   | 00           | 00  | 00 | 1.63a             | 0.126a | 0.139a       | 6.86a | 5.64a                 | 29.88a | 61.80 ab                | 0.93a | 2.38 de  |
| 2   | 150          | 00  | 00 | 1.53a             | 0.125a | 0.152a       | 6.69a | 5.27a                 | 30.73a | 60.67 ab                | 0.79a | 2.19 e   |
| 3   | 00           | 80  | 00 | 1.38a             | 0.152a | 0.148a       | 6.56a | 4.85a                 | 34.01a | 72.16 a                 | 1.03a | 3.00 a   |
| 4   | 150          | 80  | 00 | 1.65a             | 0.107a | 0.134a       | 6.25a | 5.11a                 | 31.70a | 62.44 ab                | 0.86a | 2.45 de  |
| 5   | 00           | 00  | 80 | 1.30a             | 0.127a | 0.119a       | 7.23a | 5.79a                 | 28.65a | 61.22 ab                | 0.72a | 2.28 e   |
| 6   | 150          | 00  | 80 | 1.53a             | 0.118a | 0.158a       | 7.25a | 5.85a                 | 29.70a | 56.71 b                 | 0.65a | 2.19 e   |
| 7   | 00           | 80  | 80 | 1.50a             | 0.127a | 0.153a       | 7.68a | 5.50a                 | 32.68a | 62.97 ab                | 0.83a | 2.36 de  |
| 8   | 150          | 80  | 80 | 1.64a             | 0.137a | 0.178a       | 6.86a | 5.81a                 | 31.14a | 65.63 ab                | 0.91a | 2.82 ab  |
| 9   | 75           | 40  | 40 | 1.40a             | 0.130a | 0.154a       | 7.04a | 5.18a                 | 29.86a | 62.86 ab                | 0.71a | 2.66 bcd |
| 10  | 00           | 40  | 40 | 1.99a             | 0.149a | 0.177a       | 7.28a | 5.62a                 | 28.59a | 59.70 ab                | 0.82a | 2.78 abc |
| 11  | 180          | 40  | 40 | 1.73a             | 0.156a | 0.134a       | 6.73a | 5.49a                 | 31.60a | 65.06 ab                | 0.89a | 2.66 bcd |
| 12  | 75           | 00  | 40 | 1.46a             | 0.203a | 0.183a       | 8.54a | 5.13a                 | 28.46a | 57.38 b                 | 0.81a | 2.67 bcd |
| 13  | 75           | 96  | 40 | 1.47a             | 0.133a | 0.184a       | 6.60a | 5.08a                 | 32.21a | 65.68 ab                | 0.92a | 2.66 bcd |
| 14  | 75           | 40  | 00 | 1.88a             | 0.137a | 0.154a       | 6.71a | 4.85a                 | 33.76a | 67.12 ab                | 0.97a | 2.80 ab  |
| 15  | 75           | 40  | 96 | 1.76a             | 0.160a | 0.121a       | 6.34a | 4.18a                 | 30.35a | 60.77 ab                | 0.84a | 2.45 de  |
| 16  | 150          | 120 | 80 | 1.62a             | 0.204a | 0.173a       | 8.00a | 4.61a                 | 33.39a | 63.26 ab                | 0.85a | 2.47 cde |

Los valores con la misma letra son iguales estadísticamente

Observaciones: 1 = primer muestreo a los 42 días  
 2 = segundo muestreo a los 127 días  
 A = registrado a los 50 días  
 B = registrado a los 94 días

Cuadro 15. Significancia estadística de los coeficientes de correlación para las variables observadas en el experimento de fertilización en papayo (Carica papaya L.) Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

|                          | No. de frutos por planta | Peso medio del fruto | Análisis foliares |        |          |          |          |          |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------|----------|----------|----------|----------|
|                          |                          |                      | N                 |        | P        |          | K        |          |
|                          |                          |                      | 1                 | 2      | 1        | 2        | 1        | 2        |
| Rendimiento              | 0.7720 **                | 0.8080 **            | 0.0595            | 0.4909 | 0.2213   | 0.5393 * | - 0.0478 | - 0.1299 |
| No. de frutos por planta | 1.0000                   | 0.0784               | - 0.0103          | 0.2934 | 0.0117   | 0.4070   | - 0.0770 | - 0.1155 |
| Peso medio del fruto     |                          | 1.0000               | 0.2042            | 0.4433 | - 0.0740 | 0.2935   | - 0.2598 | - 0.2110 |
| A P N 1 2                |                          |                      | 1.0000            | 0.0908 | 0.0881   | 0.0821   | - 0.2015 | 0.1406   |
| á l i s 1 2              |                          |                      |                   | 1.0000 | 0.2589   | 0.4658   | 0.1985   | - 0.0278 |
| i e s 1 2                |                          |                      |                   |        | 1.0000   | 0.3861   | 0.6198 * | - 0.4685 |
| s s 1 2                  |                          |                      |                   |        |          | 1.0000   | 0.4902   | 0.0964   |
| Altura de planta         |                          |                      |                   |        |          |          | 1.0000   | 0.1592   |
| A B                      |                          |                      |                   |        |          |          |          | 1.0000   |
| Diámetro del tallo       |                          |                      |                   |        |          |          |          |          |
| A B                      |                          |                      |                   |        |          |          |          |          |

Continúa ...

|                          | Altura de planta |           | Diámetro del tallo |             | Niveles aplicados |           |            |
|--------------------------|------------------|-----------|--------------------|-------------|-------------------|-----------|------------|
|                          | A                | B         | A                  | B           | N                 | P         | K          |
| Rendimiento              | 0.5225 *         | 0.5569 *  | 0.4640             | 0.6452 **   | 0.2402            | 0.3916    | - 0.3073   |
| No. de frutos por planta | 0.5137 *         | 0.5487 *  | - 0.2415           | 0.5979 *    | 0.2165            | 0.4177    | - 0.2210   |
| Peso medio del - fruto.  | 0.4450           | 0.4919    | 0.4121             | 0.5701 *    | 0.4183            | 0.3007    | - 0.0191   |
| A n ã                    | 0.0550           | - 0.0576  | 0.2677             | - 0.8722 ** | 0.1232            | 0.0722    | - 0.0994   |
| l i                      | - 0.1748         | - 0.2548  | - 0.2885           | 0.1210      | 0.6450 **         | - 0.0681  | 0.0845     |
| l i                      | 0.0398           | - 0.0423  | 0.1106             | 0.3150      | 0.0764            | 0.1837    | 0.2450     |
| s i                      | 0.0456           | - 0.0371  | 0.0656             | 0.3825      | 0.1118            | 0.2031    | 0.0288     |
| s i                      | - 0.2759         | - 0.4482  | - 0.3843           | 0.1094      | - 0.1213          | - 0.0961  | 0.3634     |
| s s                      | - 0.4502         | - 0.2709  | - 0.3221           | - 0.2230    | - 0.0655          | - 0.3840  | 0.0551     |
| Altura de planta         | 1.0000           | 0.7885 ** | 0.6378 **          | - 0.0671    | 0.1452            | 0.7129 ** | - 0.2257   |
|                          |                  | 1.0000    | - 0.0140           | 0.1232      | - 0.1192          | 0.5887 *  | - 0.3419   |
| Diámetro del tallo       |                  |           | 1.0000             | 0.6531 **   | - 0.1785          | 0.4324    | - 0.4971 * |
|                          |                  |           |                    | 1.0000      | - 0.1649          | 0.4111    | - 0.2631   |

\* Significativo (P = 0.05)

\*\* Altamente significativo (P = 0.01)

Observaciones :

1 = primer muestreo a los 42 días

2 = segundo muestreo a los 127 días

A = registrado a los 50 días

B = registrado a los 94 días

## 5. CONCLUSIONES

1. Las aplicaciones de N, P y K no influyeron en el rendimiento de fruta, debido a las características físico-químicas de los suelos y a las altas precipitaciones de la región en estudio. Además, se considera que hubo un enmascaramiento en la respuesta del rendimiento a los fertilizantes aplicados a causa de la expresión sexual de las plantas y su relación con el medio ambiente, ya que en el experimento se contó con un 63% de plantas hermafroditas, las cuales fueron muy inestables en su producción, presentando esterilidad según las condiciones ambientales prevalecientes.
2. El número de frutos por planta mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $P = 0.05$ ); de igual forma, presentó una correlación positiva ( $P = 0.05$ ) con altura de planta y diámetro de tallo en la etapa de fructificación, y con el rendimiento. Observándose que las plantas más vigorosas amarraron un mayor número de frutos.
3. El peso medio del fruto guardó una correlación positiva ( $P = 0.05$ ) con el rendimiento y diámetro del tallo. Entonces, con un mayor diámetro del tallo el número y peso de frutos aumentaron, y como consecuencia el rendimiento se incrementó.
4. Se observó que de los elementos aplicados, el N y P tuvieron

una mejor respuesta por parte de la planta; ya que a medida - que estos se incrementaron, su contenido en los pecíolos pre - sentaron un comportamiento ascendente. En donde destacó el P foliar, ya que al aumentar su concentración se tuvieron rendi - mientos mas altos,

5. Para altura de planta y diámetro de tallo, hubo diferencias - entre tratamientos en la etapa de fructificación; siendo el P aplicado el que logró influir en mayor medida sobre estas va - riables.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Se debe continuar con estudios similares al presente, en los cuales se incremente el número de plantas hembras dentro de la parcela útil, ya que éstas son más estables en la producción que las hermafroditas.
2. Si dentro de la parcela útil se llegan a tener plantas hermafroditas, marcarlas y hacer una identificación entre aquellas que son productivas y las que presentan esterilidad total o parcial; con el fin de estimar el rendimiento de forma más real.
3. Precisar la unidad de suelo y tipo de clima de la localidad donde se establecieron los experimentos de fertilización, con el fin de dar (en un momento determinado) una recomendación es pecífica para estas condiciones edafo-climáticas.

