

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**TESIS DE REFERENCIA  
NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA.  
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.**

ESTUDIO DE LA ABSORCION, ACUMULACION Y TRASLOCACION  
DE N-P-K-Ca-Mg-Fe-Cu-Zn-Mn y Na EN LOS  
GENOTIPOS DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) SUCHITAN DE  
CICLO INTERMEDIO Y LINEA-27 DE CICLO CORTO

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad Agronomía de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR:

SANTOS BENJAMIN MOLINA MAJANO

En el acto de su investidura como  
INGENIERO AGRONOMO  
En el Grado Académico de  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central  
Sección de Tesis

GUATEMALA, MARZO DE 1980

R  
01  
T(384)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector

Lic. Saúl Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1°	Ing. Agr. Mc. Orlando Arjona
Vocal 2°	Ing. Agr. Mc. Salvador Castillo
Vocal 3°	Ing. Agr. Rudy Villatoro
Vocal 4°	P. A. Efraín Medina
Vocal 5°	Prof. Edgar Franco
Secretario	Ing. Agr. Carlos Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO

EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador	Dr. Antonio Sandoval
Examinador	Ing. Agr. Manuel de J. Martínez
Examinador	Ing. Agr. Ricardo Miyares
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado C.



TESIS QUE DEDICO

A mi Patria El Salvador

A Guatemala por su hospitalidad

A la Facultad de Agronomía de la  
Universidad de San Carlos

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A mis Padres

Pedro Pablo Molina  
Evangelina Majano de Molina

A mis Hermanos

Salvino Antonio  
Nelson Noé  
Sonia Elizabeth  
Dilma Idalia  
Delia Adaly

A mis Tíos

A mis Primos

A mis Amigos y

Compañeros de Promoción

## AGRADECIMIENTO

Al Ing. Agr. ROLANDO AGUILERA por el valioso trabajo de Asesoramiento, al sugerir y discutir en forma insistente y cuidadosa cada una de las partes del presente trabajo de tesis.

Al Dr. LUIS GONZAGA ELIAS y demás personas que trabajan en el Laboratorio de Química Agrícola del Instituto de Nutrición de Centro - América y Panamá (INCAP), por las facilidades y colaboración brindadas.

Al Dr. PORFIRIO MASAYA, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), por las sugerencias y colaboración brindada para efectuar la investigación.

Al Ing. Agr. SAMUEL AJQUEJAY A. é Ing. Agr. LUIS FERNANDO ALDANA, quienes desinteresadamente me brindaron su valiosa ayuda en las diferentes labores efectuadas en el campo experimental.

Al personal que labora en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), en especial al Ing. Químico Mario Braeuner y al Ing. Químico Inf. Rudy Sierra, por la colaboración brindada en muchas de las determinaciones químicas efectuadas.

A todas las personas que de una u otra manera me ayudaron en la realización del presente trabajo.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....

Asunto.....

Guatemala,  
17 de marzo de 1980.

Señor Decano  
Facultad de Agronomía,  
Dr. Antonio Sandoval S.,  
Presente.

Señor Decano:

En atención a la solicitud que esa Decanatura emitiera el 8 de noviembre de 1978, para asesorar al estudiante Santos Benjamín Molina Majano el su trabajo de tesis:

"ESTUDIO DE LA ABSORCION, ACUMULACION Y TRASLOCACION DE N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y Na EN LOS GENOTIPOS DE FRIJOL ( *Phaseolus vulgaris* L. ) SUCHITAN DE CICLO INTERMEDIO Y LINEA 27 DE CICLO CORTO",

Me satisface hacer de su conocimiento que el mencionado trabajo viene a ser una gran contribución científica y técnica dentro de la Investigación Agronómica del Frijol, tanto a nivel Nacional como Internacional, por lo que considero que la misma llena los requisitos para su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Rolando G. Aguilera M.  
CATEDRATICO FACULTAD DE AGRONOMIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
Colegiado No. 157

Guatemala, 18 de marzo de 1980

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO DE LA ABSORCION, ACUMULACION Y TRASLOCACION DE N-P-K-Ca-Mg-Fe-Cu-Zn y Na EN LAS VARIEDADES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) SUCHITAN DE CICLO INTERMEDIO Y LINEA-27 DE CICLO CORTO

con el propósito de llenar el último requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando vuestra aprobación.

Atentamente,

SANTOS BENJAMIN MOLINA MAJANO

## CONTENIDO

	Hojas
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. HIPOTESIS .....	2
IV. REVISION DE LITERATURA .....	3
V. MATERIALES Y METODOS .....	7
1. Localización.....	7
2. Suelos .....	8
3. Genotipos .....	8
4. Prácticas Culturales .....	9
5. Area Experimental .....	9
6. Recolección de Muestras .....	10
7. Preparación de las Muestras .....	10
8. Análisis Químico de los elementos estudiados .....	11
9. Método de Análisis de Resultados .....	11
VI. RESULTADOS Y DISCUSION .....	13
A. Absorción total de los elementos nutricionales en los genotipos estudiados .....	13
B. Absorción de los elementos nutricionales en las diferentes partes de las plantas estudiadas .....	26
C. Análisis de correlaciones simples efectuadas entre los diferentes elementos estudiados .....	54
D. Absorción total de nutrientes/ha .....	60
VII. CONCLUSIONES .....	64
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	66

## I. INTRODUCCION

El frijol (Phaseolus vulgaris L.) es una leguminosa de gran importancia en la dieta de la población latinoamericana y de algunos otros países del mundo, por lo que su cultivo se efectúa ampliamente en muchos países.

En el área centroamericana ocupa el segundo lugar como fuente de proteína y en Guatemala en particular se conoce que el consumo promedio per cápita diario es de 27.9 gramos (15), lo que indica la gran importancia que el cultivo representa a nivel nacional.

En los últimos años los factores sociales, bióticos y abióticos del medio, han influido enormemente sobre el cultivo, ocasionando problemas de escasez y baja productividad. Los factores en mención que más influencia han tenido, podrían ser: fisiología de las plantas cultivadas, forma de siembra, programas de fertilización inadecuadas, enfermedades y plagas, etc.

Como puede ser notado el problema es complejo y no es factible darle solución de una sola vez, de tal forma que cualquier trabajo que sea enfocado buscando la verdad, dentro del marco de cada factor de los mencionados contribuye enormemente a la mejora del cultivo y de las personas que consumen el grano en la comunidad.

El esfuerzo que en este trabajo se realiza tiene como marco conceptual el factor fisiológico del vegetal enfocado hacia el conocimiento de lo que sucede con los nutrientes que le son aportados por el suelo.

Se espera obtener de ello información que permita aclarar a otros investigadores cuáles son las necesidades más o menos reales de nutrientes de este cultivo, además de proveer información que permita interpolar dentro de las variedades estudiadas y otras similares genéticamente, épocas críticas de máxima necesidad, del o de los elementos estudiados, que se detallan más adelante.

## II. OBJETIVOS

- a. Determinar cuáles son las cantidades absorbidas de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y Na en el genotipo de ciclo intermedio "SUCHITAN" y en el de ciclo corto "LINEA-27".
- b. Determinar en qué etapa del ciclo de la planta, en cada genotipo de frijol, se inicia y termina el aprovechamiento de los elementos: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y Na.
- c. Determinar cuál es el movimiento de cada elemento en los dos tipos de plantas bajo estudio.

## III. HIPOTESIS

- a. El genotipo precoz absorbe igual cantidad de elementos que el tardío.
- b. La tendencia de absorción, traslocación y acumulación de los nutrimentos, en ambos genotipos va a seguir un mismo patrón.
- c. El movimiento de nutrimentos es similar en la Línea-27 con respecto a la variedad Suchitán.

#### IV. REVISION DE LITERATURA

Según estudios efectuados en diferentes especies de Phaseolus vulgaris L. se ha encontrado que la intensidad y forma de absorción de los diferentes nutrimentos varía considerablemente, llegando aún esta variación a ser bien marcada entre variedades de la misma especie (12, 11).

MAFRA (19) en Brasil, desarrolló un trabajo con Phaseolus vulgaris L. Var. Rico 23, utilizando 4 densidades de siembra, durante la estación lluviosa y seca. En ambos experimentos cosechó a intervalos de 10 días y encontró que en los pesos secos de las raíces, tallos, hojas y vainas, el porcentaje de N, P, K, Ca, y Mg, en cada una de las partes de la planta, alcanzaban su peso máximo a los 60 días en la época lluviosa y a los 50 días en la época seca. Además encontró que durante el crecimiento vegetativo se encontraba más en raíz, hojas y vainas los elementos, N, P, Ca y Mg y en los tallos la mayor cantidad de K.

GALLO y MIYASAKA (11) en Brasil, al estudiar la producción de materia seca y absorción de nutrientes, encontrando que el porcentaje de los minerales absorbidos en frijol tiende a ser mayor en la etapa comprendida entre la floración y formación de vainas, con excepción del Ca foliar, además encontró que:

- Los elementos absorbidos en mayor cantidad fueron el N y K.
- La máxima tasa de absorción de Ca y Mg ocurrió entre los 33 y 44 días, o sea en la floración y crecimiento del fruto.
- La máxima tasa de absorción de K fue entre los 44 y 53 días.
- El N, P y S fue más absorbido entre los 53 y 65 días o sea en el tiempo de desarrollo de la semilla en la vaina.
- El elemento acumulado en las plantas en mayor cantidad fue el N, seguido del Ca y K y por último el fósforo.

FLEMING (10) nos presenta los resultados de 3 ensayos de invernadero y 2 de campo para mostrar la influencia de la apli-

cación de P, K y Ca sobre la absorción de esos elementos en frijol, repollo y papa. Los valores de absorción expresados en porcentaje del peso de materia seca de las plantas de frijol indicaron que: El K osciló entre 1.86 y 3.10; el Ca entre 0.101 y 0.525; y para el P entre 0.295 y 0.739, por otro lado se observó también que al aumentar las concentraciones de P, K y Ca en las soluciones nutritivas: Se incrementaba el contenido de cada nutriente en las vainas y en la parte aérea del frijol disminuían al incrementarse las concentraciones de K en la solución nutritiva.

JOCELYNE, et al (16) en un estudio sobre absorción y distribución de nutrientes de la variedad de frijol Turrialba-4 de Phaseolus vulgaris L. desarrollada en solución nutritiva de Hoagland No. 2 observaron que el N, P, K, Ca, Mg y S variaban muy marcadamente cuando aumentaba el peso seco y la edad de la planta, tanto en los órganos por separado como en el peso total de la planta.

CARVAJAL (7) en Costa Rica trabajó al igual que Jocelyne con la variedad Turrialba-4 en medios nutritivos artificiales y observó, que al aplicar cantidades variables de N en el sustrato la absorción de K y Ca se encuentra íntimamente relacionada con la disponibilidad de N en el medio, en tanto que la absorción de P y Mg es independiente del nivel de N en el mismo.

MASAYA (20) también trabajando con la variedad Turrialba-4 encontró que la absorción de N, P, K, Ca, Mg y S en las plantas eran más intensamente absorbidos antes de la floración y al inicio de la misma, además encontró que de los elementos absorbidos en mayor cantidad fueron N, K y Ca.

LINDGREN (18) dice que hay gran variación en la tasa de absorción de P entre diferentes líneas de frijol, pero que la tasa de absorción de P se correlaciona negativamente con el peso seco de las plantas.

LANGE (17) en un estudio sobre niveles de pH nos dice que según los resultados obtenidos en plantas de frijol bajo condiciones controladas, durante un tiempo determinado, muestran que en un pH entre 5.5 y 7.0 la absorción de Ca fue mayor, no así el P que su mayor absorción ocurrió cuando el pH se aproximaba a 7.0.

AL-ANI, et al (1) nos dice que experimentos efectuados con  $\text{Ca}^{45}$  por un período de 6 horas aplicado al sistema radical completo o a raíces individuales de frijol, en diferentes estados de madurez, las hojas presentaron un patrón definido de absorción de  $\text{Ca}^{45}$ , la cual en forma consecutiva y descendente se dio en la hoja primordia, luego en la primera, segunda y tercera hoja trifoliada a los 12, 16, 18 y 22 días de crecimiento, respectivamente.

BIDDULPH, et al (5) dicen que la mayor movilización de Ca se origina en los cotiledones durante la primera etapa de crecimiento de la raíz, hipocotilo y hojas primordiales y que el orden de aumento de la concentración de Ca en las diferentes partes de la planta es: raíces, tallo, hojas trifoliadas y primordiales.

BUCOVAC (6) aplicó  $\text{Mg}^{28}$  a plantas de frijol en fructificación y al efectuarse el análisis observó que la distribución dentro de las diferentes partes de la planta fue la siguiente: 33% en los tallos, 32% en las vainas y semillas, 13-16% en las hojas trifoliadas y el 5% en las hojas primordiales.

BATISTA (4), también en Brasil, realizó un estudio sobre absorción y traslocación de Cu, Zn, B y Mn en frijol var. Rico 23, a tres diferentes densidades de siembra y durante 2 estaciones (sequía y lluvia).

Encontrando que en la época en que se realizó la siembra tuvo una influencia marcada en la absorción. Durante la época de lluvias, las plantas absorbieron las mayores cantidades de micronutrientes, lo cual fue significativo en el caso del Zn. La tasa de absorción fue gradual hasta la floración, pero continuó la absorción de Cu y de B durante el resto del período de crecimiento.

Con respecto a la concentración en diferentes partes de la planta y durante diferentes etapas del desarrollo, encontró que la mayor cantidad de Cu en las raíces durante la época de lluvia se presentaba a los 60 días y de Zn, B y Mn a los 40 días.

Durante la época seca la mayor cantidad de Zn se encontró a los 30 días, de Cu a los 40 días y la de Zn y B a los 60 días.

En el tallo, estos micronutrientes se encontraron en mayores cantidades durante la época de lluvias y a los 40 días durante la época seca. Las hojas y vainas no fueron afectadas por la época de siembra.

En ambas épocas la mayor cantidad de micronutrientes se presentó en las hojas a los 40 días y en las vainas a los 60 días.

ASIF (2) en ensayos efectuados con frijol encontró que la aplicación de N generalmente aumentó el rendimiento de las vainas, ya que al aplicar 180 libras de N/acre se obtuvieron contenidos máximos de N, Ca y Mg en las vainas, hojas y raíces y que con la aplicación de 120 libras N/acre se obtuvieron contenidos máximos de P, K y Cu.

La aplicación de P y K aumentaron los contenidos de N, P, K, Ca, Fe y Mn, pero redujo la asimilación de Mg y Zn. Las vainas presentaron los contenidos más altos de N, P, K y Zn, las hojas de Ca, Mg, Fe y Mn, el contenido de Cu fue mayor en los tallos.

WALLACE (22) dice que a concentraciones altas de Ca y N reducen generalmente el Fe, Cu, Zn y Mn en la parte foliar.

ASIF (3) observó en un ensayo de campo al efectuar interacciones con los elementos N, P y K encontró que en las vainas se presenta la acumulación más alta de N, P y Zn, en las hojas de K, Ca, Mg, Fe y Mn y en los tallos el de Cu.

RATHORE (21) dice que la absorción de Zn en los tejidos de frijol se da por medio de un proceso pasivo.

## V. MATERIALES Y METODOS

### 1. LOCALIZACION

El presente trabajo se realizó en la finca "La Estancia" situada en el municipio de Monjas, departamento de Jalapa, siendo sus características ecológicas y geográficas las siguientes:

Temperatura media (°C) . . . . .	21.9
Precipitación media (mm/año)	937.8
Altitud . . . . .	961.0 mts
Latitud . . . . .	14°29'07" N
Longitud . . . . .	89°53'10" W

### 2. SUELOS

Los suelos de la región los clasifica Simmons (14) como de la serie Ansay, los cuales generalmente son, franco arcillo arenosos, de color gris caféáceo, profundidad media de 40 cms con drenaje muy lento y topografía suavemente inclinada.

El resultado del análisis efectuado previo al montaje del experimento mostró que la cantidad de elementos existente en el suelo era el siguiente:

pH	Microgramos/ml		Meq/100 ml de suelo	
	P	K	Ca	Mg
6.3	29.50	210	5.80	1.50

### 3. GENOTIPOS ESTUDIADOS

Se utilizaron dos genotipos, los que fueron facilitados por el Programa de Frijol del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), uno fue, la variedad "Suchitán" de ciclo intermedio (90 días) y el otro la "Línea-27" de ciclo corto (72 días).

Las características de los genotipos son:

**Variedad Suchitán:** Esta es proveniente de Colombia como Línea-32 (ICA-PIJAO), color del grano negro, altura promedio de la planta 64 cm, período vegetativo intermedio 90 días; esta variedad se ha distribuido en varias zonas frijoleras del país por su buen rendimiento, siendo una de las variedades que más se está cultivando en la actualidad por recomendación del ICTA.