## 7. LITERATURA CITADA

1. AGUILAR Z., A.A. 1981. Nutrición mineral en Carica papaya L. bajo condiciones de riego y temporal en Veracruz, México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro (Subproyecto de investigación). s.p.
2. ANONIMO. 1976. Aspectos comerciales de la papaya. Informador comercial frutícola no. 124: 8p.
3. ARAUJO, J.E.G. 1965. Seleccione sus papayas por medio de la flor. Agricultura en El Salvador no. 6: 3-5
4. AWADA, M. and LONG, C. 1969. The selection of the phosphorus index in papaya tissue analysis, Journal American Society Horticultural Science no. 94: 501-504.
5. \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ 1971. Relation of petiole nitrogen levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. Journal American Society Horticultural Science 96(6): 745-749.
6. \_\_\_\_\_ 1976. Relation of phosphorus fertilization to petiole phosphorus concentrations and vegetative growth of young papaya plants. Trop. Agric. (Trinidad) 53(2): 173-181.
7. \_\_\_\_\_ and LONG, C.R. 1977. Critical phosphorus level in petioles of papaya. University of Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station. 25p. (Technical Bulletin no. 97)
8. \_\_\_\_\_ 1977a. Relations of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization to nutrient composition of the petiole and growth of papaya. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(4): 413-418.

9. \_\_\_\_\_ 1977b. Critical potassium level in petioles of papaya. University of Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station. 17p. (Technical Bulletin no. 99).
10. \_\_\_\_\_ and LONG, C. 1978. Relation of nitrogen and phosphorus fertilization to fruiting and petiole composition of "Solo" papaya. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(2): 217-219.
11. \_\_\_\_\_ et al. 1979. Effects of drip irrigation and nitrogen fertilization on vegetative growth, fruit yield, and mineral composition of the petioles and fruits of papaya. Honolulu. Hawaii Agricultural Experiment Station. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. 20p. (Technical Bulletin no. 103).
12. \_\_\_\_\_ and LONG, C. 1980. Nitrogen and potassium fertilization effects on fruiting and petiole composition of 24- to 48- month old papaya plants. Journal American Society Horticultural Science 105(4): 505-507.
13. BOTHA, J.C. 1979. Origin of the papaya. Farming in south Africa. 1p. (Serie papaya A.1).
14. CIBES, H.R. and GAZTAMBIDE, S. 1978. Mineral-deficiency symptoms displayed by papaya plants grown under controlled conditions. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 62(4): 413-426.
15. DOMINGUEZ, M.V. 1983. Marco de referencia de fruticultura del Campo Papaloapan. México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro, 54p.
16. ESPINO, R.C. and CUEVAS, S.E. 1976. The growing of papaya. University of Philippines, Department of Horticulture. Extension Circular no. 7. 8p.
17. GARCIA DE M., E. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. 3 ed. corr. y aum. México, D.F., s.e. 1981. 251p.



18. GARCIA, L.R. y MARTINEZ, G.A. 1963. La técnica del diagnóstico foliar aplicada a la caña de azúcar. Memoria del Primer Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
19. HIROCE, R. et al. 1977. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. *Bragantia* 36(14): 155-164.
20. KROCHMAL, A. 1978. Algunas enfermedades comunes de la papaya, La Hacienda pp 50-53 (mayo/junio).
21. MACHAIN, L.M. et al. 1979. Marco de referencia de fruticultura del campo Cotaxtla. México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro, 98 p.
22. MOSQUEDA V., R. 1970. Experimento preliminar sobre la respuesta del cultivo de papaya a diferentes niveles de fertilización en un suelo de Veracruz. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
23. \_\_\_\_\_ y MOLINA G., J. 1973. Formas sexuales; sus frecuencias y su relación con otras características en Carica papaya L. *Agrociencia* (11): 78-83.
24. MORENO, N.P. 1980. Caricaceae. Flora de Veracruz (Xalapa, Ver., México) no. 10. 17p.
25. MUÑOZ, S.M., KOCHEV, G.F. y VILLALOBOS, P.A. 1966. Síntomas de deficiencias nutricionales de plantas de papaya (Carica candamarcensis Hook. f.). *Agric. Tec. Chile* 26(3): 106-113.
26. PEREZ L.A., and VARGAS, D. 1977. Effect of fertilizer level and planting distance on soil pH, growth fruit size, disease incidence, yield, and profit of two papaya varieties, *The Journal of Agriculture of University of Puerto Rico* 61(1): 68-76.

27. \_\_\_\_\_ 1982. Effect of planting distance and fertilizer level on the mineral content of the leaf of two varieties of Carica papaya L. J. Agric. Univ. of Puerto Rico 66(4): 286-292.
28. PUROHIT, A.G. 1977. Response of papaya (Carica papaya L.) to nitrogen, phosphorus and potassium. Indian Journal of Horticulture 34(4): 350-353.
29. \_\_\_\_\_ et al. 1979. Effect of varying levels of N, P and K on growth and yield of papaya (Carica papaya L.). Indian Journal of Horticultural 36(2): 131-133.
30. ROJAS, A.B. 1963. El diseño San Cristobal en experimentos de fertilización. Memoria del Primer Congreso de la Ciencia del suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del suelo.
31. SANTOS, R.F. DE LOS. 1982. Manual de producción de papaya en el estado de Veracruz. México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro (Folleto para productores no. 4). 21p.
32. VALENCIANO, O.A. et al. 1956. Estudio bromatológico de la Carica papaya L. (Mamón). Anales de Bromatología 8 (2): 197-203.
33. YEE, W. and AOKI, G. 1965. Papaya culture in Hawaii. University of Hawaii. Cooperative Extension work in Agriculture and Home Economics. 11p. (Preliminary Circular, april 1965).

A P E N D I C E

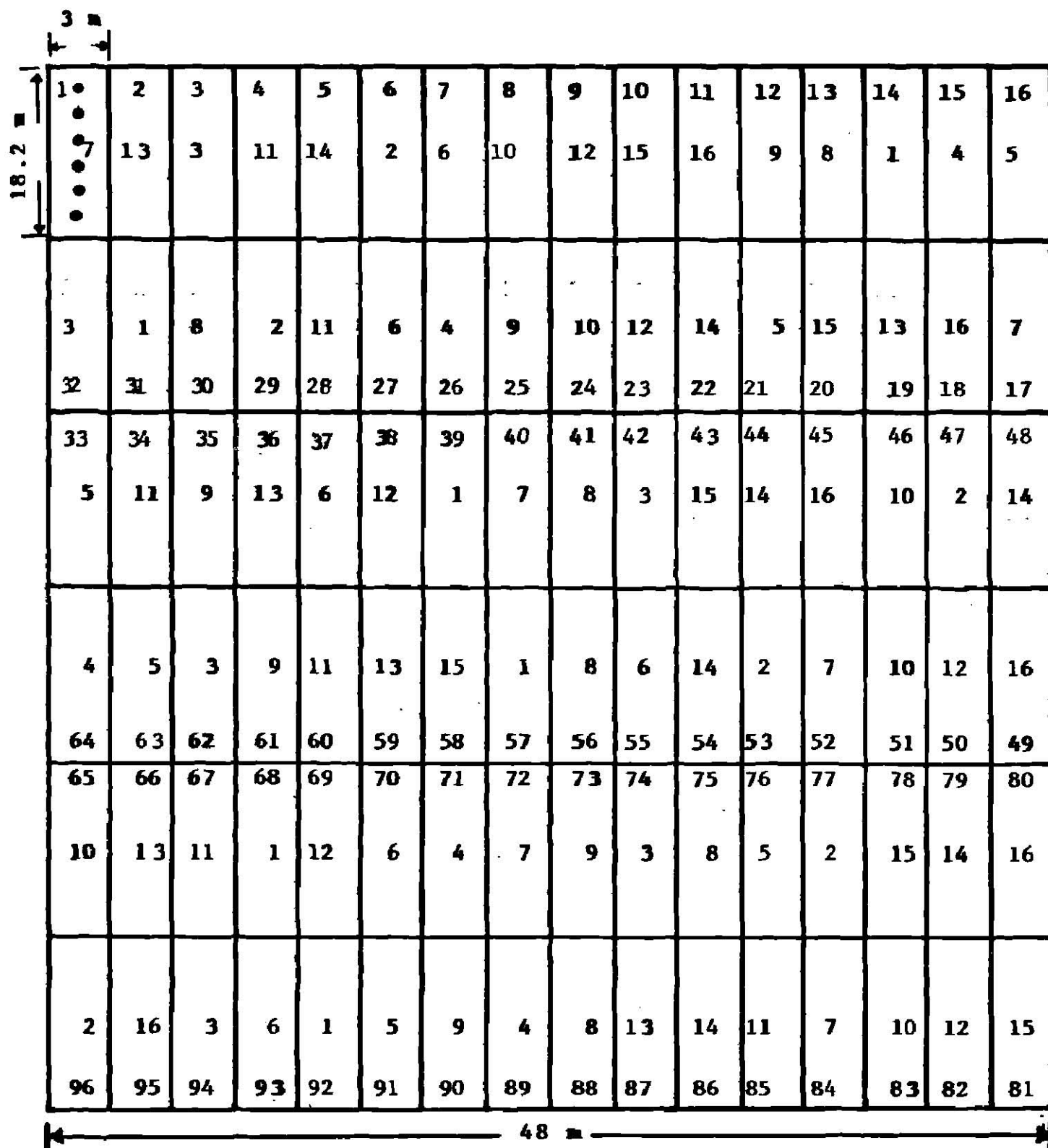


Figura 1. Croquis del experimento y distribución de los tratamientos en el estudio de fertilización en papaya (*Carica papaya* L.). Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

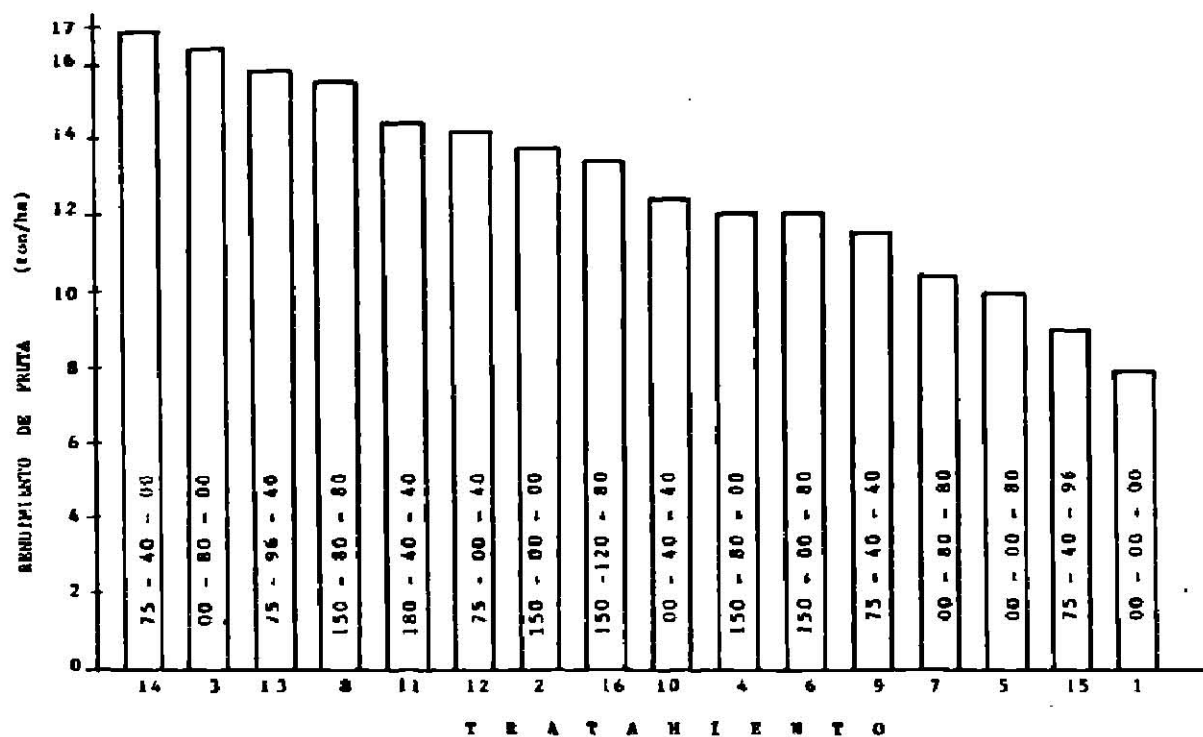


Figura 2. Rendimientos medios de fruta de papaya, obtenidos con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

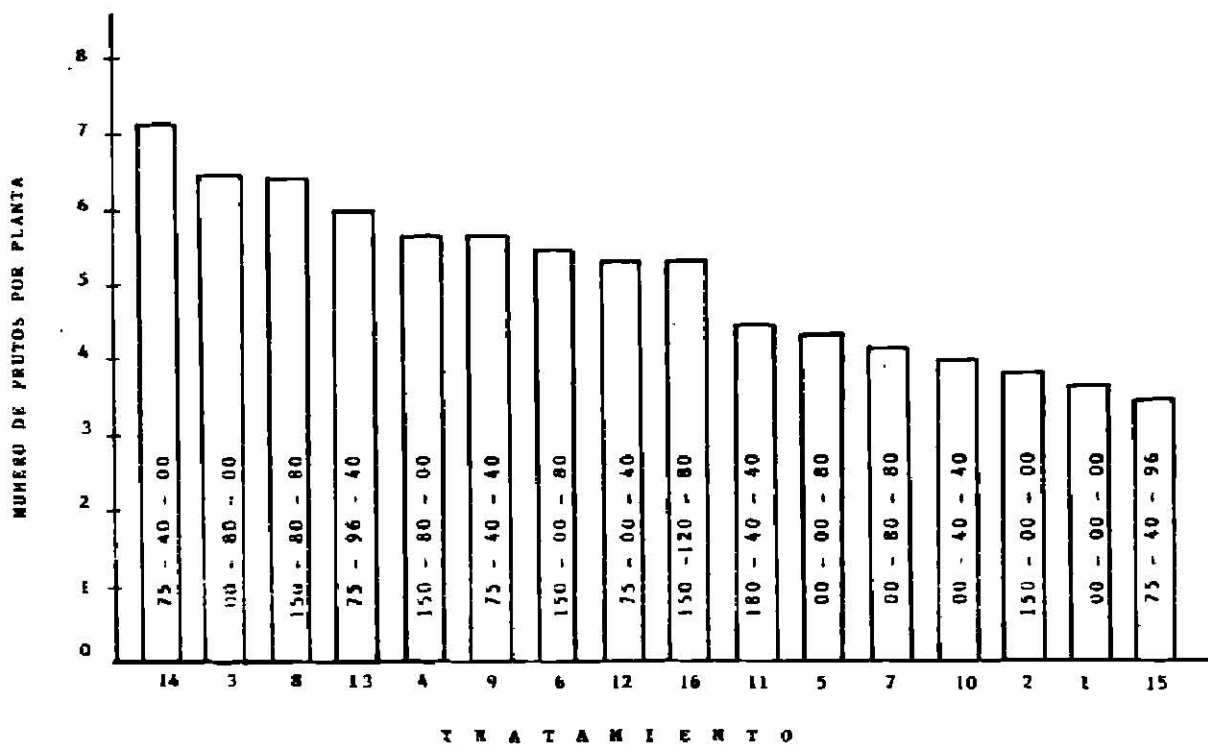


Figura 3. Número promedio de frutos cosechados por planta en papaya, obtenidos con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