Por otro lado la Línea-27 es un material proveniente también de Colombia, el color del grano es negro, la altura promedio de la planta es de 45 cm, el ciclo vegetativo es corto (72 días). En la actualidad ICTA ha estado efectuando ensayos en los campos experimentales del suroriente del país para determinar; el rendimiento, adaptación a la región y resistencia a plagas y enfermedades; las observaciones a la fecha muestran una gran probabilidad de sustituir a las variedades locales precoces nativas, que aunque han sido resistentes a la sequía, tienen fuerte sensibilidad a los agentes patológicos.

### 4. PRACTICAS CULTURALES

A continuación se describen las prácticas que se efectuaron en el transcurso del experimento: Dos días antes de la siembra, se efectuó un paso de arado y luego un paso de rastra liviana para la preparación del suelo y al momento

de la siembra conjuntamente con Furadán a razón de 40 kg/ha, se aplicaron 30 y 40 kg/ha de N y  $P_2O_5$  contenidos en la fórmula comercial del fertilizante 16-20-0. Más adelante y para el control de plagas del follaje se usó Tamarón cada 15 días, a razón de 1 litro/hectárea.

Se realizaron dos limpiezas manuales una a los 25 días y la otra a los 50 días después de la siembra y casi al final del ciclo vegetativo y para suplir las necesidades de agua, debido a un período de sequía anticipado que azotó a la región, se efectuaron 3 riegos, a los 55, 65 y 75 días después de la siembra, respectivamente.

#### 5. AREA EXPERIMENTAL

El área cultivada fue de 800 mts<sup>2</sup>, la que se dividió en dos parcelas de 20 x 20 mt cada una. En cada parcela se sembró un genotipo, la distancia de siembra empleada fue de 0.40 mt entre surco y 0.10 mt entre plantas.

#### 6. RECOLECCION DE LAS MUESTRAS

Las plantas extraídas de cada parcela fueron tomadas al azar y los muestreos se efectuaron con intervalos de 10 días a partir de los 12 días después de la siembra. En el primer muestreo se tomaron 100 plantas de cada variedad, debido a que estaban muy pequeñas y proporcionaban poca materia seca para la realización de los análisis, en el segundo se tomaron 50 plantas, en el tercero y cuarto 25 y en los siguientes muestreos se tomaron únicamente 10 plantas.

## 7. PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Las plantas retiradas del campo, fueron llevadas al laboratorio en donde se separaron, las raíces, tallos, hojas, peciolas y frutos de cada genotipo; cada parte fue puesta a secar en un horno con corriente de aire forzado a una temperatura de 60°C por un lapso de 48 horas, seguidamente fueron pesadas, molidas y tamizadas en un molino eléctrico "Willey" utilizando un tamiz de 30 mallas/pulgada<sup>2</sup> y guardadas en frascos de vidrio para conservarlas así hasta su utilización en el análisis químico.

## 8. ANALISIS QUIMICO DE LOS ELEMENTOS ESTUDIADOS

- a. Nitrógeno. El nitrógeno se determinó mediante el método del macro-kjeldahl, tomando 0.4 gr de la muestra, para el análisis.
- b. Para el análisis de los demás elementos se usó el procedimiento de incineración en seco, por lo que se tomaron 0.5 gr de la muestra, se pusieron dentro de un crisol perforado Gooch y se incineraron durante 10 horas en una mufla a una temperatura de 475°C, las muestras posteriormente se enfriaron y se humedecieron con agua destilada, luego se le agregaron 2 ml de ácido clorhídrico concentrado, el que posteriormente se evaporó a sequedad para deshidratar el elemento Sílice que pudiera inferir en la determinación del fósforo y para disolver los compuestos solubles difíciles de deshacer. Una vez seco se le agregó 25 ml de una solución 1N de HCl y después se filtró utilizando papel watman No. 45, recogiendo el filtrado en frascos de vidrio. Usando soluciones patrones de Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc como comparadores, se efectuaron directamente del filtrado las lecturas de cada elemento mencionado en un Espectrofo-

tómetro de Absorción Atómica, modelo 372, marca Perkin-Elmer.

Para la determinación del Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio se usó un Espectrofotómetro de Absorción Atómica, modelo 103, marca Perkin-Elmer.

Para estos elementos fue necesario efectuar diluciones a partir del filtrado original, dada la concentración de los mismos.

En la determinación del Fósforo se usó un espectrofotómetro (colorímetro) modelo 296-E, marca Perkin-Elmer. En este caso también se tuvo que hacer dilución a partir del filtrado original al que posteriormente se le agregó el reactivo de color, molibdato de amonio. Después de 30 minutos se efectuó la lectura comparando la dilución con otras soluciones patrones de fósforo que contenían, 0, 25, 50, 150 y 250 ppm de P. Los datos obtenidos se usaron para hacer una curva de calibración de acuerdo a la lectura del colorímetro.

## 9. METODO DE ANALISIS DE RESULTADOS

El análisis de cada elemento en las diferentes partes de la planta proviene de una muestra compuesta por un número determinado de plantas cosechadas cada 10 días, por lo tanto los resultados obtenidos fueron trasladados al equivalente que absorbería cada parte de una sola planta. Estos resultados se expresaron en miligramos/planta y con ellos se efectuaron cuadros y gráficas que permitieron hacer: Análisis de absorción total de elementos (suma de cada parte analizada), así como también análisis de absorción, traslocación y acumulación de nutrientes en cada genotipo a lo

largo del ciclo vegetativo de cada uno. Se efectuaron análisis de correlación de cada elemento con respecto a los demás, lo que permitió determinar a lo largo de cada ciclo vegetativo y en cada genotipo cuál es la manifestación que puede presentarse.



## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### A. ABSORCION TOTAL DE LOS ELEMENTOS NUTRICIONALES EN LOS GENOTIPOS ESTUDIADOS

Los resultados obtenidos de la absorción total de los diferentes nutrimentos analizados nos muestran que la planta de frijol experimenta diferentes etapas de absorción entre y dentro de cada elemento estudiado, lo que viene a corroborar de alguna manera los trabajos de otros investigadores (12, 11, 16, 20).

Es de hacer notar también que existen diferencias en cada genotipo estudiado, ya que como se verá adelante al efectuar la comparación entre Suchitán y Línea-27, se nota que existe una diferencia muy marcada entre las etapas de absorción y el tiempo que dura cada uno en los diferentes períodos críticos que se suceden a lo largo de el ciclo individual de vida de cada uno; para ejemplificar lo anterior e iniciar la discusión se puede hacer referencia inicialmente al caso del Nitrógeno; en el gráfico 1, se observa que la absorción es diferente en ambas plantas, ya que la variedad Suchitán presenta tres períodos críticos de absorción que ocurren de los 0 a 22 días, de los 32 a 52 días (período de floración) y de los 62 a 72 días (período de formación del grano) dándose la mayor absorción de N cuando la planta está en plena floración; en la Línea-27 sólo se presentan dos períodos críticos, el primero comprendido entre los 0 y 32 días (período vegetativo), y de los 42 a 52 días (período de formación del grano), estas absorciones no están de acuerdo con lo indicado por Gallo y Miyasaka (11) ya que ellos encontraron que la máxima absorción de

N ocurre entre los 53 y 65 días, período que para la variedad Suchitán significaría una etapa de formación y crecimiento del grano y para la Línea-27 un período de maduración del mismo. Ahora bien el trabajo de Masaya (20) corrobora más o menos la información obtenida en este trabajo, principalmente para el caso de la variedad Suchitán, esto posiblemente se deba a la similitud entre la variedad Turrialba-4, estudiada por Masaya y la variedad Suchitán, aunque no se puede decir lo mismo totalmente de la Línea-27, ya que no existe un patrón de comparación.

El siguiente elemento que discutimos es el fósforo, el que en la gráfica 2 nos muestra el seguimiento de absorción que existió; al igual que el N nos muestra una marcada diferencia entre genotipos, aunque el patrón seguido en las diferentes etapas de absorción y tiempo que dura ésta es similar al del N. La variedad Suchitán presenta una etapa entre los 0 y 22 días, otra entre los 32 y 42 días y la última entre los 52 y 72 días que como puede observarse es comparativamente similar a la gráfica seguida por el N, salvo pequeñas diferencias, ya que en la segunda etapa de absorción en la Suchitán el tiempo del P es 10 días menor al del N pero su consumo o traslocación es también más o menos acelerado ya que la tercera etapa de absorción se adelanta 10 días a la del N; en la Línea-27 se presenta también dos ascensos de absorción, el primero entre los 0 y 32 días y el segundo de los 42 a 52 días, en ambos casos estos períodos son iguales a los observados en el nitrógeno.

La gráfica 3 se refiere a la absorción de K y claramente puede observarse un comportamiento de absorción diferente al de los dos elementos mayores anteriormente analizados para el genotipo Suchitán, no así para la Línea-27. La variedad Suchitán tiene una época inicial de absorción similar al N y P, pero solo muestra un segundo período de absorción que se da de los 32 a 52 días. El K se pue-

de decir en forma general que no se comporta igual al N y P, lo que corrobora las investigaciones de Mafra (19) y en alguna forma se corrobora también la investigación de Gallo y Miyasaka (11).

La absorción de Calcio y Magnesio (gráfica 4 y 5) siguen una tendencia igual en los dos genotipos ya que ambos presentan 2 etapas importantes de absorción y una de menor intensidad. Las dos etapas más importantes ocurren, una de los 0 a 22 días y la otra de los 32 a 52 días; la de menor intensidad ocurre entre los 62 y 72 días para el Ca y entre los 62 a 82 días para el Mg. La absorción en los dos genotipos no es igual para los dos elementos, ya que las necesidades de la Suchitán son más fuertes que las de la Línea-27 como también ha sucedido con el N, P y K analizados anteriormente, y que será discutido más adelante. Ahora bien, los resultados comparados en forma general con otras investigaciones como las de Mafra (19) corroboran que la máxima absorción de Ca y Mg ocurre entre los 50 y 60 días, lo que no concuerda con lo encontrado por Gallo y Miyasaka (11) que muestran que la máxima absorción ocurre a los 44 días o sea 8 días antes que los datos obtenidos.

El cuadro 2 muestra los datos analizados para los elementos Fe, Cu, Zn, Mn y Na y respectivamente en las gráficas 6, 7, 8, 9 y 10 se muestra el comportamiento de cada elemento. En algunos casos los patrones de absorción son similares en ambos genotipos a pesar de sus diferentes ciclos de producción y en otros casos muy diferentes, es muy difícil tratar de discutir lo que sucede con todos los elementos a la vez, por lo que trataremos individualmente cada caso.

El Fe se podría decir que en ambas plantas tuvo un patrón de absorción similar, ya que sólo existe un período de máxima absorción en cada uno, que se inicia de los

0 hasta los 32 días para la Línea-27 y de los 0 a 44 días para Suchitán, esto es interesante ya que nos muestra que ambos genotipos prácticamente dejan de absorber Fe unos pocos días después de iniciada la floración, suscitándose luego pérdidas y/o traslocación a otras partes de la planta que son los descensos fuertes y pequeños ascensos observados abajo de cero en la gráfica 6.

El Cu presenta un rango de absorción entre los 0 y 42 días en ambos genotipos, aparentemente el rango de absorción es similar (ver gráfica 7), aunque debe considerarse que la situación fisiológica que en ambas plantas se está viviendo, es diferente, ya que para Suchitán significaría una etapa más o menos final de la floración y para la Línea-27 una etapa en la que ya ha finalizado ésta, pues las vainas y granos están en período de crecimiento, lo que implica que la Línea-27 prolonga mucho más el período de absorción de este elemento. Las observaciones efectuadas por Batista (4) en Brasil con la variedad Rico 23 corroboran en parte la información obtenida al indicar que el frijol generalmente prolonga la absorción de Cu aún después de la floración y crecimiento de la planta. Los altibajos que se presentan después de los 42 días como veremos en discusión posterior no son más que fenómenos atribuibles a pérdida y traslocación de elementos de una parte a otra de la planta tal como sucedió con el elemento Fe.

En relación al micronutriente Zn la situación es bastante diferente para ambos tipos de planta, ya que la variedad Suchitán sufre un proceso de absorción bastante largo y prolongado que va desde los 0 a los 52 días; período en que la formación de vainas se ha iniciado a la par del crecimiento del fruto. Por otro lado la Línea-27 aunque

también prolonga su absorción hasta los 52 días, ésta - ocurre en 2 etapas importantes, una que va de 0 días hasta el inicio de la floración y otra que se da, al inicio de la formación de vainas y crecimiento del fruto (42 días) hasta el final del crecimiento del mismo e inicio de su maduración fisiológica la que ocurre más o menos a los 52 días. Lo anterior indica que la forma de absorción del Zn es diferente en las plantas estudiadas, pero tal como lo encontrado por Batista (4) ésta puede prolongarse hasta los 60 días, (ver cuadro 2), en variedades de ciclo intermedio, como son la Rico-23 y la variedad Suchitán, y aunque no se mencione nada sobre plantas de ciclo corto podemos indicar que el proceso de absorción es largo y en cierta forma muy relacionado a su ciclo biológico. Rhathore (21) ya había indicado en uno de sus estudios que el proceso de absorción es pasivo tal como lo encontrado en el presente trabajo.

En la gráfica 9 se esquematiza el comportamiento del Mn este elemento en la variedad Suchitán es absorbido en 2 etapas que van de los 0 a los 22 días y de los 32 a los 42 días, aunque la mayor absorción se presenta al inicio y durante la floración de la planta, después de esto se da una pérdida o traslocación del elemento. Ahora bien en la Línea-27 la absorción se sucede consecutivamente a lo largo de todo el período vegetativo y comienza a perderse o traslocarse prácticamente cuando se inicia la floración lo cual es bastante diferente a lo sucedido con la variedad Suchitán. La explicación a este fenómeno observado podrá ser ampliado en los párrafos posteriores.

El último elemento analizado fue el Na (gráfica 10), el que presenta una secuencia de absorción aparentemente similar en ambas plantas, ya que se dan 2 períodos de absorción bien marcados; uno de los 0 a los 22 días y otro de los 32 a los 42 días. Se dice aparentemente similar ya

que realmente es muy diferente en cada variedad la época fisiológica en que está sucediendo la absorción, a los 22 días la Línea-27 es mucho más desarrollada fisiológicamente que el genotipo Suchitán y entre los 32 a los 42 días la Línea-27 florece e inicia la formación de granos, en cambio en la Suchitán en este período, únicamente se realiza parte de la floración.