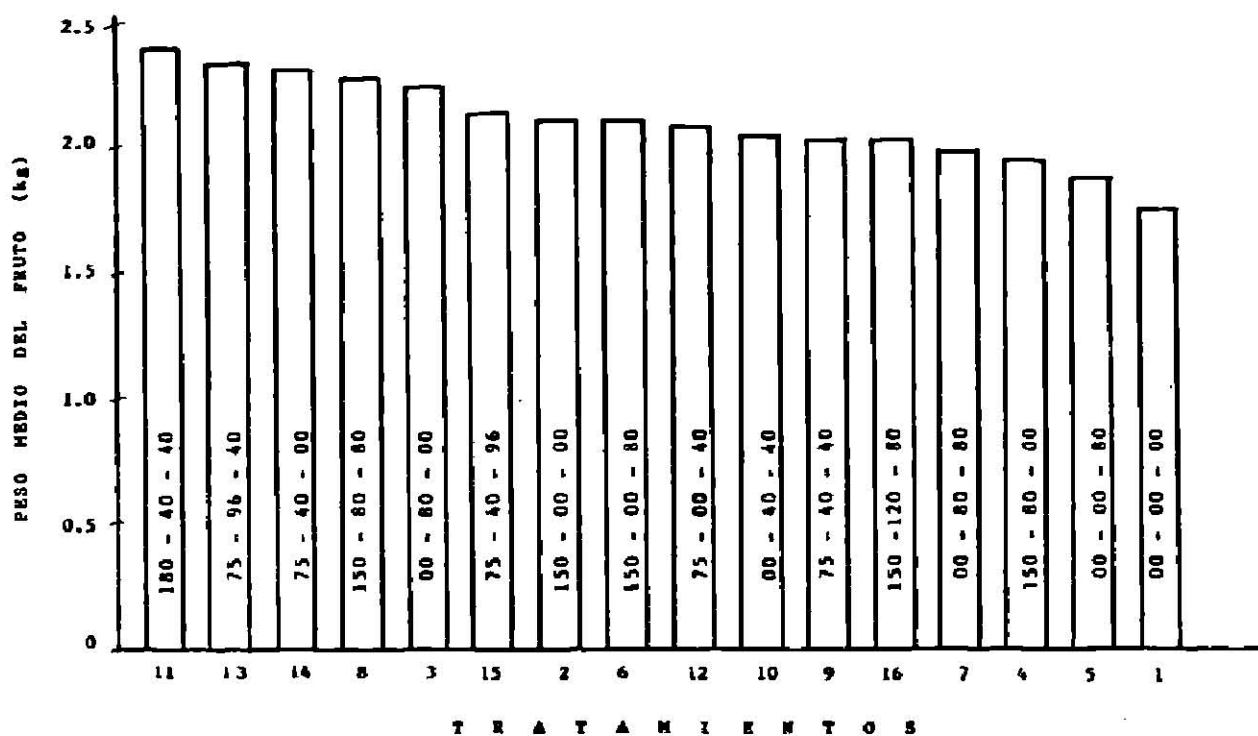


Figura 4. Pesos medios del fruto en papaya, obtenidos con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP, 1982-83.

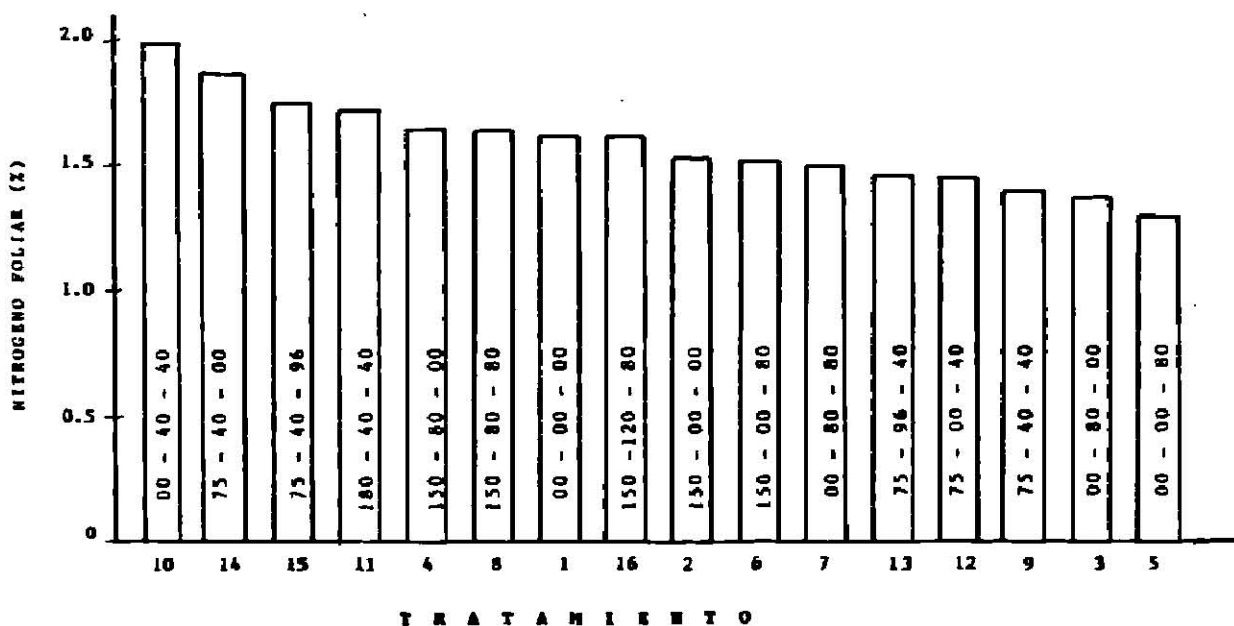


Figura 5. Porcentaje de nitrógeno foliar (el 14 de septiembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP, 1982-83.

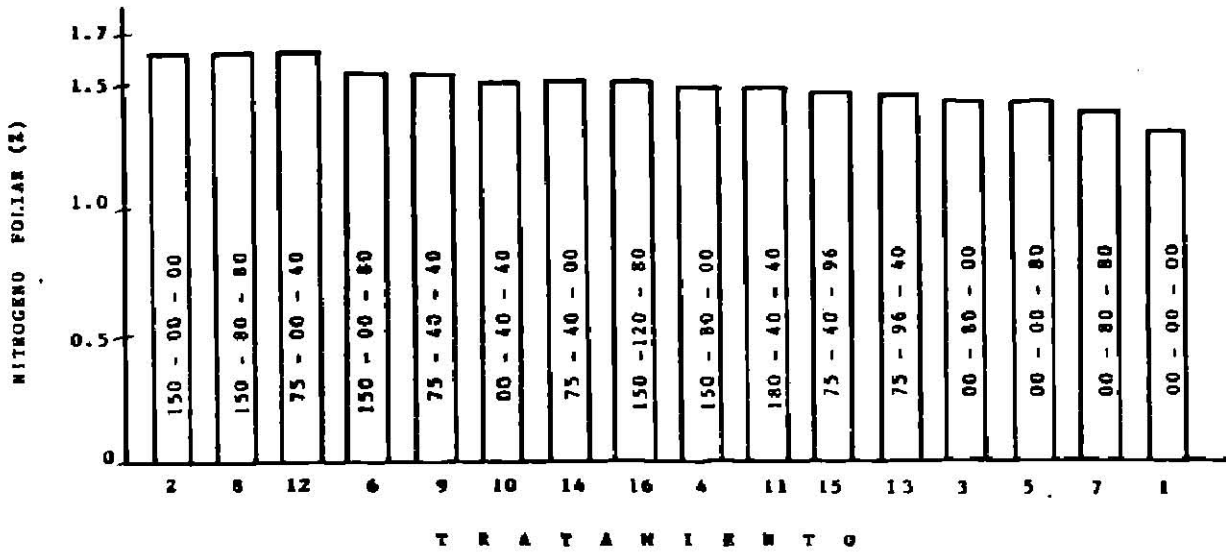


Figura 6. Porcentaje de nitrógeno foliar (el 8 de diciembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP, 1982-83.

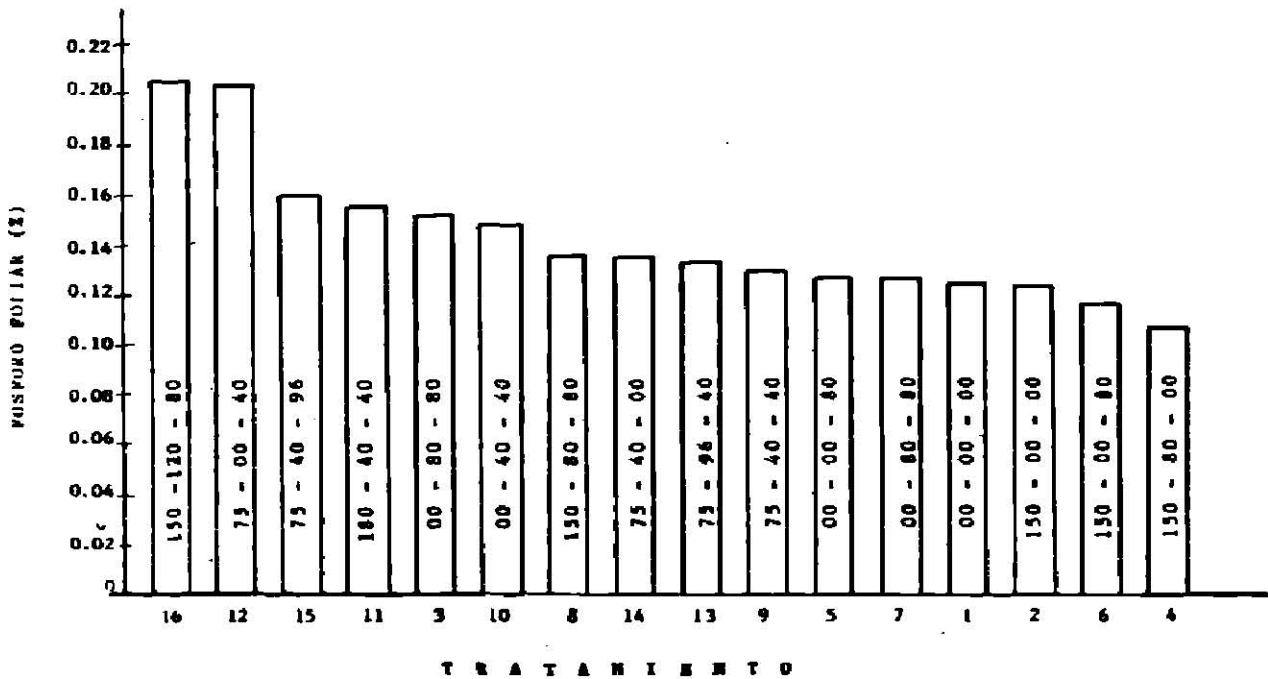


Figura 7. Porcentaje de fósforo foliar (el 14 de septiembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP, 1982-83.