CUADRO N° 1

ABSORCION DE N, P, K, Ca y Mg PARA LAS VARIEDADES SUCHITAN Y LINEA 27 EN mg DE ELEMENTOS/PLANTA

Edad de la Planta	NITROGENO		FOSFORO		POTASIO		CALCIO		MAGNESIO	
	Suchitán	Línea 27	Suchitán	Línea 27	Suchitán	Línea 27	Suchitán	Línea 27	Suchitán	Línea 27
0-12	6.13	8.46	0.67	0.79	3.90	4.27	1.24	1.70	0.41	0.58
13-22	67.61	59.46	11.31	6.47	82.95	42.55	51.51	28.98	11.45	6.48
23-32	58.97	102.79	2.69	14.13	58.84	80.18	57.72	122.28	9.13	18.20
33-42	151.36	54.89	31.15	8.18	123.04	68.02	242.73	95.72	21.01	4.25
43-52	233.92	176.76	-7.45	18.45	287.11	194.58	277.74	195.52	29.27	20.19
53-62	10.46	-71.37	8.33	0.49	130.26	-50.70	13.25	-98.83	-6.47	-8.74
63-72	104.10	7.50	21.95	-0.68	-90.56	-35.15	157.86	37.44	-0.88	-5.51
73-82	-30.60	-	4.41	-	-21.69	-	-426.65	-	3.15	-
83-92	-104.57	-	-4.90	-	-44.16	-	-133.85	-	-13.95	-

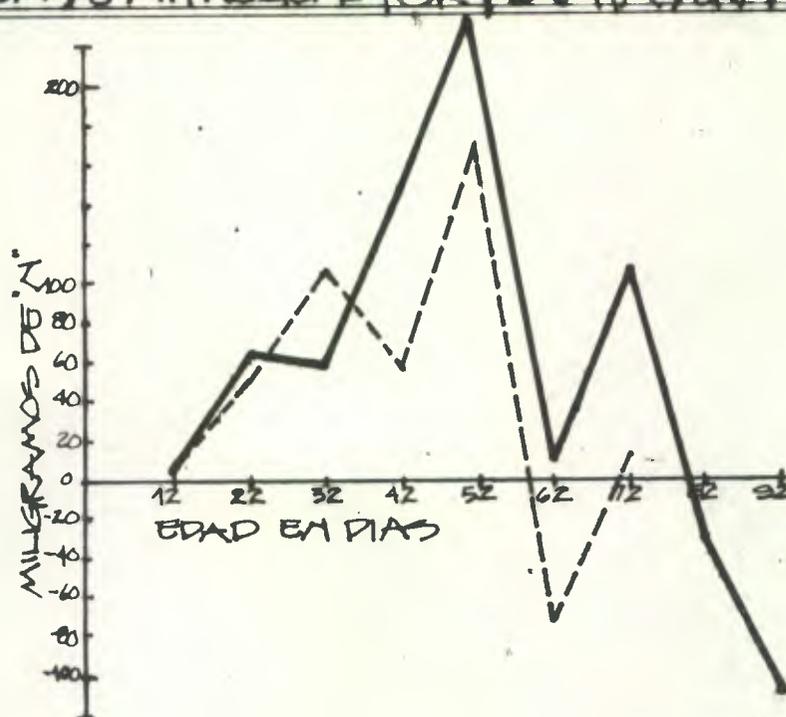
CUADRO N° 2

ABSORCION DE Fe, Cu, Zn, Mn, Na PARA LAS VARIETADES SUCHITAN Y LINEA 27 EN mg. DE ELEMENTOS /PLANTA

Edad de la Planta	HIERRO		COBRE		ZINC		MANGANESO		SODIO	
	Suchitán	Línea 27	Suchitán	Línea 27	Suchitán	Línea 27	Suchitán	Línea 27	Suchitán	Línea 27
0-12	0.17	0.253	0.001	0.001	0.007	0.008	0.013	0.019	0.28	0.38
13-22	2.68	2.03	0.023	0.018	0.096	0.046	0.488	0.278	9.25	5.36
23-32	12.13	12.26	0.021	0.033	0.099	0.213	0.273	0.629	1.74	1.76
33-42	13.48	4.57	0.207	0.092	0.278	0.145	0.832	0.229	17.33	16.06
43-52	-14.05	-10.07	-0.015	0.071	0.328	0.355	0.205	0.034	-7.25	-8.97
53-62	-7.34	-2.40	0.002	-0.052	0.169	-0.057	-0.429	-0.317	-2.16	-0.95
63-72	-0.93	-3.85	-0.038	-	-0.089	-0.516	-0.515	-0.529	-6.32	-8.22
73-82	-3.06	-	0.059	-	-0.163	-	-0.309	-	-3.08	-
83-92	-0.97	-	-0.020	-	-0.076	-	-0.185	-	-5.70	-

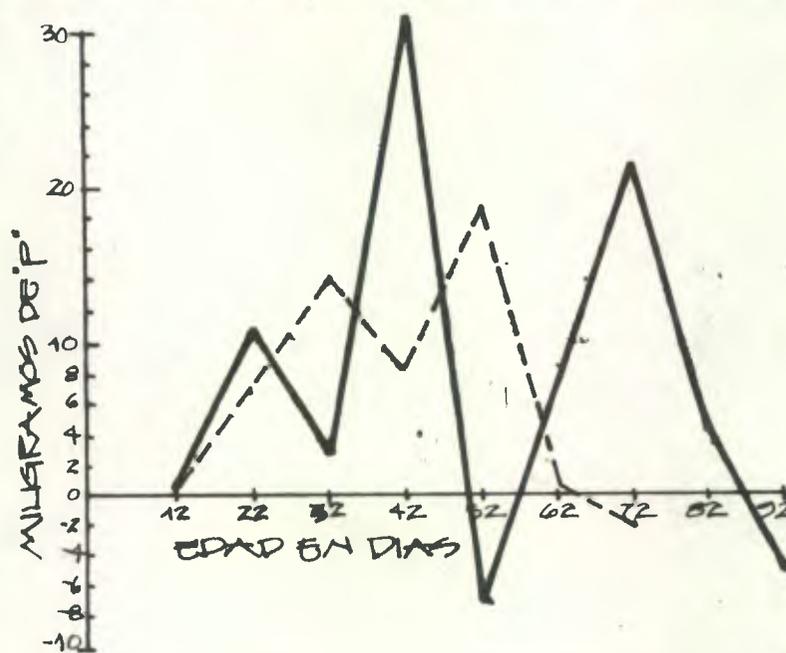
GRAFICA No. 1

ABSORCION DE NITROGENO POR PLANTA DURANTE EL CICLO



GRAFICA No. 2

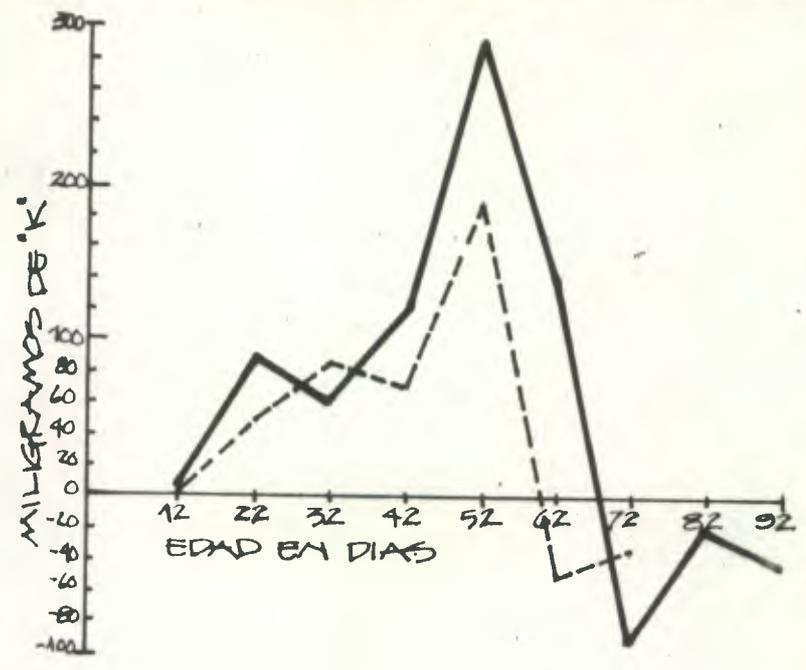
ABSORCION DE FOSFORO POR PLANTA DURANTE EL CICLO



SIMBOLOS		DESCRIPCION	SIMBOLOS		DESCRIPCION
V.S.	—	VARIEDAD SUCHITAN	L-27	- - - -	LINEA 27

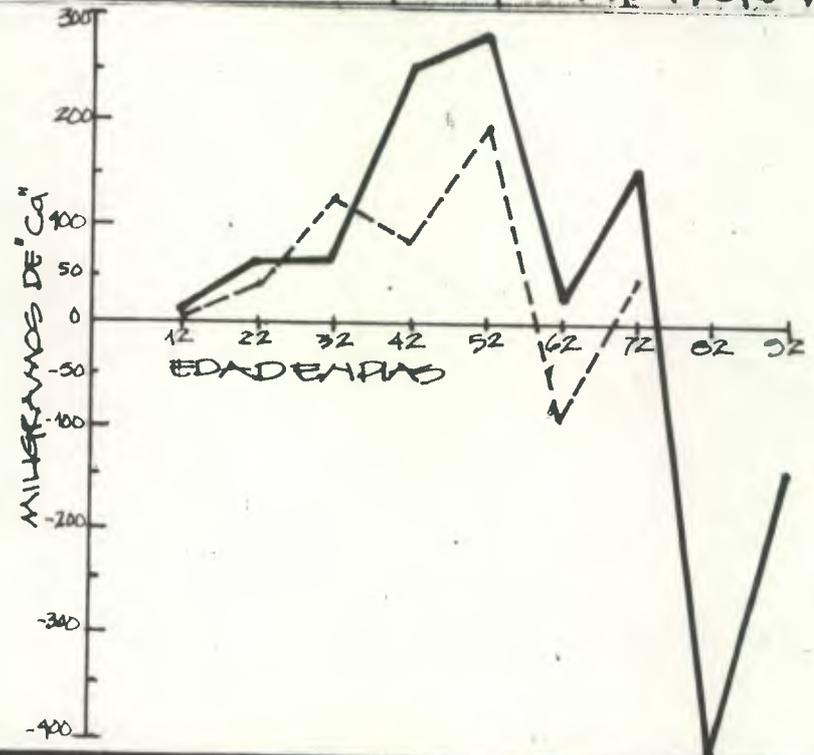
### GRAFICA No. 3

## ADSORCION DE POTASIO POR PLANTA DURANTE EL CICLO



### GRAFICA No. 4

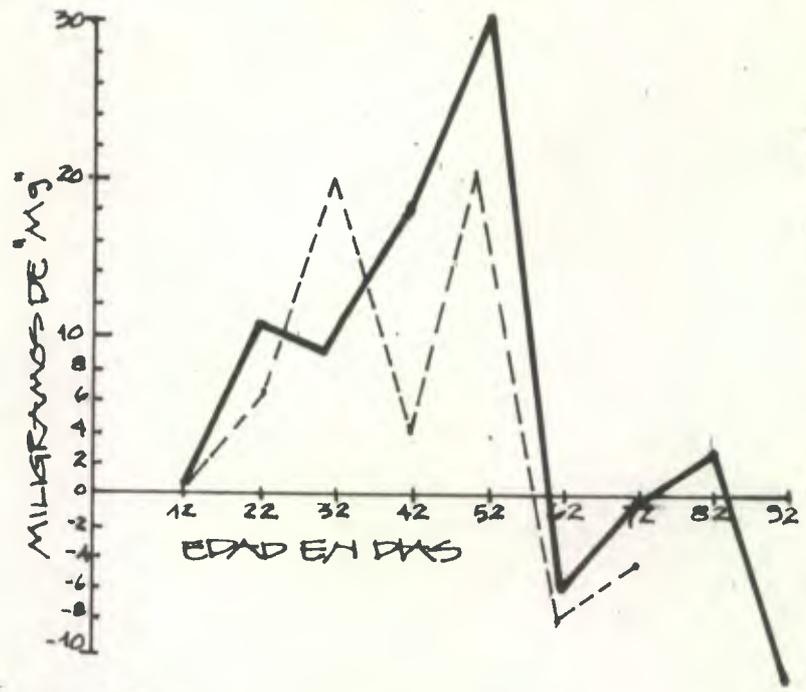
## ADSORCION DE CALCIO POR PLANTA DURANTE EL CICLO



SIMBOLOS		DESCRIPCION	SIMBOLOS		DESCRIPCION
V.S.	—	VARIEDAD SUCHITAN	L-27	- - - -	LINIA 27

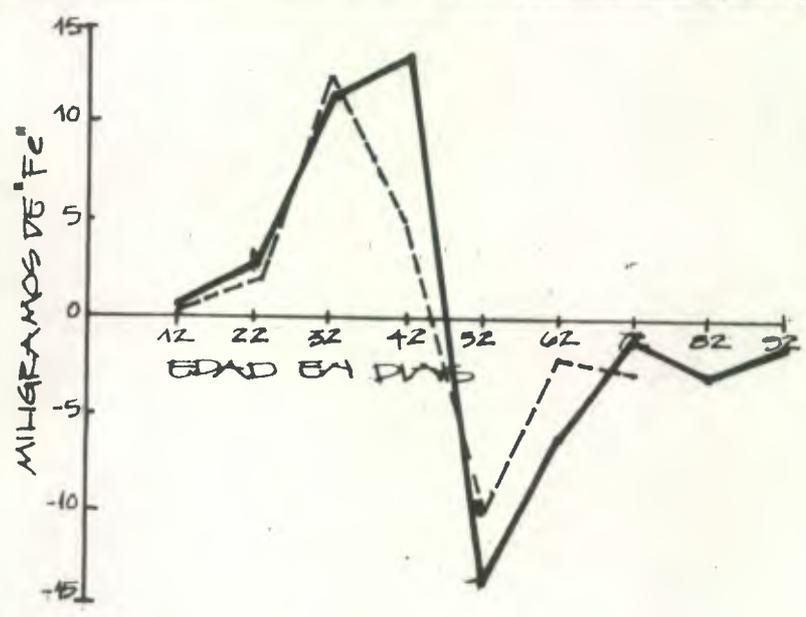
GRAFICA No. 5

ADSORCION DE MAGNESIO POR PLANTA DURANTE EL CICLO



GRAFICA No. 6

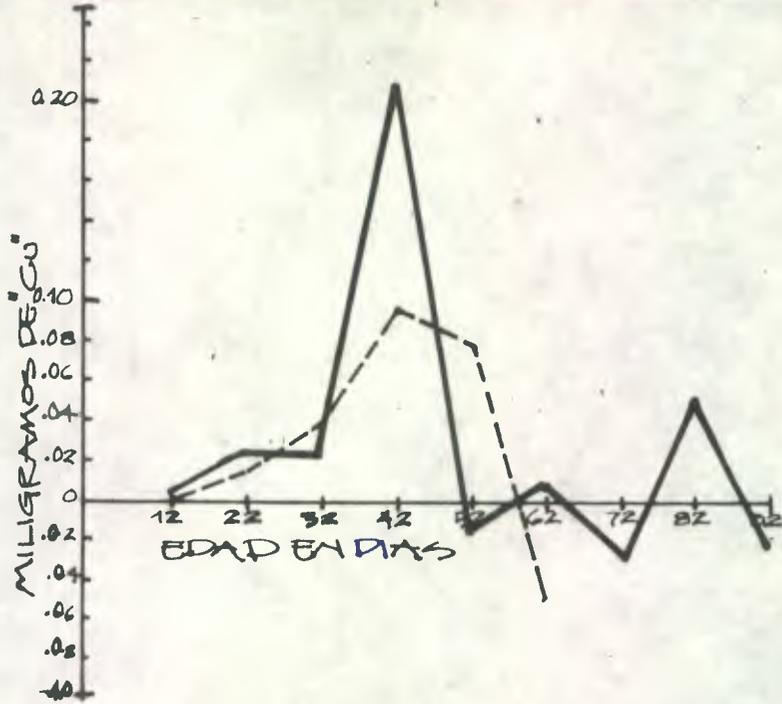
ADSORCION DE HIERRO POR PLANTA DURANTE EL CICLO



SIMBOLOS		DESCRIPCION	SIMBOLOS		DESCRIPCION
V.3	—————	VARIEDAD SUCHITAN	L27	-----	LINEA 27

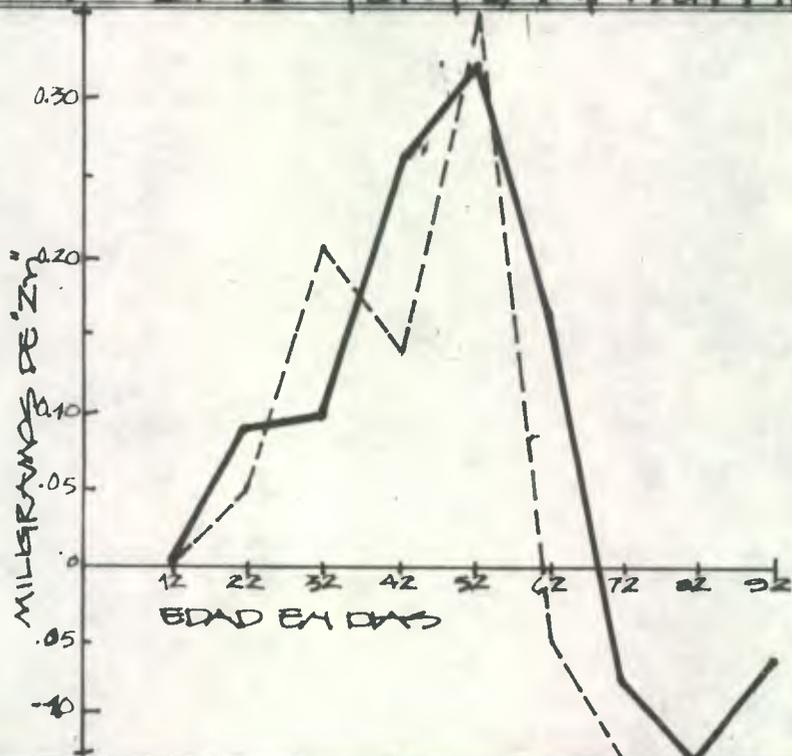
GRAFICA No. 7

ADSORCION DE COBRE POR PLANTA DURANTE EL CICLO



GRAFICA No. 8

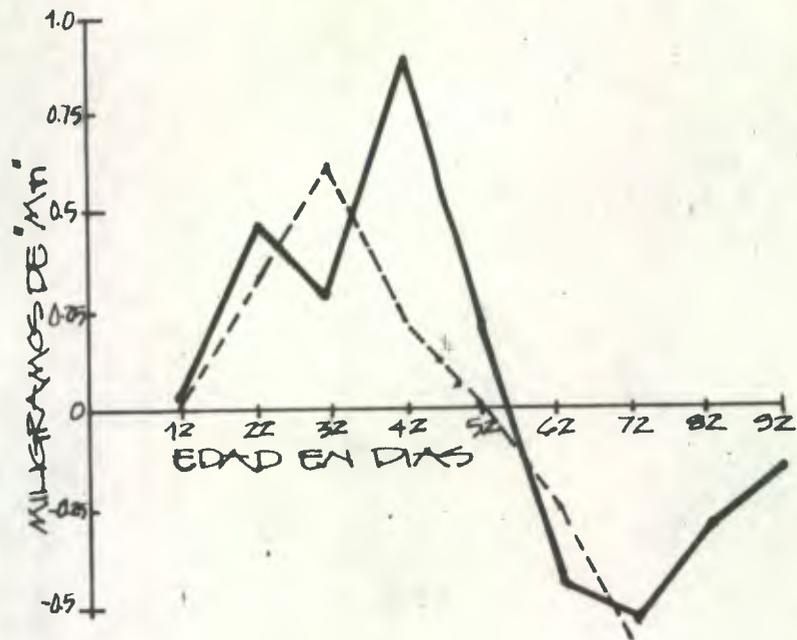
ADSORCION DE ZINC POR PLANTA DURANTE EL CICLO



SIMBOLOS	DESCRIPCION	SIMBOLOS	DESCRIPCION
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">V.S.</span> ———	VARIEDAD SUCHITAN	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">L. 27</span> - - - -	L. 27

GRAFICA N. 9

ABSORCION DE MANGANOSO POR PLANTA DURANTE EL CICLO



GRAFICA N. 10

ABSORCION DE SODIO - POR PLANTA DURANTE EL CICLO



SIMBOLOS		DESCRIPCION	SIMBOLOS		DESCRIPCION
V.S.	—————	VARIEDAD SUCUTIAH	L-27	-----	LINEA 27

## B. ABSORCIÓN DE LOS ELEMENTOS NUTRICIONALES EN LAS DIFERENTES PARTES DE LAS PLANTAS ESTUDIADAS

En análisis de la gráfica 11 y cuadro 3 muestra el movimiento del N dentro de las plantas Suchitán y Línea-27.