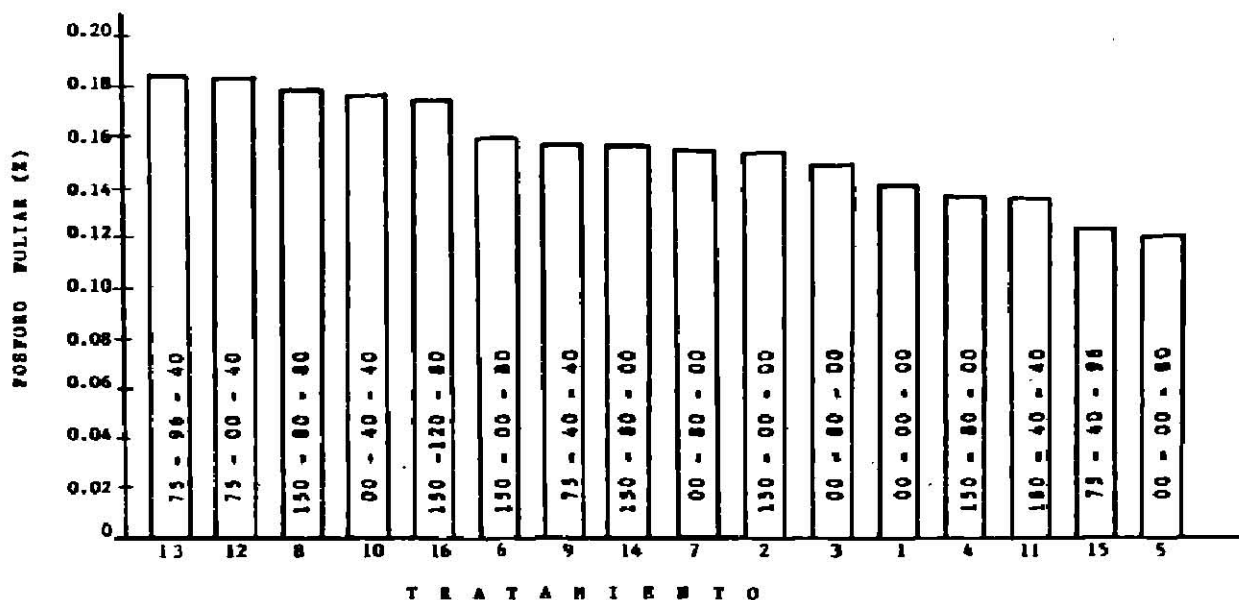


Figura 8. Porcentaje de fósforo foliar (el 8 de diciembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CARPAP, 1982-83.

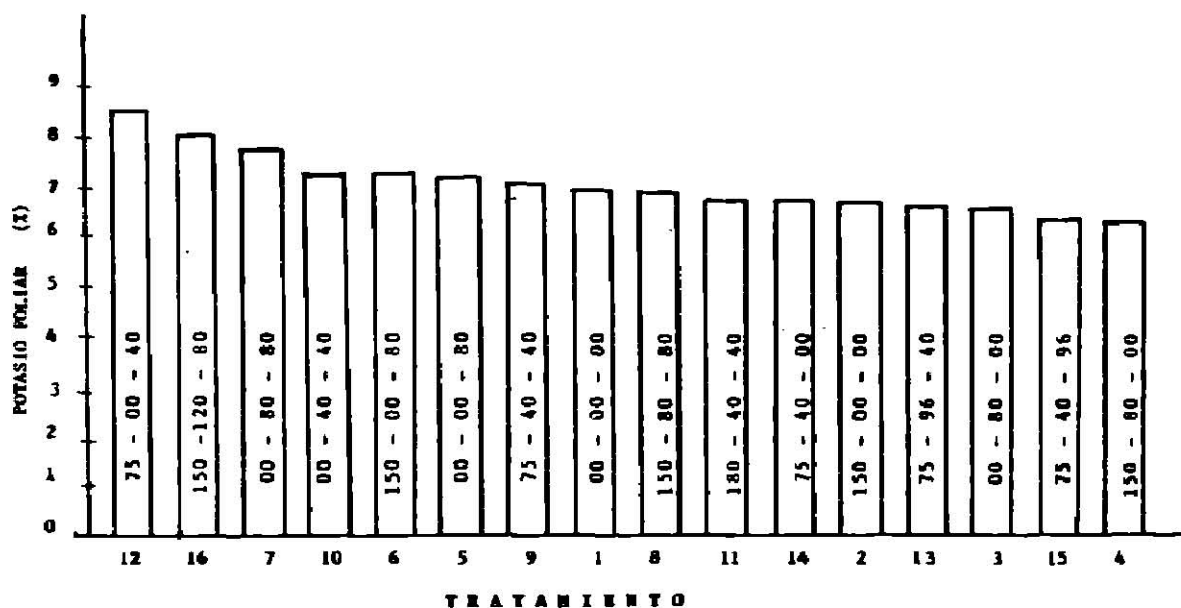


Figura 9. Porcentaje de potasio foliar (el 14 de septiembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CARPAP, 1982-83.



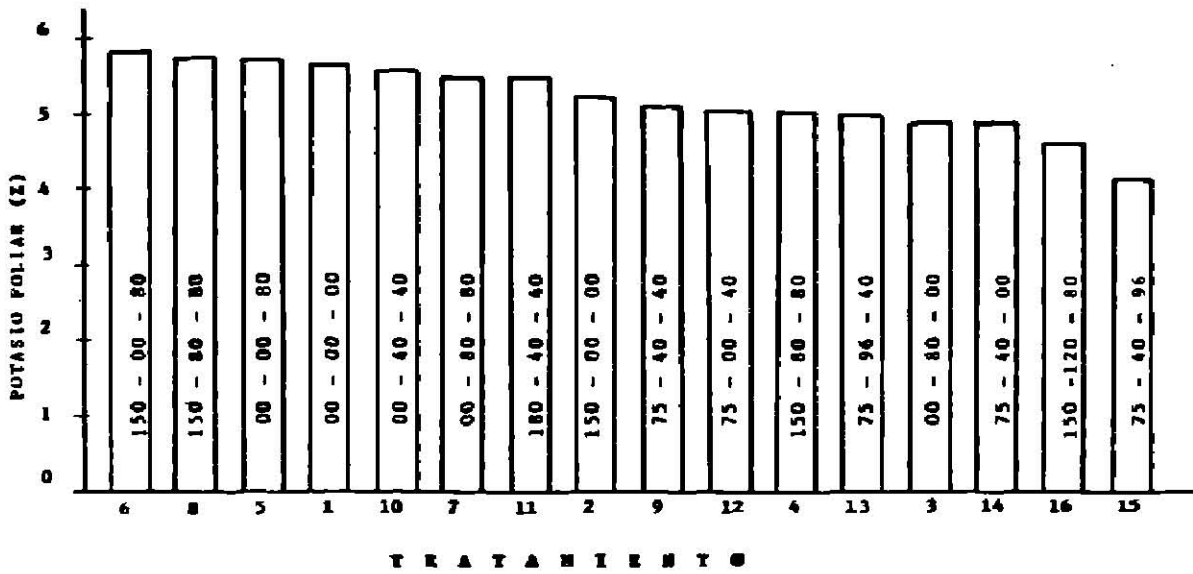


Figura 10. Porcentaje de potasio foliar (el 8 de diciembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

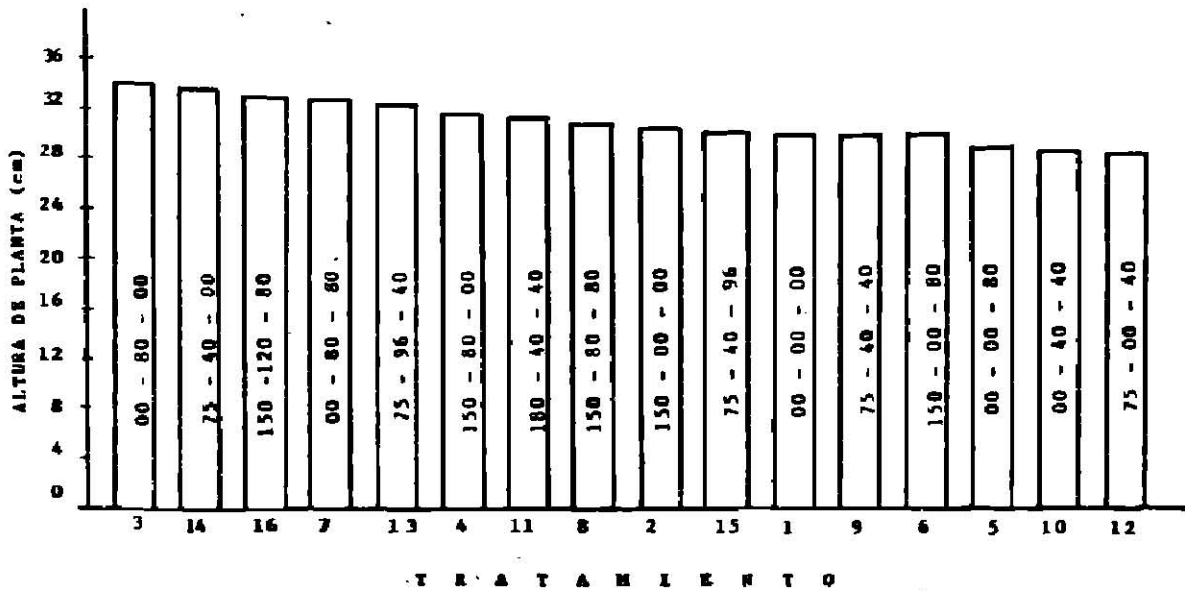


Figura 11. Altura de planta (el 22 de septiembre de 1982) en papaya, obtenida con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

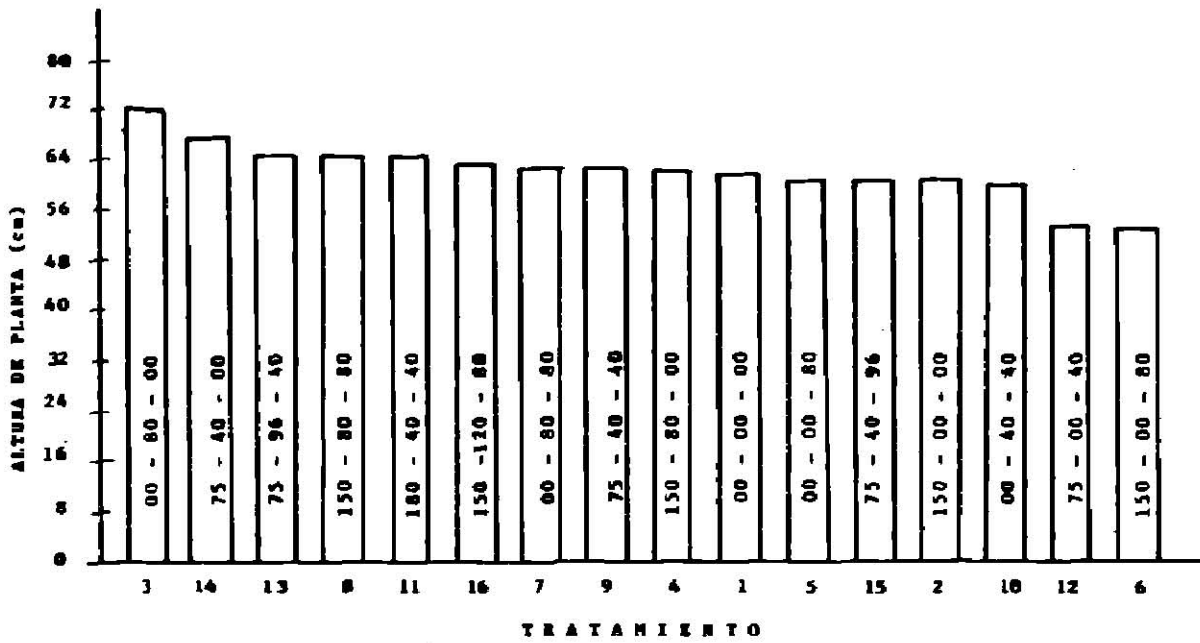


Figura 12. Altura de planta (el 5 de noviembre de 1982) en papaya, obtenida con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

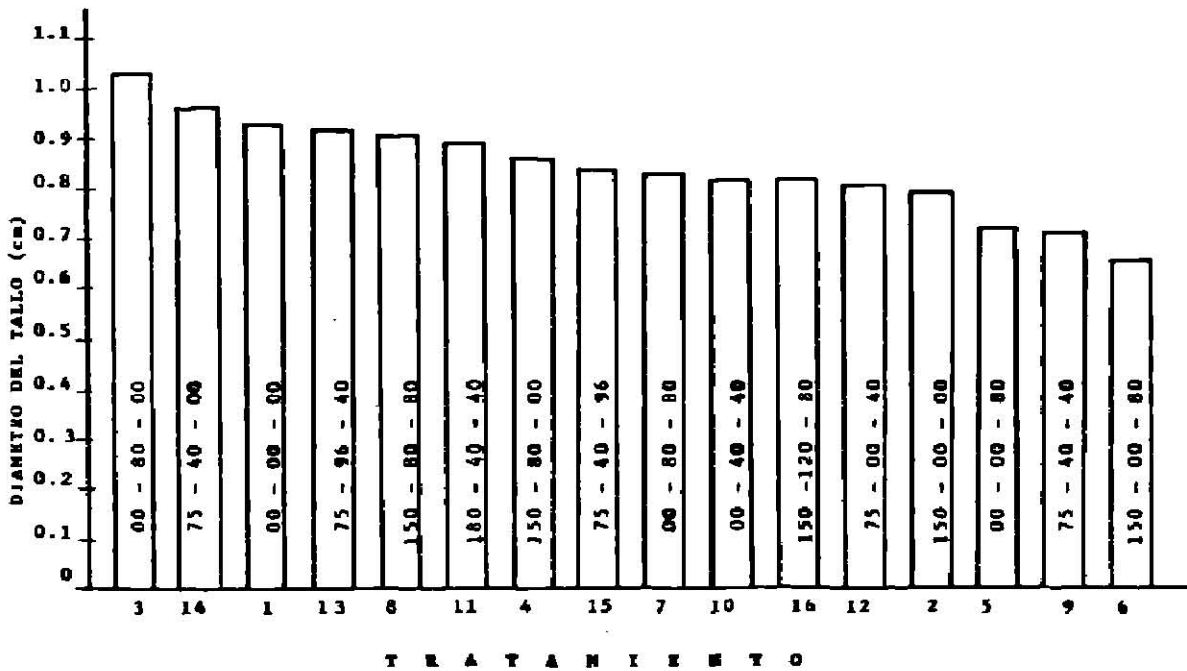


Figura 13. Diámetro del tallo (el 22 de septiembre de 1982) en papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP. 1982-83.

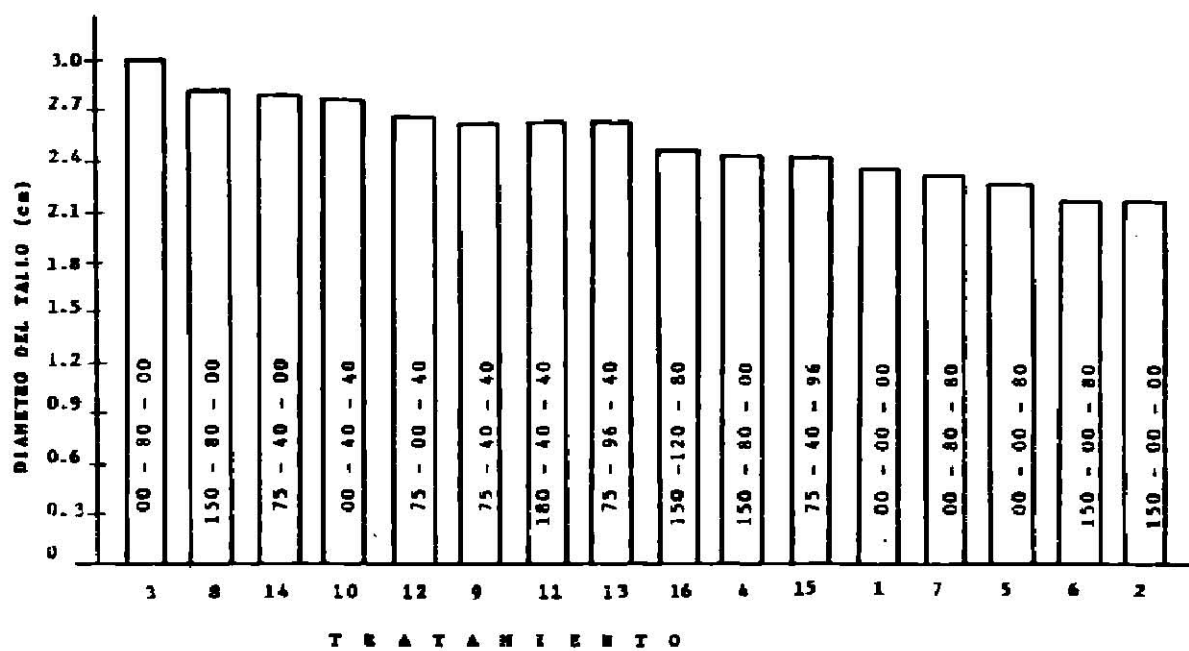


Figura 14. Diámetro del tallo (el 5 de noviembre de 1982) de papaya, obtenido con las fórmulas de fertilización (N-P-K) estudiadas. Soconusco, Ver. CAEPAP, 1982-83.