Claramente se observa que en ambas plantas la absorción del elemento se da hasta el comienzo de la fructificación (32 y 42 días respectivamente). Durante este período se acumula el N en las hojas aunque, con mayor eficiencia en la Línea-27 ya que fisiológicamente lo sostiene 10 días más que la Suchitán. A partir del inicio de la fructificación ambas plantas comienzan a trasladar a gran velocidad el N a las vainas y frutos. En la Suchitán el proceso se da en 40 días y en la Línea-27 en 30 días. Es importante resaltar el hecho que en la variedad Suchitán se absorben 455 mg de N/planta en los frutos o sea sólo 42 mg menos que el total de N que existía en toda la planta a los 92 días, y en la Línea-27 301 mg de N/planta o sea sólo 37 mg menos que lo existente en la planta a los 72 días. Podría decirse que la Línea 27 es más eficiente en acumular el N en el fruto y trasladarlo al mismo, esto se debe posiblemente a la mayor capacidad de sostener el N en sus hojas y tallo a una madurez fisiológica mayor que Suchitán.

El nivel máximo de absorción en los 2 tipos de planta no debe confundir al lector con la eficiencia de utilización del elemento ya que indiscutiblemente los niveles de absorción y acumulación por planta fueron mayores en la Suchitán que en la Línea-27 pero las pérdidas fisiológicas relativamente fueron menores en la Línea-27.

La absorción total del fósforo fue enormemente inferior al N en ambos genotipos ya que los niveles finales de la Suchitán a los 92 días fue sólo de 68 mg/planta y en la Línea-27 a los 72 días de 48 mg/planta. Ahora bien el análisis de distribución y acumulación, en ambos genotipos indican que la mayor cantidad del mismo se deposita en el fruto en cantidades casi similares a las absorbidas por la planta lo que indica una eficiente y casi total traslocación del P de todas las partes de la planta al fruto al momento en que cada genotipo inicia su fructificación. A pesar de los diferentes períodos vegetativos y de floración de las plantas es conveniente mencionar que el fósforo se absorbe en ambas plantas sólo hasta los 42 días. La Línea-27 lo trasloca a las vainas y fruto a partir de esta fecha pero en Suchitán se suscitan pérdidas, ya que este genotipo comienza a traslocarlo hasta los 52 días. Previo a la etapa de traslocación, los lugares de mayor acumulación del P en ambas plantas son las hojas y tallos. Situación similar a lo que sucede con el N, se da con la Línea-27, ya que a los 42 días como ya se dijo, se trasloca a las vainas y todavía acumula cierta cantidad de P en los tallos, hasta los 52 días, lo que denota una eficiencia mayor en la utilización de este elemento en el proceso de la fructificación.

El siguiente elemento de importancia entre los mayores es el potasio. Al igual que los elementos N y P el K se trasloca en ambas plantas y en mayor cantidad al fruto a partir del inicio de la formación de éste (52 días para la Suchitán y 42 días para la Línea-27). Un porcentaje menor al fruto pero muy superior a lo que pueda quedar en raíces, peciolo y hojas, queda retenido en el tallo (ver cuadro 5 y gráfica 13), por otro lado el K en ambos genotipos sufre de acuerdo a su ciclo de maduración, una absorción y pérdida del elemento bien relacionada, ya que

como puede observarse en la gráfica 13, ésta muestra que en la Suchitán la absorción se manifiesta hasta los 62 días o sea 10 días más tarde que en la Línea-27.

Siguiendo con la discusión del comportamiento de los elementos trataremos a continuación el Calcio, el cual a través del análisis de la gráfica 14 y cuadro 6 nos presenta un panorama de su comportamiento. Es sumamente interesante el comportamiento de este elemento en las plantas estudiadas ya que sus patrones de comportamiento son sumamente diferentes en ambas. La variedad Suchitán durante su período de crecimiento, floración y crecimiento de las vainas, absorbe a través de sus raíces Ca, el cual lo trasloca a los tallos durante todo este tiempo, a su vez el tallo a las hojas, las cuales lo acumulan hasta la formación de vainas y a los 52 días lo traslocan, alcanzando en 10 días casi los mismo niveles que existe en las hojas antes de la traslocación, después de lo cual se suscita una enorme pérdida del mismo lo que produce que casi todas las partes de la planta al final del ciclo tanto el grano como el resto del vegetal conserven muy poco elemento del que fue absorbido en forma total (de 802 mg/planta a los 72 días quedan en el grano que es el que más conserva 141 mg/planta). Por otro lado la Línea-27 también absorbe largo tiempo de su vida el Ca (52 días) y también sufre una traslocación al tallo aunque éste no sólo lo trasloca a las hojas eficientemente sino que también lo acumula hasta el final del ciclo. Además el proceso de traslocación a las vainas (42 días) parece darse en forma fluída y eficiente pues el esquema general de la Línea-27 manifiesta que los frutos en primer lugar sostienen una buena cantidad del Ca total absorbido (de 444 mg/planta absorbido a los 52 días quedan 255 mg/planta) y los tallos otra buena cantidad, lo

que hace a estas plantas mucho más eficientes para utilizar el Ca y posiblemente sea ésta una de las razones para soportar mayor resistencia a la sequía, ya que algunos vegetales inferiores como las bacterias esporulantes se sabe que el Ca unido a otros constitutivos, es una de las razones principales que las hace resistir altas temperaturas y largos períodos de sequía. Lo anterior es un supuesto, pero adaptando la idea a la planta de frijol estudiada, podría ser una respuesta que valdría la pena investigar.

Otro de los elementos de importancia en la nutrición de las plantas es el Mg del cual se presentan los datos en el cuadro 7 y gráfica 15. La absorción de este elemento no es muy grande en las plantas de frijol ya que como puede observarse el total acumulado a los 52 días en la Suchitán es 71 mg/planta y en la Línea-27 es de 50 mg/planta, aunque debe notarse que este último tipo de planta mencionado llega a su pico de máxima absorción con 10 días de madurez fisiológica más que la variedad Suchitán.

La acumulación del elemento Mg absorbido durante el crecimiento y floración de las variedades se da en primer lugar en las hojas y en segundo en los tallos sosteniendo éstos últimos una constante acumulación casi hasta el final del período vegetativo en ambos genotipos. En forma similar a lo ocurrido con el N, P y K, es en el período de formación de vainas, tanto en la Suchitán como en la Línea-27, que ocurre una traslocación del elemento acumulado principalmente en las hojas hacia las vainas y frutos los que al final sostienen entre el 50 y 55% del total de magnesio absorbido.

El análisis de los elementos Fe, Cu, Zn, Mn y Na en las plantas de frijol presentan un comportamiento diferente

en cada uno (cuadros 8, 9, 10, 11 y 12 y gráficas 16, 17, 18, 19 y 20) aunque en algunos de ellos el comportamiento es similar. Para discutir sobre los diferentes efectos partiremos del hecho común, que manifestaron en su capacidad de acumulación final en el grano de cada elemento; de tal forma que si analizamos cada gráfica notaremos que existen 2 grupos: El Fe, Mn y Na que tienden a perder en un momento dado la mayor parte de los elementos absorbidos, traslocados y acumulados y los elementos Cu y Zn que a través de los fenómenos de absorción, acumulación y traslocación dejan un buen porcentaje de cada uno en el grano, sin que se pierda mucho de lo absorbido por la planta.

El primer grupo de elementos tiene como aspecto común, que una vez iniciada la formación de vainas en ambas variedades los elementos se comienzan a traslocar a ellas pero por un corto período ya que al poco tiempo pierden de nuevo casi el total de lo que les fue traslocado, presentando al final un valor muy bajo en relación a la capacidad total de absorción de la planta.

Las observaciones que Asif (2 y 3) efectuó al correlacionar niveles de N, P y K con los diferentes elementos menores, tales como Fe, Mn y otros, muestran que existen efectivas correlaciones, las que discutiremos más adelante. Por otro lado Asif menciona que la máxima acumulación de estos elementos y del Mn se da en las hojas, aspecto que se corrobora en este trabajo ya que antes de efectuarse cualquier pérdida o traslocación fueron las hojas las que acumularon estos nutrientes.

El grupo 2 de elementos menores constituidos por el Cu y Zn muestran claramente que una buena cantidad de los elementos absorbidos por la raíz son acumulados en buena proporción en el tallo y hojas, para luego ser traslocados

a las vainas y granos con gran eficiencia, donde se acumulan finalmente sin suscitarse pérdidas significativas en ambas variedades. Ahora bien esta traslocación final al grano tiene diferentes formas de realizarse en cada elemento y tipo de planta.

El cobre en la variedad Suchitán y Línea-27 se acumula en proporciones similares en los tallos y hojas, aunque el análisis fisiológico de las plantas determina que dicho elemento se sostiene por más tiempo en la Línea-27, antes de comenzar a ser traslocado a las vainas, lo que sin duda alguna hace que este tipo de planta sea más eficiente para acumular el Cu, ya que en términos generales el nivel es casi igual en el grano en ambos tipos de planta al final de su ciclo, a pesar de que la Línea-27 absorbe un total menor de Cu que la Suchitán. Por otro lado el Zn también se mueve en los genotipos estudiados un tanto diferente en cada caso; Suchitán absorbe largo tiempo este elemento y lo acumula en el tallo más o menos hasta la mitad de su vida, en cambio la Línea-27 lo hace más o menos hasta las dos terceras partes de su ciclo. El Zn en ambas plantas se trasloca a las hojas en forma diferente, ya que Suchitán lo trasloca y pierde a los 42 días en cambio la Línea-27 parece que lo trasloca constantemente y que en el momento que la raíz baja su absorción, éste se traslada al tallo para seguir acumulándose allí, lo que de nuevo en forma relativa, tanto por los niveles totales absorbidos en cada planta y por el total final acumulado en los frutos, presupone una mayor eficiencia fisiológica de este tipo de planta.

En síntesis la acumulación y traslocación de cada elemento en cada una de las partes de las plantas estudiadas a lo largo del ciclo mostraron que:

a. El N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn son acumula-

dos en mayor porcentaje en las hojas de ambos genotipos, suscitándose posteriormente un traslado de este elemento a las vainas y grano, aunque sólo el N, P, K, Mg, Cu y Zn se acumulan acá en cantidades relativamente altas al total absorbido por la planta ya que el Fe y Mn después de la etapa de traslocación y acumulación se pierde casi totalmente. El Ca se comporta en forma diferente, como ya fue planteado, ya que después de la traslocación y acumulación en las vainas y grano sólo sostiene una cantidad alta del mismo la Línea-27.

- b. En los tallos la cantidad acumulada, de Na es mayor que en las hojas aunque una buena cantidad de P, K, Mg, Cu y Zn es acumulado en menor cuantía que en las hojas, pero debe resaltarse el hecho que el K y el Cu alcanzan en ambos genotipos niveles de absorción casi tan altos como en las hojas. El Ca también se acumula en segundo término en los tallos pero sólo alcanza niveles de acumulación relativamente altos y de constante ascenso en la Línea-27 ya que en Suchitán es bastante bajo el nivel manifestado, en relación al total absorbido por la planta; indiscutiblemente el tallo sirve como medio de conducción de estos elementos, aunque es interesante anotar que en la mayoría de los casos contribuye directamente a la acumulación del mismo en los frutos.
- c. Se puede decir también que el K y Cu jugaron un papel importante en los peciolo de las plantas, ya que aunque en un nivel cuantitativo terciario, en relación al total absorbido, estos elementos se acumularon acá hasta cerca de las 2/3 partes de vida de los genotipos, etapa en la que comenzaron a declinar, lo que presupone una función importante como medio de sostén para

las hojas, y si hacemos referencia al hecho de que estos mismos elementos se acumularon en gran proporción en los tallos se refuerza el hecho de que no sólo actúan como medios de sostén sino que podrían tener una función importante en la traslocación de los nutrimentos estudiados.

- d. El Fe después de las hojas fue absorbido en segundo lugar por la raíz, en ambos genotipos fue absorbido hasta los 42 días en forma muy acelerada, permitiendo en ambos casos conservar después de iniciado el descenso altas cantidades hasta la maduración de las plantas, lo que puede implicar una función importante de este elemento en la nutrición de las mismas.