### A. Textura del suelo.

Procedimiento. Se pesan aproximadamente 120 g de suelo arenoso o 70 g de suelo arcilloso en un vaso de precipitados de 1 000 ml, se adicionan 100 o 50 ml de peróxido de hidrógeno al 30% (para suelo arenoso o arcilloso, respectivamente), se deja reposar hasta que cese la efervescencia, en caso de que esté a punto de derramarse, adicionar unas gotas de alcohol amílico. Se ponen a secar las muestras en una plancha vigilando que con el calentamiento no se derrame, ya seca totalmente la muestra se muele y se pesan 100 g (suelo arenoso) o 50 g (suelo arcilloso); en un vaso de precipitados de 1 000 ml se agregan 20 ml de hexametáfosfato de sodio de densidad 36.5, 2 ml de oxalato de sodio saturado y 250 ml de agua destilada. Se deja reposar toda la noche.

Después del reposo se agita en una batidora durante 10 minutos y se vacía cuantitativamente en una probeta Bouyoucos, se agrega agua destilada hasta la marca 1 130 con el hidrómetro dentro en caso de muestras de 50 g, y hasta la marca 1 205 en muestras de 100 g, siempre con el hidrómetro dentro.

Se agita la muestra durante 1 minuto y se toma la lectura del hidrómetro a los 40 segundos, metiendo éste 10 segundos antes; después se toma la temperatura de la suspensión. La segunda lectura se hace a las 2 horas de igual forma que la anterior y tomando la temperatura.

Cálculos. A las lecturas de los 40 segundos y 2 horas se les

resta el factor de corrección de temperatura dada por la tabla y se procede de la siguiente manera :

% Arena = 100 - lectura a los 40 segundos corregida.

% Arcilla = Lectura a las 2 horas corregida.

% Limo = Lectura a los 40 segundos - lectura a las 2 horas corregida.

Importante. En el caso de muestras de 50 g la lectura se multiplicará por 2 para considerar muestras de 100 g, y con los porcentajes obtenidos se indicará la textura en el triángulo de texturas.

Tabla de corrección de temperatura.

| °C   | FACTOR DE CORRECCION | °C   | FACTOR DE CORRECCION | °C   | FACTOR DE CORRECCION |
|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|
| 20   | 0.0                  | 26.5 | 2.34                 | 32.5 | 4.50                 |
| 21   | 0.36                 | 27   | 2.52                 | 33   | 4.68                 |
| 21.5 | 0.54                 | 27.5 | 2.70                 | 33.5 | 4.86                 |
| 22   | 0.72                 | 28   | 2.88                 | 34   | 5.04                 |
| 22.5 | 0.90                 | 28.5 | 3.06                 | 34.5 | 5.22                 |
| 23   | 1.08                 | 29   | 3.24                 | 35   | 5.40                 |
| 23.5 | 1.26                 | 29.5 | 3.42                 | 35.5 | 5.58                 |
| 24   | 1.44                 | 30   | 3.60                 | 36   | 5.76                 |
| 24.5 | 1.62                 | 30.5 | 3.78                 | 36.5 | 5.94                 |
| 25   | 1.80                 | 31   | 3.96                 | 37   | 6.12                 |
| 25.5 | 1.98                 | 31.5 | 4.14                 |      |                      |
| 26   | 2.16                 | 32   | 4.32                 |      |                      |

## B. Materia orgánica (%).

Procedimiento. Colóquese exactamente 0.5 g de suelo pasado por tamiz de 0.5 mm (# 35) en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y agrégense 5 ml de la solución 1 N de bicromato de potasio, añadanse inmediatamente 10 ml de ácido sulfúrico concentrado, procurando que el chorro de ácido caiga libremente hasta el fondo del matraz. Agítese inmediatamente después de completada la adición durante 1 minuto, procurando dar al contenido del matraz un rápido movimiento rotativo. Déjese reposar el matraz sobre una lámina de asbesto por exactamente 30 minutos, entonces agréguese 100 ml de agua destilada, 5 ml de ácido fosfórico y 5 gotas del indicador (se obtiene disolviendo 0.5 g de difenilamina en 20 ml de agua destilada y luego se le agregan 100 ml de ácido sulfúrico concentrado al 98 o 99%). Procédase a titular el exceso de bicromato de potasio no reducido por la materia orgánica del sulfato ferroso - 0.5 N.

Cálculos:

$$N \text{ Fe SO}_4 = \frac{\text{ml de K}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7 \text{ usados}}{\text{ml de Fe SO}_4 \text{ usados en blanco}}$$

$$\text{ml de K}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7 \text{ no reducidos} = \text{ml de Fe SO}_4 \text{ del problema} \times N \text{ Fe SO}_4$$

$$\text{ml de K}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7 \text{ reducidos} = \text{ml de K}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7 \text{ usados} - \text{ml de K}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7 \text{ no reducidos}$$

$$\% \text{ M.O.} = \frac{\text{ml de K}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7 \text{ reducidos} \times 0.69}{\text{peso de muestra en g}}$$

### C. Nitrógeno total (%).

Procedimiento. Pé sense 5 g de suelo, secado durante 16 horas a 105 °C, en una balanza de torsión con sensibilidad de 0.05 g y pásense a un matraz de digestión Kjeldahl de 300 ml que esté completamente seco.

A la muestra de suelo añádanse 5 g de sulfato de potasio y 0.01 g de sulfato cúprico (no es necesario gran precisión en la - adición de estas cantidades). Agrégense seis perlas de vidrio.

Agrégense lentamente 25 ml de ácido sulfúrico Q.P. concentrado de 90%, procurando girar el matraz al escurrir el ácido por su cuello para bajar las partículas que puedan haberse quedado adheridas al mismo.

Agítese la muestra suavemente hasta homogenizar la misma con el ácido sulfúrico y las sales añadidas, caliéntese suavemente - hasta que pase la reacción inicial violenta. Entonces súbase la flama y digiérase 2 horas después de clarificada (transcurridos 15 a 25 minutos de iniciada la digestión). Agrégense seis perlas de vidrio a cada matraz.

Terminada la digestión apáguese la flama y déjense enfriar - los matraces hasta que puedan manejarse con la mano sin sensación de calor; añadir después 200 ml de agua destilada, terminando con esta operación la fase de digestión.

Posteriormente se toma un matraz Erlenmeyer de 500 ml y señalar el volumen correspondiente a 150 ml, tomar 50 ml de ácido bórico al 4% medido con probeta y transferirlo al citado matraz; sumerja el tubo condensador del aparato de destilación Kjeldahl dentro del ácido bórico y conecte el agua al sistema de refrigeración. Tomar el matraz Kjeldahl con la muestra digerida y añadirle un pedazo de papel tornasol y 100 ml de hidróxido de sodio al 45% bien frío, procurando escurrir este reactivo por el cuello del matraz de digestión con la finalidad de que se formen dos fases - bien definidas (la solución de hidróxido de sodio por tener una densidad mayor que la de la solución ácida diluída ocupará el fondo del matraz y presentará un color azul cuya intensidad es directamente proporcional a la cantidad de nitrógeno presente en la muestra).

Luego añadir rápidamente 1 g de zinc metálico y tapar inmediatamente la boca del matraz de digestión para evitar posibles pérdidas de amoníaco.

Después encender la flama del aparato de destilación y caléntar el matraz suavemente agitando su contenido mediante un movimiento rotatorio hasta lograr su homogenización. Obsérvese entonces el papel tornasol el cual deberá tener un color azul intenso, debido a la fuerte alcalinidad del medio. En el caso de que el medio no fuera fuertemente alcalino será necesario añadir más hidróxido de sodio al 45% hasta obtener esta condición. Destíflense -



150 ml.

Entonces sáquense los tubos condensadores de la solución de ácido bórico y déjense escurrir uno o dos minutos. Apagar la flama bajo el matraz de destilación hasta completar esta operación, pues de otra manera, al formarse un vacío en el matraz regresaría gran parte del destilado al mismo echando a perder la determinación.

Enjuáguese con un poco de agua destilada los tubos condensadores de vidrio recogiendo los lavados en el matraz Erlenmeyer con la solución boricada. Añadir 5 gotas de rojo de metilo al 0.5% y procédase a titular la solución con ácido clorhídrico 0.1 N hasta obtener un vire del color amarillo pálido inicial al primer color rosa pálido.