CUADRO N° 3

CONTENIDO DE NITROGENO ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

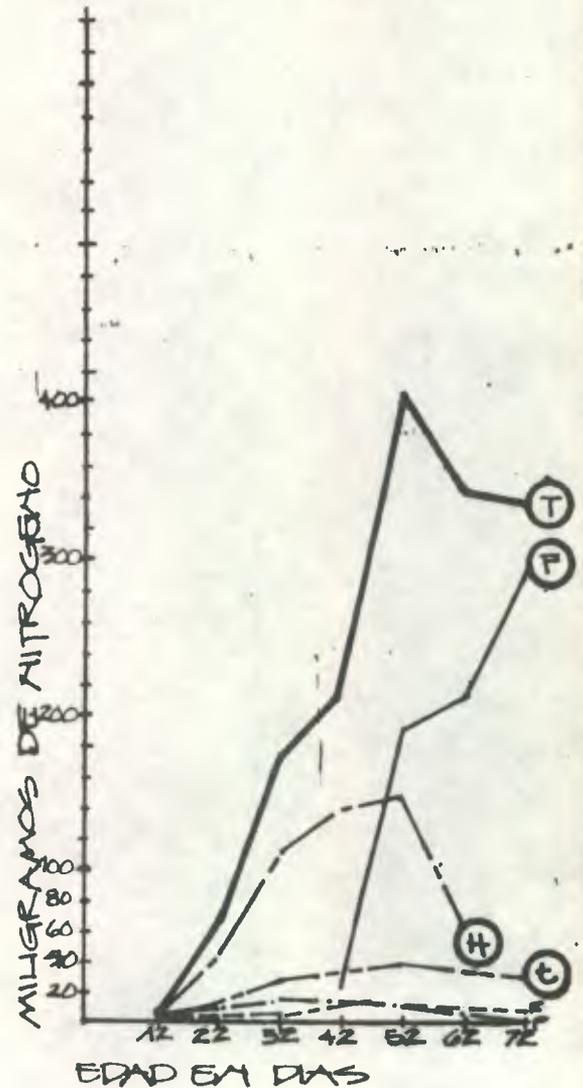
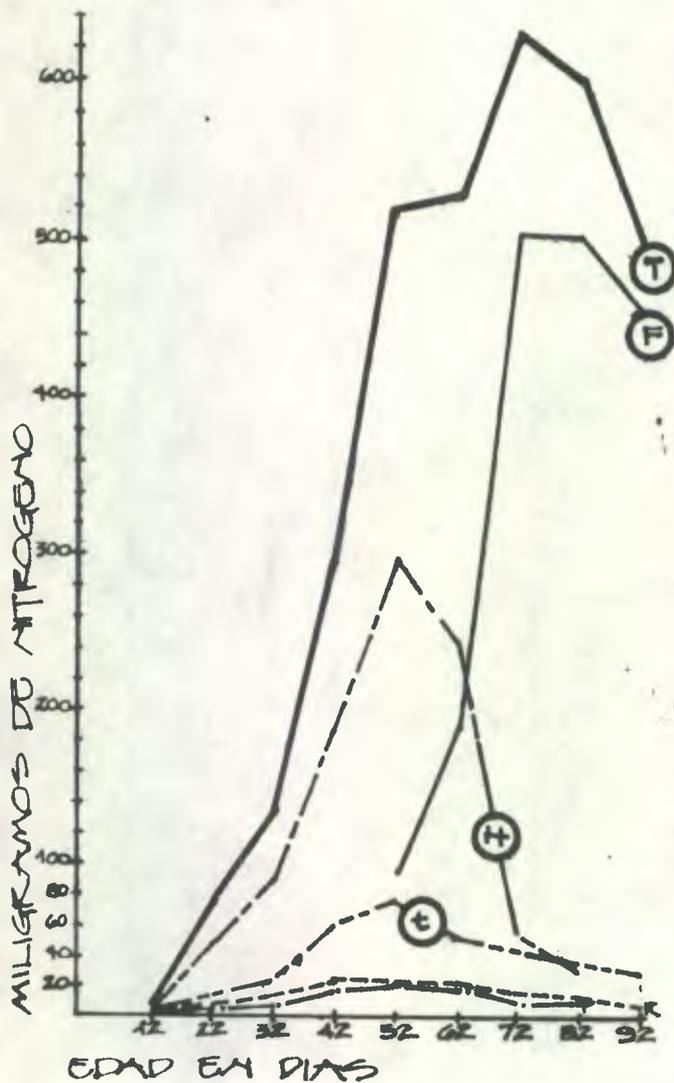
Edad de la Planta	Variedad	PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
		Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	1.29	21.04	2.07	33.77	2.40	39.15	0.37	6.04	-	-	6.13	100
	Línea 27	1.31	15.48	2.65	31.32	4.25	50.24	0.25	2.96	-	-	8.46	100
22	Suchitán	4.69	6.37	15.37	20.84	46.88	63.57	6.80	9.22	-	-	73.74	100
	Línea 27	4.55	6.70	13.71	20.19	44.34	65.28	5.32	7.83	-	-	67.92	100
32	Suchitán	14.41	10.86	21.19	15.97	89.00	67.06	8.11	6.11	-	-	132.71	100
	Línea 27	12.34	7.23	28.26	16.56	117.61	68.89	12.50	7.32	-	-	170.71	100
42	Suchitán	19.21	6.77	60.77	21.39	184.46	64.93	19.63	6.91	-	-	284.07	100
	Línea 27	14.48	6.38	33.60	14.89	138.10	61.21	14.57	6.46	24.95	11.06	225.60	100
52	Suchitán	23.12	4.46	77.08	14.88	295.86	57.12	24.23	4.68	97.70	18.86	517.99	100
	Línea 27	12.70	3.16	38.09	9.47	148.12	36.81	12.26	3.05	191.19	47.52	402.36	100
62	Suchitán	21.12	4.01	53.62	10.15	246.90	46.72	23.13	4.38	183.68	34.76	528.45	100
	Línea 27	11.23	3.39	34.61	10.46	64.35	19.44	5.59	1.69	215.21	65.02	330.99	100
72	Suchitán	15.62	2.47	43.12	6.82	54.81	8.66	10.76	1.70	508.24	80.35	632.55	100
	Línea 27	8.28	2.44	27.81	8.22	-	-	1.75	0.52	300.65	88.82	338.49	100
82	Suchitán	12.58	2.09	37.82	6.28	34.47	5.73	9.85	1.64	507.23	84.23	601.26	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	8.76	1.76	33.62	6.76	-	-	-	-	455.00	91.48	497.38	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## GRAFICA No. 11

CONTENIDO DE N ANALIZADO EN LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA.-

VARIEDAD SUCHITAM

LINEA 27



SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
Ⓣ	—	Ⓣ	— — — —
Ⓣ	—	Ⓣ	— — — —
Ⓣ	— — — —	Ⓣ	— — — —
Ⓣ	— — — —	Ⓣ	— — — —

CUADRO N° 4

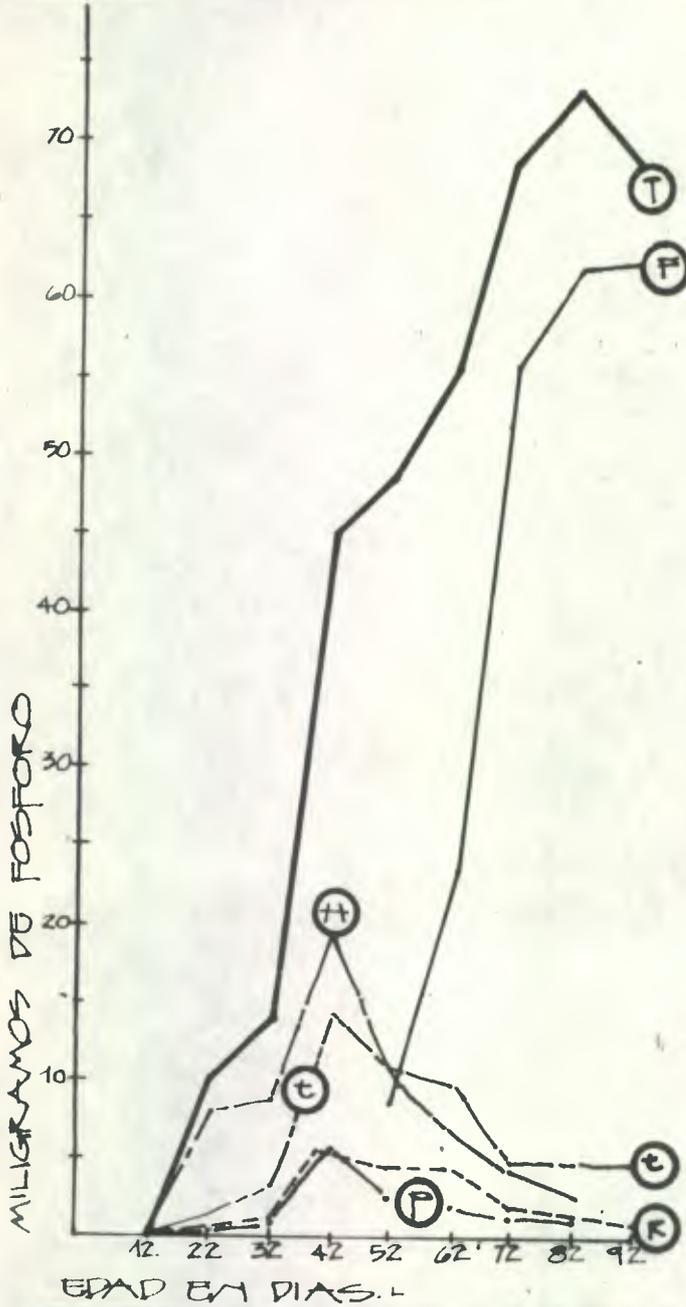
CONTENIDO DE FOSFORO ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

Edad de la Planta	Variedad	PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
		Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	0.20	29.85	0.22	32.84	0.22	32.84	0.03	4.48	-	-	0.67	100
	Línea 27	0.15	18.99	0.21	26.58	0.40	50.63	0.03	3.80	-	-	0.79	100
22	Suchitán	0.81	6.76	1.93	16.11	8.32	69.45	0.92	7.68	-	-	11.98	100
	Línea 27	0.75	10.33	1.77	24.38	4.07	56.06	0.67	9.23	-	-	7.26	100
32	Suchitán	1.60	10.90	3.08	21.00	8.31	56.65	1.68	11.45	-	-	14.67	100
	Línea 27	1.84	8.60	4.98	23.28	12.00	56.10	2.57	12.02	-	-	21.39	100
42	Suchitán	5.91	12.90	14.63	31.92	19.82	43.26	5.46	11.92	-	-	45.82	100
	Línea 27	2.12	7.18	6.22	21.03	12.76	43.15	4.14	14.00	4.33	14.64	29.57	100
52	Suchitán	2.47	6.44	11.47	29.90	11.24	29.29	4.59	11.96	8.60	22.41	38.37	100
	Línea 27	1.67	3.48	7.04	14.66	11.39	23.72	3.48	7.25	24.44	50.90	48.02	100
62	Suchitán	2.24	4.80	9.69	20.75	6.95	14.88	4.57	9.79	23.25	49.79	46.70	100
	Línea 27	1.39	2.87	6.59	13.58	6.53	13.46	1.37	2.82	32.63	67.26	48.51	100
72	Suchitán	1.54	2.24	4.66	6.79	4.44	6.47	2.04	2.97	55.97	81.53	68.65	100
	Línea 27	1.11	2.32	2.05	4.29	-	-	0.26	0.54	44.41	92.85	47.83	100
82	Suchitán	1.54	2.11	4.66	6.38	2.85	3.90	1.54	2.11	62.47	85.51	73.06	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	1.00	1.47	4.64	6.81	-	-	-	-	62.52	91.73	68.16	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

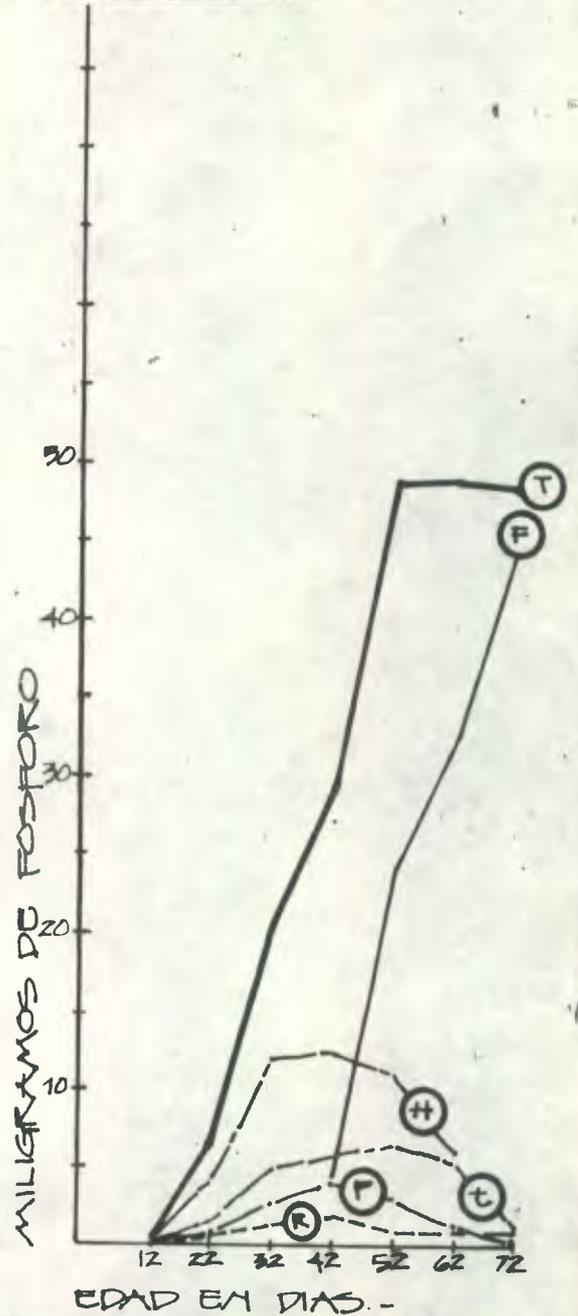
GRAFICA No. 12

CONTENIDO DE P ANALIZADO EN LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA.-

VARIEDAD SUCHITAM



LINEA 27



SIMBOLOS	DESCRIPCION	SIMBOLOS	DESCRIPCION
(T)	————— TOTAL	(t)	----- TALLO
(F)	————— FRUTO	(R)	----- RAIZ
(H)	----- HOJAS	(P)	----- PEQUEÑOS

CUADRO N° 5

CONTENIDO DE POTASIO ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

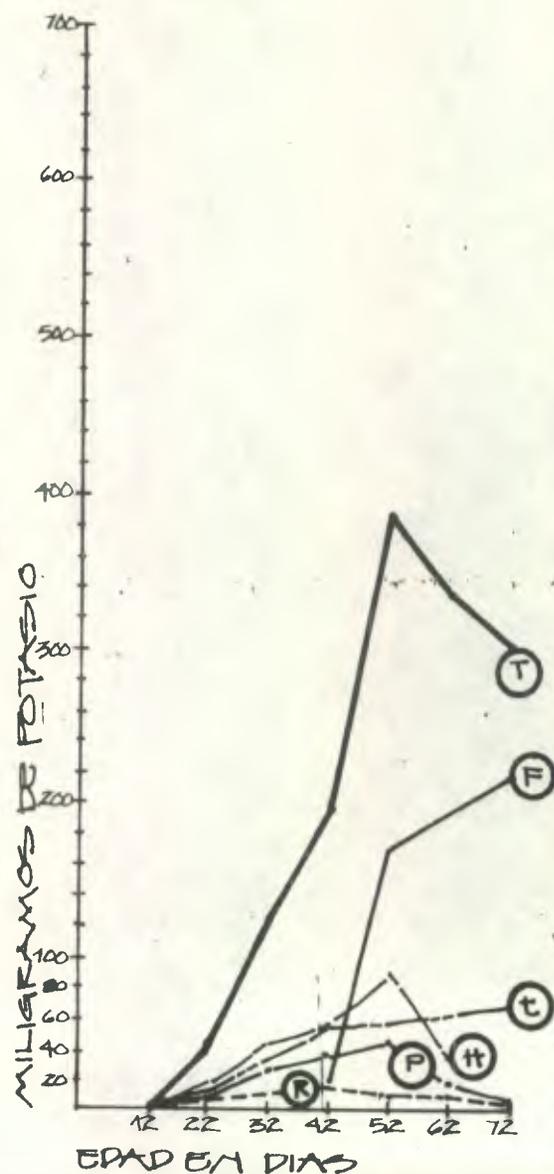
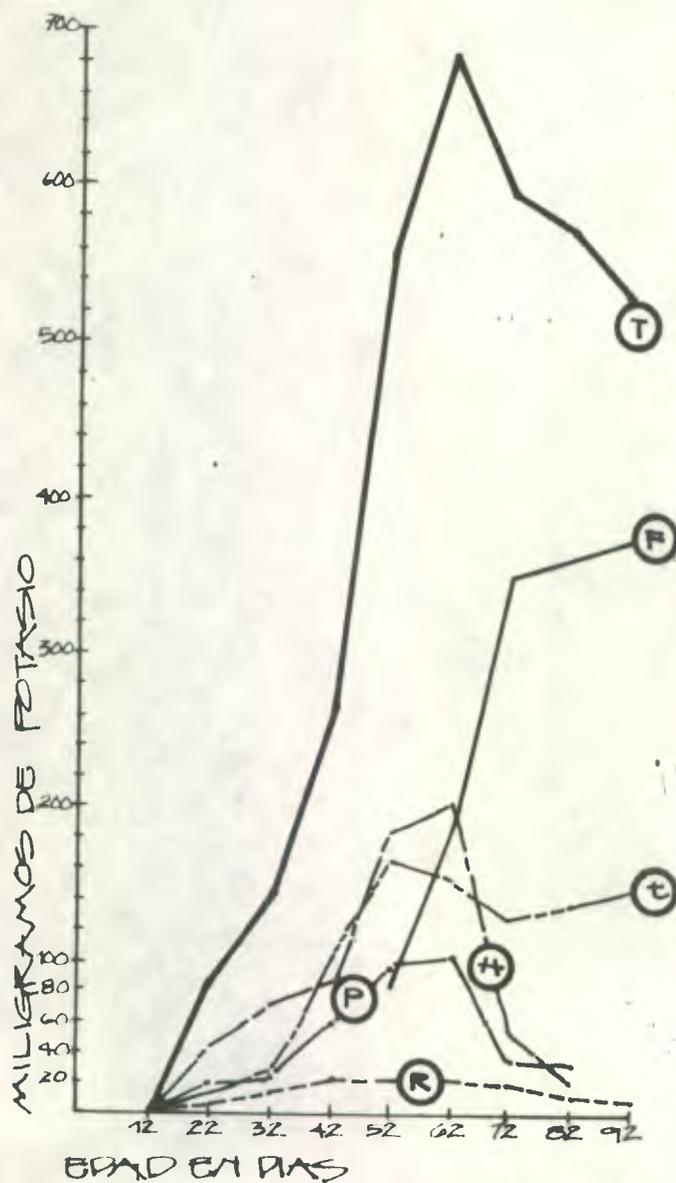
Edad de la Planta	Variedad	PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
		Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	0.89	22.82	1.40	35.90	1.00	25.64	0.61	15.64	-	-	3.90	100
	Línea 27	0.93	21.78	1.34	31.38	1.65	38.64	0.35	8.20	-	-	4.27	100
22	Suchitán	4.72	5.43	15.75	18.13	45.95	52.91	20.43	23.52	-	-	86.85	100
	Línea 27	3.73	7.97	11.78	25.16	18.62	39.77	12.69	27.10	-	-	46.82	100
32	Suchitán	14.57	10.00	29.93	20.54	72.38	49.68	28.81	19.77	-	-	145.69	100
	Línea 27	12.94	10.19	37.17	29.27	46.68	36.76	30.21	23.79	-	-	127.00	100
42	Suchitán	25.83	9.61	95.40	35.50	88.48	32.93	59.02	21.96	-	-	268.73	100
	Línea 27	15.59	7.99	58.53	30.01	59.86	30.69	40.61	20.82	20.43	10.48	195.02	100
52	Suchitán	26.52	4.77	165.62	29.80	182.00	32.74	96.39	17.34	85.31	15.36	555.84	100
	Línea 27	13.30	3.41	62.10	15.94	92.00	23.61	47.60	12.22	174.60	44.82	389.60	100
62	Suchitán	27.59	4.02	155.00	22.59	204.89	29.86	104.10	15.17	194.52	28.35	686.10	100
	Línea 27	13.11	3.87	65.51	19.33	37.22	10.98	19.32	5.70	203.74	60.12	338.90	100
72	Suchitán	22.14	3.72	127.03	21.33	55.31	9.29	37.39	6.28	353.67	59.39	595.54	100
	Línea 27	5.76	1.90	70.76	23.30	-	-	6.45	2.12	220.78	72.68	303.75	100
82	Suchitán	14.94	2.60	136.38	23.77	22.81	3.97	34.47	6.01	365.25	63.65	573.85	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	9.67	1.83	145.50	27.47	-	-	-	-	374.52	70.71	529.69	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## GRAFICA No. 13

## CONTENIDO DE "K" ANALIZADO EN LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA.

VARIEDAD SUCHIYAM

LINEA 27



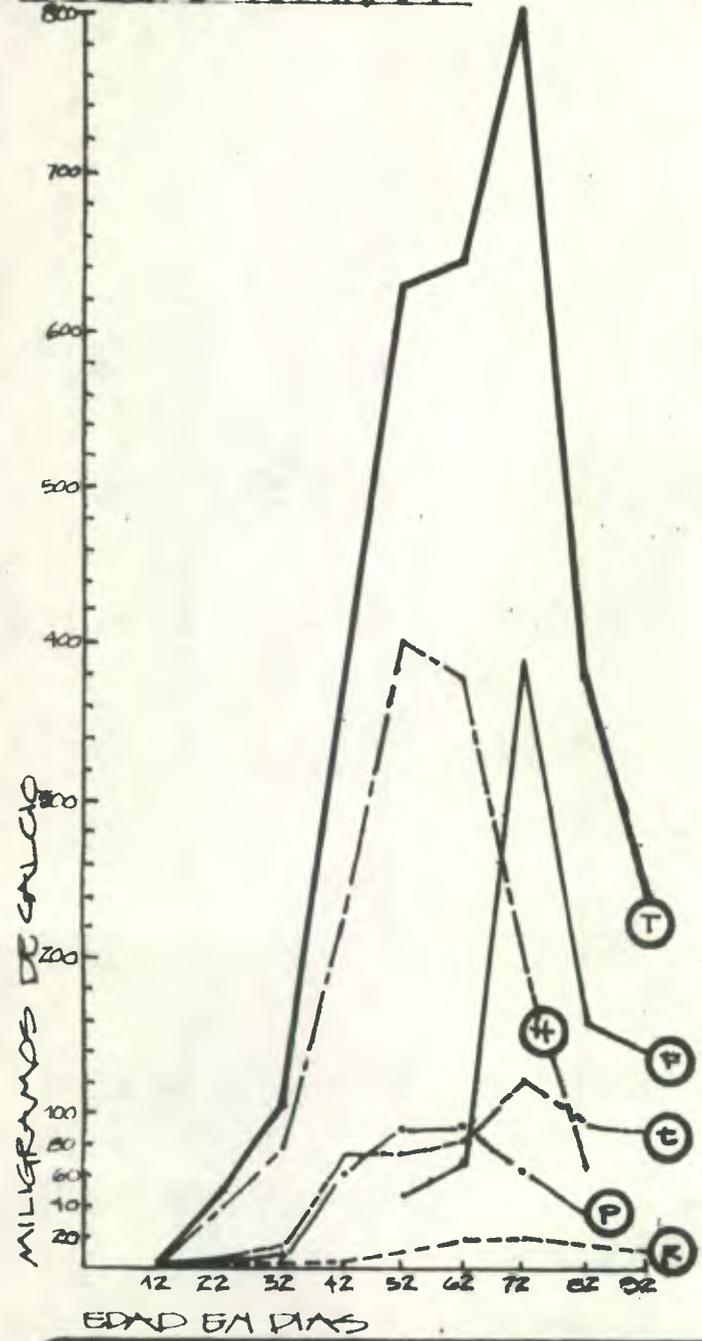
SIMBOLOS		DESCRIPCION	SIMBOLOS		DESCRIPCION
(T)	—————	TOTAL	(t)	-----	TALLO
(F)	—————	FRUTO	(R)	-----	RAIZ
(H)	-----	HOJAS	(P)	-----	PEQUELOS

CUADRO N° 6  
 CONTENIDO DE CALCIO ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS DURANTE  
 SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

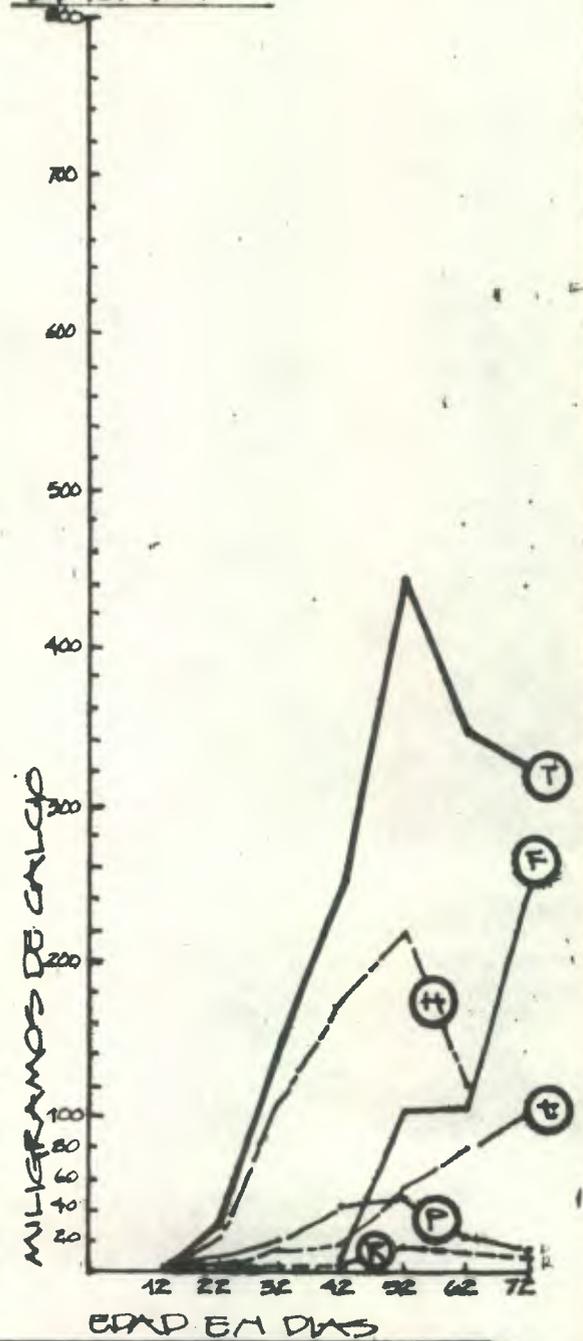
Edad de la Planta	Variedad	PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
		Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	0.25	20.16	0.36	29.03	0.50	40.32	0.13	10.48	-	-	1.24	100
	Línea 27	0.25	14.71	0.48	28.24	0.89	52.35	0.08	4.71	-	-	1.70	100
22	Suchitán	1.15	2.18	4.06	7.70	43.05	81.61	4.49	8.51	-	-	52.75	100
	Línea 27	1.31	4.27	4.00	13.04	22.17	72.26	3.20	10.43	-	-	30.68	100
32	Suchitán	5.27	4.77	12.26	11.10	79.81	72.25	13.13	11.89	-	-	110.47	100
	Línea 27	3.85	2.52	14.64	9.57	114.04	74.56	20.43	13.36	-	-	152.96	100
42	Suchitán	8.86	2.51	76.32	21.61	205.49	58.18	62.53	17.70	-	-	353.20	100
	Línea 27	5.14	2.07	18.29	7.35	175.24	70.47	43.47	17.48	6.54	2.63	248.68	100
52	Suchitán	16.64	2.64	76.17	12.07	400.72	63.51	89.25	14.15	48.16	7.63	630.94	100
	Línea 27	17.21	3.87	55.06	12.40	219.44	49.40	47.73	10.75	104.76	23.58	444.20	100
62	Suchitán	20.20	3.14	84.63	13.14	377.34	58.58	92.27	14.32	69.75	10.83	644.19	100
	Línea 27	14.11	4.09	79.52	23.02	121.97	35.32	22.34	6.47	107.43	31.11	345.37	100
72	Suchitán	20.48	2.55	125.28	15.62	198.76	24.78	64.58	8.05	392.95	48.99	802.05	100
	Línea 27	12.99	3.39	104.30	27.25	-	-	10.80	2.82	254.72	66.54	382.81	100
82	Suchitán	15.95	4.25	96.01	25.58	64.80	17.26	38.78	10.33	159.86	42.58	375.40	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	12.59	5.21	88.11	36.48	-	-	-	-	140.84	58.31	241.55	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GRAFICA No. 14  
CONTENIDO DE Ca ANALIZADO EN LAS DIFERENTES  
PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA.-

VARIEDAD SUCUTIVARI



LINEA E7



SIMBOLOS	DESCRIPCION	SIMBOLOS	DESCRIPCION
Ⓣ	TOTAL	Ⓣ	TALLO
ⓕ	FRUTO	Ⓡ	RAIZ
Ⓢ	HOLMS	Ⓟ	PECIOLOS

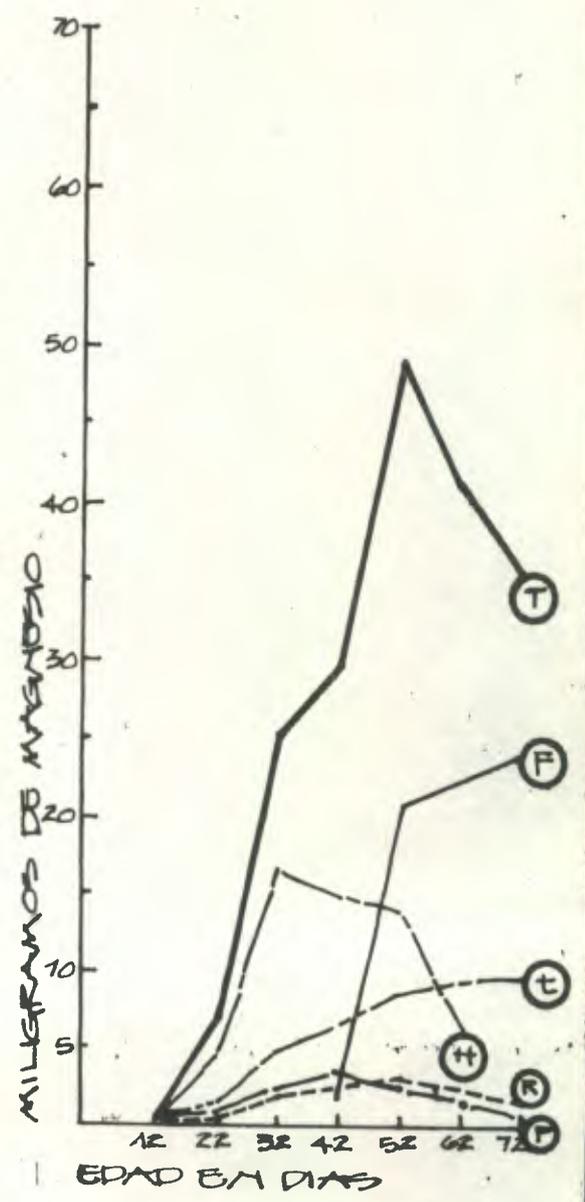
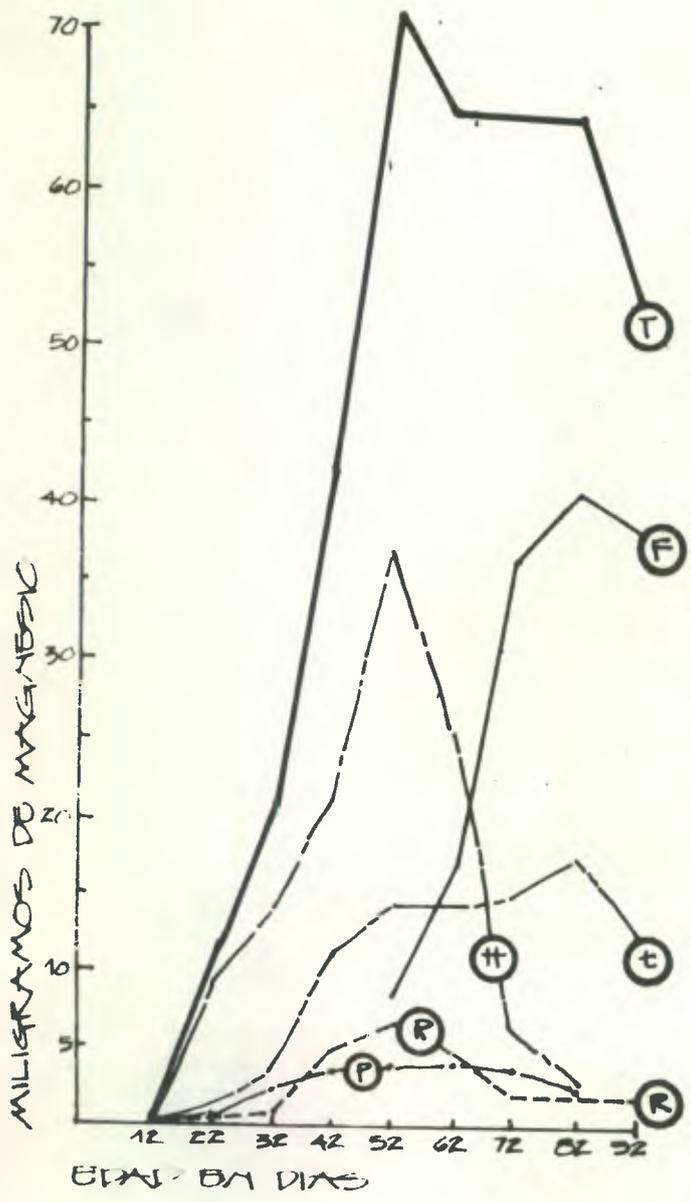
CUADRO N° 7  
 CONTENIDO DE MAGNESIO ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS  
 DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

Edad de la Planta	Variedad	PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECTIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
		Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	0.14	34.15	0.12	29.27	0.13	31.71	0.02	4.88	-	-	0.41	100
	Línea 27	0.16	27.59	0.16	27.59	0.24	41.38	0.02	3.45	-	-	0.58	100
22	Suchitán	0.64	5.40	1.30	10.96	9.23	77.82	0.69	5.82	-	-	11.86	100
	Línea 27	0.67	9.49	1.31	18.56	4.59	65.01	0.49	6.94	-	-	7.06	100
32	Suchitán	1.94	9.24	3.61	17.20	14.12	67.27	1.32	6.29	-	-	20.99	100
	Línea 27	1.75	6.93	4.84	19.16	16.61	65.76	2.06	8.16	-	-	25.56	100
42	Suchitán	3.47	8.26	11.77	28.02	21.27	50.64	5.49	13.07	-	-	42.00	100
	Línea 27	2.42	8.20	6.53	22.13	15.36	52.05	2.86	9.69	2.34	7.93	29.51	100
52	Suchitán	3.68	5.16	14.65	20.56	37.45	52.55	6.89	9.67	8.60	12.07	71.27	100
	Línea 27	3.26	6.56	8.69	17.48	14.35	28.87	2.45	4.93	20.95	42.15	49.70	100
62	Suchitán	3.64	5.62	14.21	21.93	25.06	38.67	4.84	7.47	17.05	26.31	64.80	100
	Línea 27	2.60	6.35	9.06	22.12	5.94	14.50	1.31	3.20	22.05	53.83	40.96	100
72	Suchitán	3.20	5.01	15.15	23.70	6.42	10.04	2.38	3.72	36.77	57.53	63.92	100
	Línea 27	1.48	4.17	9.41	26.54	-	-	0.51	1.44	24.05	67.84	35.45	100
82	Suchitán	2.56	3.82	17.46	26.03	3.76	5.61	2.39	3.56	40.90	60.98	67.07	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	1.83	3.45	12.75	24.00	-	-	-	-	38.54	72.55	53.12	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GRAFICA No. 15  
CONTENIDO DE Mg ANALIZADO EN LAS DIFERENTES  
PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA.