Se deberá de proceder con lentitud al acercarse al punto final de la titulación debido a que no es de tipo reversible. Sin embargo, la duración del color que desaparece continuamente hasta llegar al punto final de la titulación va indicando en forma aproximada la cercanía del mismo,

Cálculos:

$$\% \text{ de N en muestra seca} = \frac{\text{ml de HCl} \times \text{Normalidad HCl} \times 1.4}{\text{peso de la muestra seca en g}}$$

Nota: Deberá correrse en blanco junto con los problemas y la cantidad de HCl 0,1 N que gaste deberá restarse a los problemas.

#### D. Fósforo aprovechable (ppm).

Procedimiento. Colóquese en un tubo de ensaye 1 g de suelo, agregar 7 ml de solución extractora (se prepara agregando 15 ml de fluoruro de amonio 1N a 25 ml de HCl 0,5N y aforándose a 500 ml. Esta solución será 0.03 N de fluoruro de amonio y 0.025 N de HCl. Consérvese en frasco ambar con tapon de vidrio y prepárese cada 6 meses).

Agite la mezcla por 1 minuto y filtrese a través de un papel filtro Whatman No. 42. Si al filtrarse el líquido no está transparente, fíltrese nuevamente a través del papel filtro. Tomar una alícuota del extracto de 2 ml y agregar 5 ml de agua destilada. Añadir 2 ml de molibdato de amonio, mézclese perfectamente. Agregar 1 ml de la solución de cloruro estanoso, y mézclese nuevamente. Después de 5 o 6 minutos y antes de 20, médase la intensidad del color de la solución en un espectrofotómetro utilizando una longitud de onda de 660 milimicrones.

E. Potasio aprovechable (ppm).

Procedimiento. Se pesan 5 g de suelo, se le agregan 25 ml de la solución de acetato de amonio 1 N con pH 7, se agita durante 30 minutos; después se filtra con papel filtro Whatman No. 42, se toman 5 ml y se le agregan 5 ml de cloruro de sodio (a 10 000 ppm) para evitar interferencias, se afora a 50 ml y se lee en el aparato de absorción atómica (Perkin-Elmer modelo 4 000); la longitud de onda para la lectura es de 766,5 nm. De esta forma el aparato da la lectura en ppm, la cual se multiplica por un factor de dilusion, que para este caso es igual a 50.

## F. Acenización Seca.

Fundamento. Los elementos minerales se encuentran formando parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos, la incineración destruye toda la materia orgánica cambiando su naturaleza, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en carbonatos o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros, posteriormente las cenizas se disuelven mediante ácidos, se aforan y se determinan los elementos por separado.

Material: Pissetas, crisoles de porcelana, pipetas, bulbo automático, matraces volumétricos, embudos de filtración rápida y papel filtro Whatman No. 1.

Equipo: Horno mufla y parrilla eléctrica.

Reactivos: Acido clorhídrico concentrado.

Procedimiento. Pesar 1.0 g de material vegetativo seco y molido, colocarlo en un crisol de porcelana.

Colocar la muestra en un horno mufla a 500°C, la temperatura debe alcanzarse gradualmente y debe mantenerse constante durante cinco horas. El color de las cenizas debe ser claro.

Sacar la muestra del horno mufla y enfriar a temperatura ambiente.

Agregar agua destilada y 2 ml de HCl concentrado. Debe agregarse el agua en cantidad suficiente para evitar que se produzca una reacción brusca al agregar el HCl.

Calentar hasta ebullición para solubilizar las cenizas, dejando evaporar un poco de HCl.

Se deja enfriar la muestra y se vacía en un matraz volumétrico mediante un embudo de filtración rápida, lavando el crisol con una piseta se afora a volumen.

Agitar el matraz, si queda un residuo negro se deja precipitar, o se filtra con papel filtro Whatman No. 1.

Vaciar en botellas de plástico previamente numeradas.

### G. Nitrógeno foliar (%).

Procedimiento, Se pesan de 0,5 a 1,0 g de muestra vegetal seca y molida y se coloca en un cartucho de kleenes. El cartucho se introduce en un matraz de digestión Kjeldahl de 600 ml procurando que el cuello de éste se encuentre perfectamente seco. Hacer un blanco.

Se agregan 10 g de sulfato de potasio y 0.2 g de sulfato cúprico (cantidades no exactas) con el fin de aumentar la temperatura de digestión. Colocar seis perlas de vidrio.

Añadir lentamente 20 ml de ácido sulfúrico concentrado al 96%, procurando virar el matraz al escurrir el ácido por el cuello.

Agitar suavemente hasta homogenizar la muestra con el ácido sulfúrico y las sales añadidas, enciéndase el aparato de digestión Kjeldahl y caliéntense suavemente hasta que pase la reacción inicial violenta; entonces súbese la flama y digiérase hasta 1 + 0.25 horas después de clarificada la muestra. La temperatura debe mantenerse entre 365°C y 405°C.

Terminada la digestión, apáguese la flama y déjense enfriar los matraces hasta que puedan manejarse con la mano sin sensación de calor, añádanse entonces 200 ml de agua destilada, terminando con esta operación la fase de la digestión.

Tómese un matraz Erlenmeyer de 500 ml y señálense el volumen de 150 ml, colóquese 50 ml de ácido bórico al 4%, sumergiendo el tubo del condensador del aparato de destilación Kjeldahl dentro del ácido bórico y conéctese el agua del sistema de condensación; tome el matraz Kjeldahl con la muestra digerida y añada una tira de papel tornasol y 100 ml de hidróxido de sodio al 45%, procurando escurrir este reactivo por el cuello del matraz, con la finalidad de que se formen dos fases bien definidas.

Añadir rápidamente 1 g de zinc metálico y cubrir inmediatamente la boca del matraz de digestión para evitar posibles pérdidas del amoniaco.

Encender la flama del aparato de destilación y calentar el matraz agitando su contenido mediante un movimiento rotatorio hasta lograr su homogenización. Obsérvese el papel tornasol, el cual deberá mostrar un color azul intenso debido a la fuerte alcalinidad del medio, destilar 150 ml.

Se sacan los tubos condensadores de la solución de ácido bórico y se dejan escurrir 1 o 2 minutos. Apagar la flama bajo el matraz de destilación hasta completar esta operación, de otra manera al quitarle la flama regresará gran parte del destilado al matraz echando a perder la determinación.

Se enjuagan con un poco de agua destilada los tubos condensadores de vidrio recogiendo los lavados en el matraz Erlenmeyer

con la solución de ácido bórico. Se añaden 5 gotas del indicador mixto y se titula la solución con ácido clorhídrico 0.1 N hasta obtener un vire de color azul al primer rosa intenso.

Calculos.

$$\% \text{ de N} = \frac{\text{ml de HCl} \times \text{N del HCl} \times 1,4}{\text{peso de la muestra seca}}$$

Nota: Restar los ml gastados de HCl del blanco de los de cada muestra.



## H. Fósforo foliar (%).

Preparación. Disolver 25 g de molibdato de amonio Q.P. en 200 ml de agua caliente (60°C) y filtrar para separar el sedimento, en caso necesario; a 200 ml de agua destilada agregarle 275 ml de ácido sulfúrico concentrado muy lentamente, ya que se produce una reacción exotérmica volumen. Una vez frías ambas soluciones se mezclan y aforan a un litro. Protegida de la acción de la luz se conserva por tiempo indefinido.

Procedimiento. Del extracto se forma una alícuota de 2 ml y se pone en un matraz Erlenmeyer, se le agregan unas gotas de rojo de metilo y se añade solución de carbonato de sodio 1 N necesario para neutralizar esta alícuota, se anota el volumen.

Se toma otra alícuota de 2 ml del extracto y se coloca en un matraz aforado de 100 ml, agregando la cantidad de carbonato de sodio 1 N anotada anteriormente.

A esta alícuota se le agregan 4 ml de reactivo molibdato de amonio + ácido sulfúrico. Se añade agua destilada hasta el cuello del matraz.

Agregar 5 gotas de cloruro estanoso y aforar con agua destilada, agitar. Preparar un blanco; un estandar de 0,5 ppm.

Leer en el espectrofotómetro a 660 nm en infrarrojo dentro de-

los 15 minutos siguientes.

Cálculos.

$$\% P = \frac{\text{Lectura ppm} \times \text{dilución}}{10\ 000}$$

## I. Potasio foliar (%).

Procedimiento. Después de hacer la dilución de las cenizas - (Ver acenización seca), se toma una alícuota de 2 ml y se afora a 100 ml. El problema debe contener 1 000 ppm de sodio\*, se agita, se pasa a un tubo de ensaye y se lee en el espectrofotómetro de absorción atómica, manteniendolo a 766 nm de longitud de onda.

\* Preparada a partir de una solución de 10 000 ppm de cloruro de sodio.