VARIEDAD SUCHITAM

LINEA 27



SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
(T) ———	TOTAL	(t) - - - -	TALLO
(F) ———	FRUTO	(R) - - - -	RAIZ
(H) - - - -	HOJAS	(P) — · — ·	PECILOS

CUADRO N° 8  
 CONTENIDO DE HIERRO ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS  
 DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

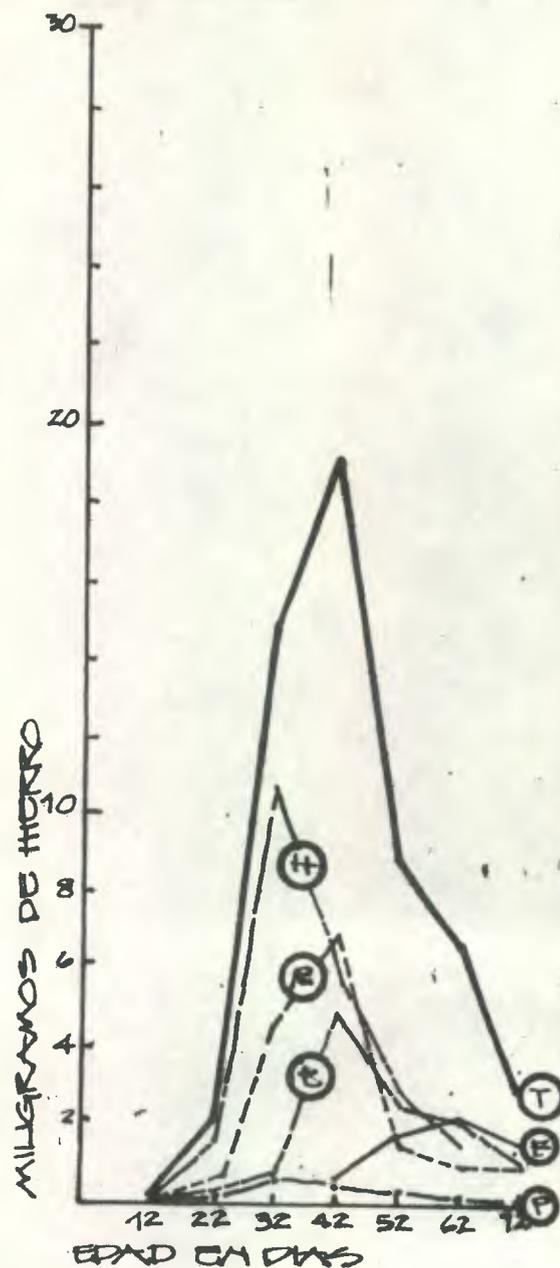
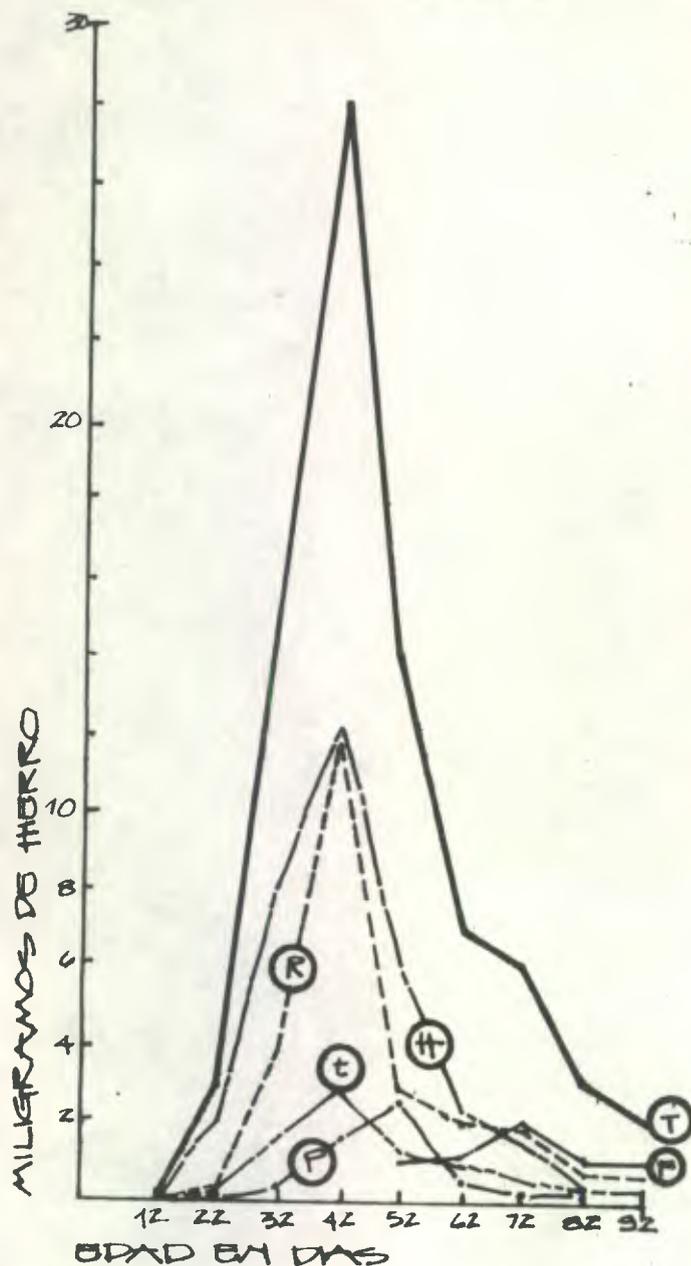
Edad de la Planta	Variedad	PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
		Pesc mg.	%	Pesc mg.	%	Peso mg.	%						
12	Suchitán	0.10	60.61	0.03	18.18	0.03	18.18	0.005	3.03	-	-	0.165	100
	Línea 27	0.11	43.48	0.04	15.81	0.100	39.53	0.003	1.19	-	-	0.253	100
22	Suchitán	0.16	5.63	0.34	11.97	2.19	77.11	0.15	5.28	-	-	2.84	100
	Línea 27	0.13	5.70	0.31	13.60	1.72	75.44	0.12	5.26	-	-	2.28	100
32	Suchitán	4.23	28.26	1.62	10.82	8.70	58.12	0.42	2.81	-	-	14.97	100
	Línea 27	2.45	16.85	0.73	5.02	10.81	74.35	0.55	3.78	-	-	14.54	100
42	Suchitán	12.21	42.92	2.86	10.05	11.85	41.65	1.53	5.38	-	-	28.45	100
	Línea 27	7.08	37.05	4.97	26.01	5.97	31.24	0.47	2.46	0.62	3.24	19.11	100
52	Suchitán	2.99	20.76	1.31	9.10	6.59	45.76	2.55	17.71	0.96	6.67	14.40	100
	Línea 27	1.59	17.59	2.57	28.43	2.70	29.87	0.39	4.31	1.79	19.80	9.04	100
62	Suchitán	1.95	27.62	1.00	14.16	2.69	38.10	0.44	6.23	0.98	13.88	7.06	100
	Línea 27	0.93	14.01	1.96	29.52	1.46	21.99	0.22	3.31	2.07	31.17	6.64	100
72	Suchitán	1.92	30.43	0.61	9.67	1.49	23.61	0.27	4.28	2.02	32.01	6.31	100
	Línea 27	0.90	32.26	1.07	38.35	-	-	0.09	3.23	0.73	26.10	2.79	100
82	Suchitán	0.86	26.46	0.58	17.85	0.52	16.00	0.26	8.00	1.03	31.69	3.25	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	0.83	36.40	0.43	18.86	-	-	-	-	1.02	44.74	2.28	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GRAFICA No. 16

CONTENIDO DE Fe ANALIZADO EN LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA.

VARIEDAD SUCHITAM

LÍNEA 27



SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
⊕	————	⊕	-----
⊕	————	⊕	-----
⊕	-----	⊕	-----

⊕  
⊕  
⊕

TOTAL  
FRUTO  
HOJAS

⊕  
⊕  
⊕

TALLO  
RAIZ  
PECIOLOS

CUADRO N° 9

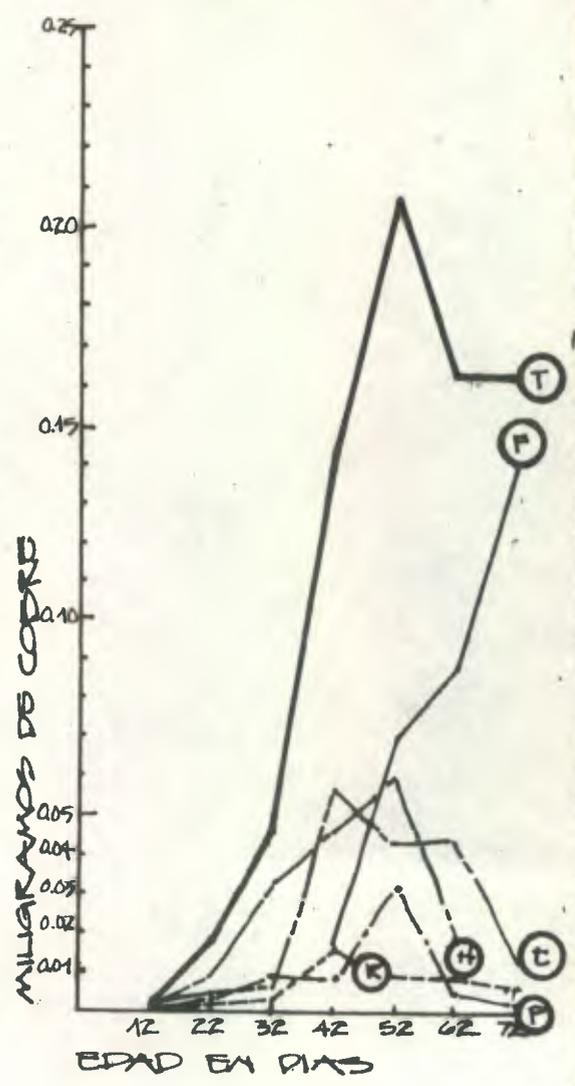
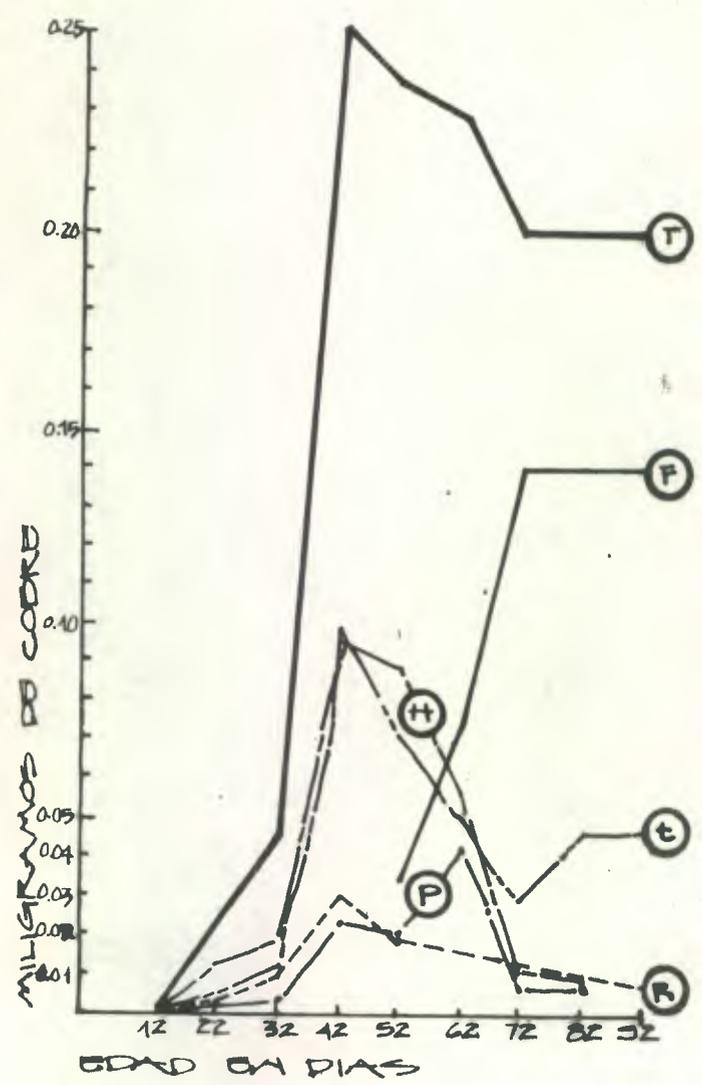
CONTENIDO DE COBRE ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

Edad de la Planta	Variedad	PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
		Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	0.0005	43.86	0.0003	26.32	0.0003	26.32	0.00004	3.51	-	-	0.00114	100
	Línea 27	0.0004	28.57	0.0002	14.29	0.0006	42.86	0.00002	1.43	-	-	0.0014	100
22	Suchitán	0.0019	7.85	0.0053	21.90	0.0136	56.20	0.0034	14.05	-	-	0.0242	100
	Línea 27	0.0012	6.28	0.0042	21.99	0.0095	49.74	0.0042	21.99	-	-	0.0191	100
32	Suchitán	0.0097	21.46	0.0114	25.22	0.0197	43.58	0.0044	9.73	-	-	0.0452	100
	Línea 27	0.0038	7.31	0.0057	10.96	0.0345	66.35	0.0080	15.38	-	-	0.052	100
42	Suchitán	0.0321	12.75	0.0986	39.16	0.0967	38.40	0.0244	9.69	-	-	0.2518	100
	Línea 27	0.0170	11.81	0.0575	39.93	0.0473	32.85	0.0043	2.99	0.0179	12.43	0.1440	100
52	Suchitán	0.0182	7.70	0.0700	29.60	0.0899	38.01	0.0204	8.63	0.0380	16.07	0.2365	100
	Línea 27	0.0093	4.32	0.0435	20.22	0.0590	27.43	0.0335	15.57	0.0698	32.45	0.2151	100
62	Suchitán	0.0145	6.08	0.0517	21.68	0.0553	23.19	0.0430	18.03	0.0740	31.03	0.2385	100
	Línea 27	0.0092	5.64	0.0453	27.76	0.0190	11.64	0.0057	3.49	0.0840	51.47	0.1632	100
72	Suchitán	0.0128	6.37	0.0291	14.48	0.0123	6.12	0.0068	3.38	0.1400	69.95	0.2010	100
	Línea 27	0.0089	5.48	0.0124	7.64	-	-	0.0010	0.62	0.1400	86.26	0.1623	100
82	Suchitán	0.0113	5.11	0.0466	21.07	0.0101	4.57	0.0062	2.80	0.1470	66.46	0.2212	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	0.0075	3.73	0.0464	23.10	-	-	-	-	0.147	73.17	0.2009	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GRAFICA No. 17  
CONTENIDO DE Cu ANALIZADO EN LAS DIFERENTES  
PARTES DE LA PLANTITA HASTA LA COSECHA.-

VARIEDAD SUCHITAM

LÍNEA 27



SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
(T) ———	TOTAL	(E) - - - - -	TALLO
(F) ———	FRUTO	(R) - - - - -	RAIZ
(H) - - - - -	HOJAS	(P) — · — · —	PECIOLOS

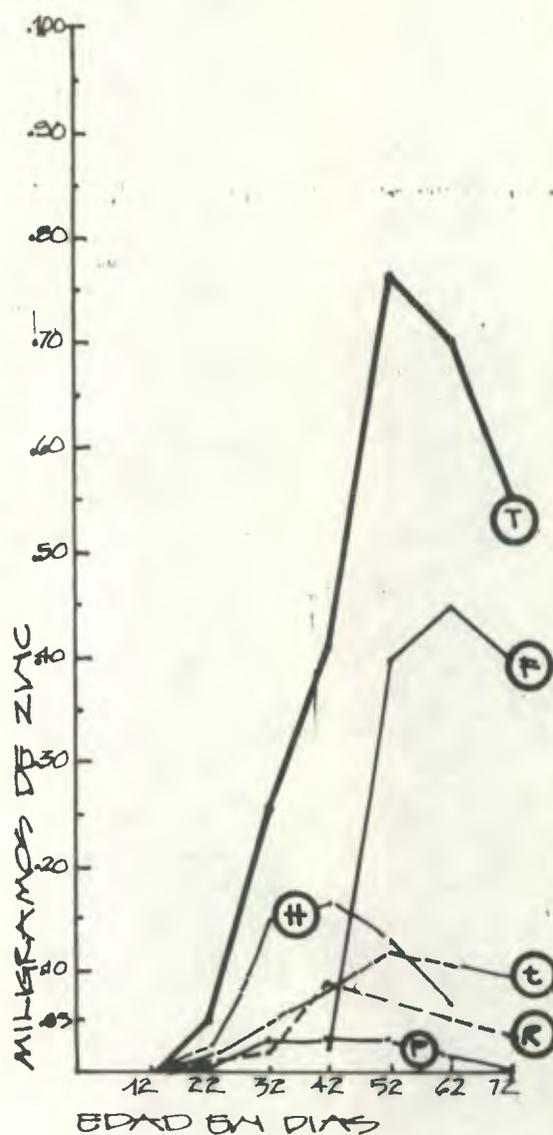
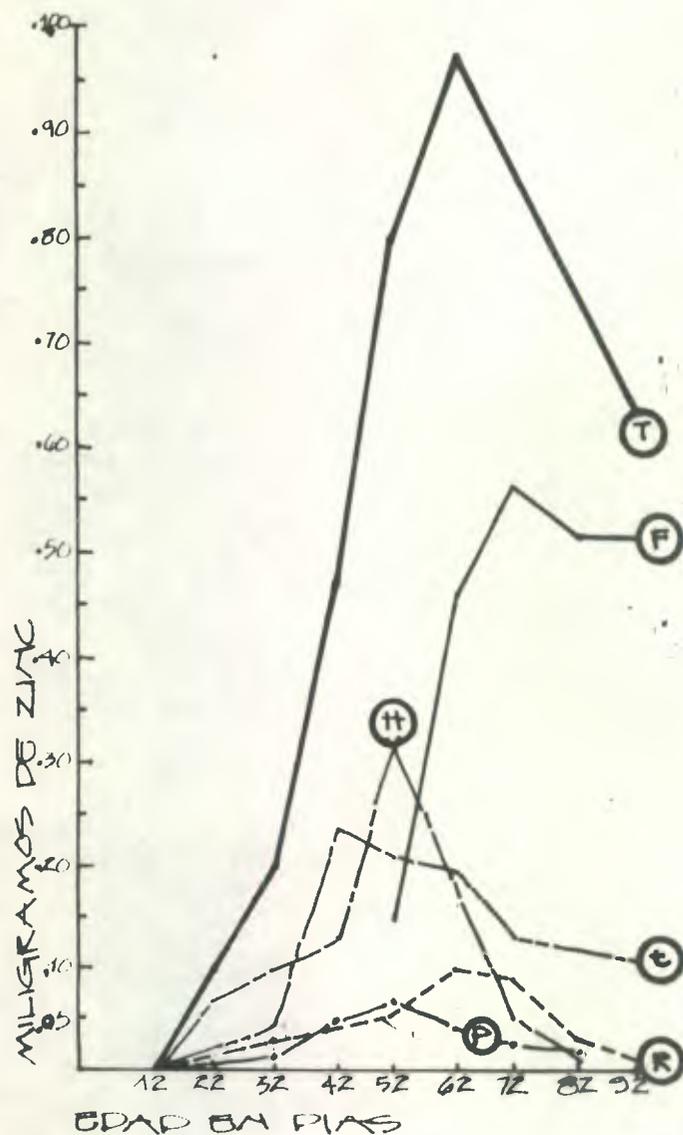
CUADRO N° 10  
 CONTENIDO DE ZINC ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS  
 DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

Edad de la Planta	Variedad	PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
		Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	0.0026	38.81	0.0020	29.85	0.0017	25.37	0.0004	5.97	-	-	0.0067	100
	Línea 27	0.0019	24.05	0.0020	25.32	0.0037	46.84	0.0003	3.80	-	-	0.0079	100
22	Suchitán	0.0052	5.09	0.0188	18.40	0.0705	68.98	0.0077	7.53	-	-	0.1022	100
	Línea 27	0.0037	6.92	0.0158	29.53	0.0286	53.46	0.0054	10.09	-	-	0.0535	100
32	Suchitán	0.0310	15.45	0.0437	21.77	0.1044	52.02	0.0216	10.76	-	-	0.2007	100
	Línea 27	0.0230	8.65	0.0560	21.05	0.1540	57.89	0.0330	12.41	-	-	0.2660	100
42	Suchitán	0.0470	9.81	0.2480	51.79	0.1305	27.25	0.0534	11.15	-	-	0.4789	100
	Línea 27	0.0890	21.67	0.0784	19.08	0.1763	42.92	0.0331	8.06	0.034	8.28	0.4108	100
52	Suchitán	0.0520	6.79	0.2102	27.46	0.3220	42.06	0.0714	9.33	0.151	19.73	0.8066	100
	Línea 27	0.0735	9.60	0.1221	15.95	0.1350	17.64	0.0329	4.30	0.402	52.51	0.7655	100
62	Suchitán	0.1016	10.41	0.1938	19.86	0.1695	17.37	0.0457	4.68	0.465	47.66	0.9756	100
	Línea 27	0.0557	7.86	0.1154	16.28	0.0733	10.34	0.0143	2.02	0.450	63.50	0.7087	100
72	Suchitán	0.0960	10.83	0.1398	15.78	0.0543	6.13	0.0320	3.61	0.564	63.65	0.8861	100
	Línea 27	0.0490	8.86	0.0988	17.87	-	-	0.0051	0.92	0.400	72.35	0.5529	100
82	Suchitán	0.0389	5.38	0.1222	16.89	0.0129	1.78	0.0246	3.40	0.525	72.55	0.7236	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	0.0167	2.58	0.1101	17.00	-	-	-	-	0.521	80.43	0.6478	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GRAFICA No. 10  
CONTENIDO DE Z<sup>n</sup> ACUMULADO EN LAS DIFERENTES  
PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA. -

VARIEDAD SUCHITAM

LINEA 27



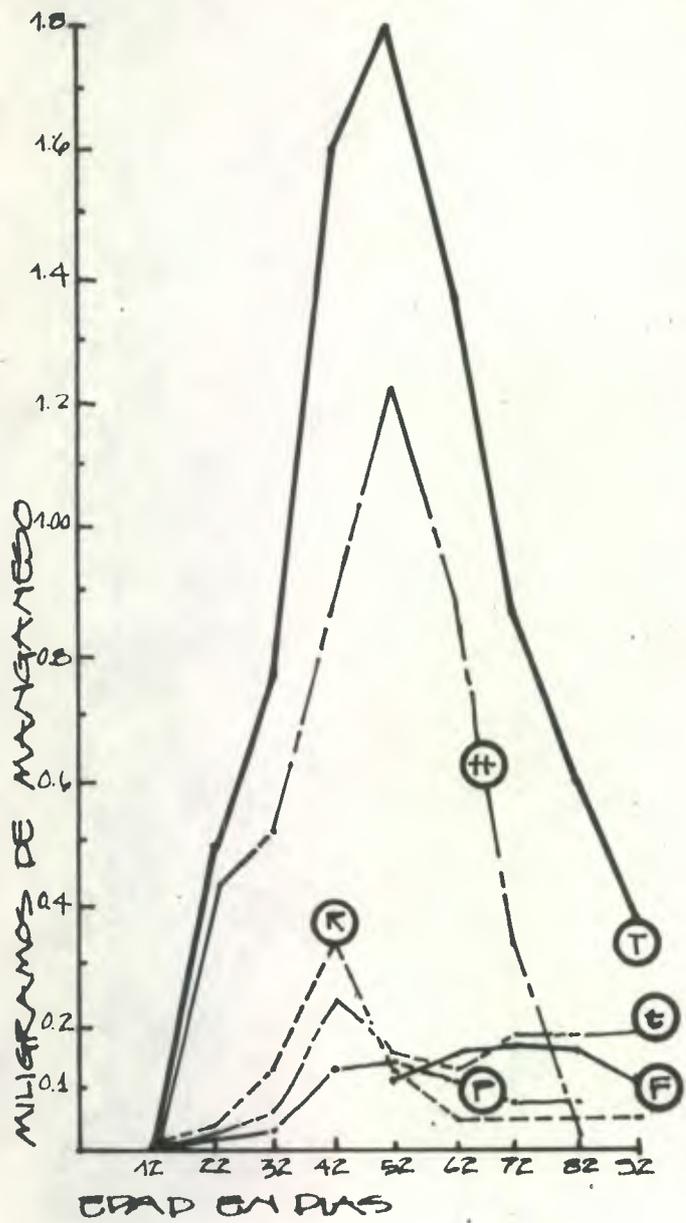
SIMBOLOS	DESCRIPCION	SIMBOLOS	DESCRIPCION
(T) —————	TOTAL	(t) - - - - -	TALLO
(F) —————	FRUTO	(R) - - - - -	RAIZ
(H) - - - - -	HOJAS	(P) — · — · —	PECIOLOS

CUADRO N° 11  
 CONTENIDO DE MANGANESO ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS  
 DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

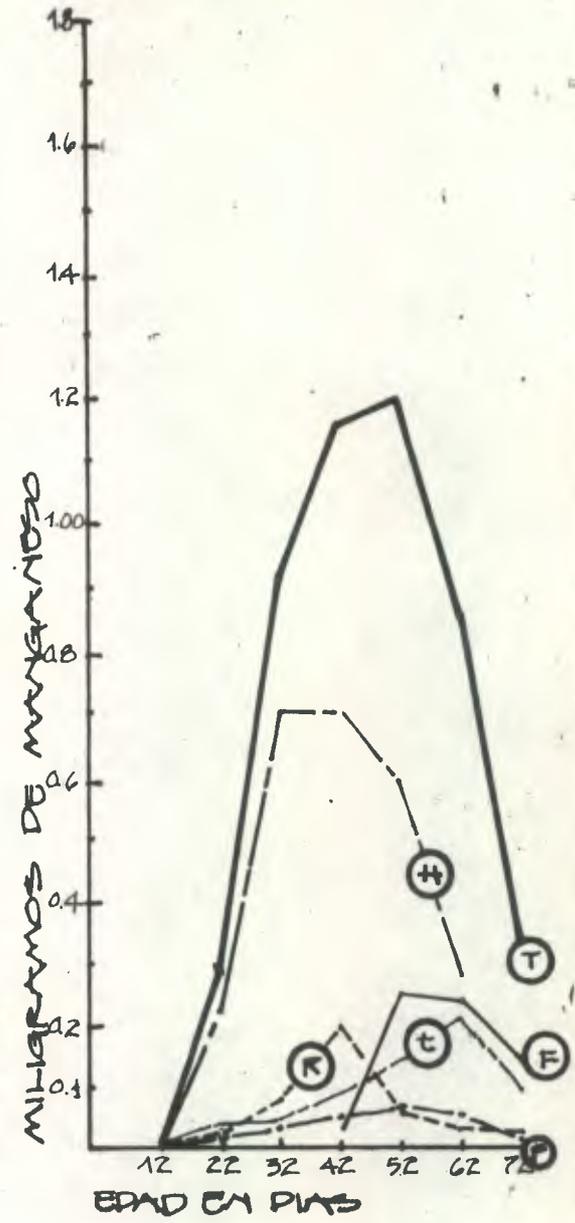
		PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
Edad de la Planta	Variiedad	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	0.0058	45.31	0.0027	21.09	0.0038	29.69	0.0005	3.91	-	-	0.0128	100
	Línea 27	0.0068	35.05	0.0037	19.07	0.0085	43.81	0.0004	2.06	-	-	0.0194	100
22	Suchitán	0.0124	2.47	0.0338	6.74	0.4342	86.58	0.0211	4.21	-	-	0.5015	100
	Línea 27	0.0129	4.34	0.0308	10.35	0.2382	80.07	0.0156	5.24	-	-	0.2975	100
32	Suchitán	0.1470	18.97	0.0760	9.81	0.5162	66.62	0.0357	4.61	-	-	0.7749	100
	Línea 27	0.1050	11.33	0.0600	6.47	0.7050	76.05	0.0570	6.15	-	-	0.9270	100
42	Suchitán	0.3400	21.16	0.2544	15.83	0.8703	54.17	0.1420	8.84	-	-	1.6067	100
	Línea 27	0.2020	17.48	0.1176	10.17	0.7088	61.32	0.0725	6.27	0.055	4.76	1.1559	100
52	Suchitán	0.1430	7.89	0.1593	8.79	1.236	68.24	0.1530	8.45	0.120	6.63	1.8113	100
	Línea 27	0.0814	6.84	0.1553	13.05	0.601	50.50	0.0903	7.59	0.262	22.02	1.1900	100
62	Suchitán	0.0660	4.77	0.1486	10.75	0.884	63.93	0.1291	9.34	0.155	11.21	1.3827	100
	Línea 27	0.0464	5.31	0.2184	25.01	0.287	32.87	0.0713	8.17	0.250	28.63	0.8731	100
72	Suchitán	0.0570	6.57	0.1923	22.16	0.346	39.88	0.0963	11.10	0.176	20.29	0.8676	100
	Línea 27	0.0430	12.51	0.1236	35.96	-	-	0.0231	6.72	0.154	44.81	0.3437	100
82	Suchitán	0.0593	10.61	0.1964	35.13	0.035	6.26	0.0923	16.51	0.176	31.48	0.5590	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	0.0584	15.63	0.1913	51.19	-	-	-	-	0.124	33.18	0.3737	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GRAFICA No. 19  
CONTENIDO DE Mn ANALIZADO EN LAS DIFERENTES  
PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA.

VARIEDAD SUCHITAM



LINCA 27



SIMBOLOS	DESCRIPCION	SIMBOLOS	DESCRIPCION
Ⓣ	————	Ⓣ	-----
Ⓟ	————	Ⓡ	-----
Ⓡ	-----	Ⓟ	-----
Ⓡ	-----	Ⓟ	-----

Ⓣ

————

TOTAL

Ⓣ

-----

TALLO

Ⓟ

————

FRUTO

Ⓡ

-----

RAIZ

Ⓡ

-----

HOJAS

Ⓟ

-----

PECIOLOS

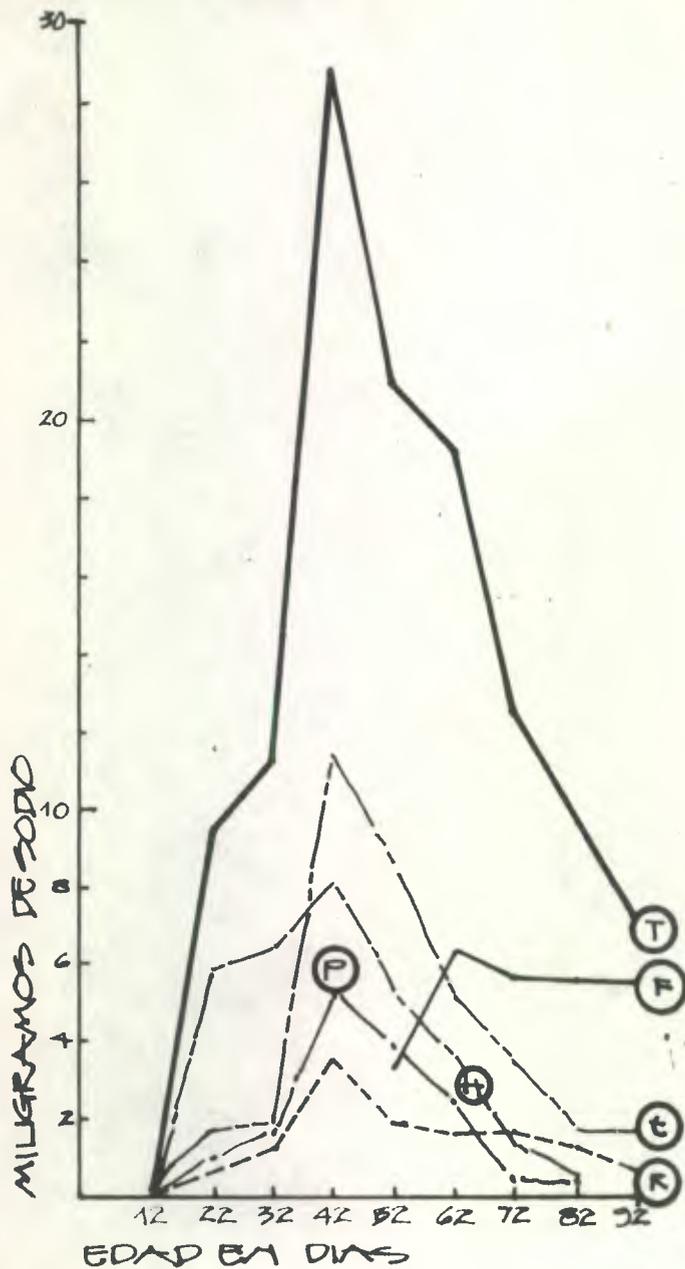
CUADRO N° 12  
 CONTENIDO DE SODIO ANALIZADO/PLANTA, EN LAS VARIEDADES ESTUDIADAS  
 DURANTE SU CICLO DE VIDA, EXPRESADO EN MILIGRAMOS Y EN %

		PARTES DE LA PLANTA											
		RAIZ		TALLO		HOJAS		PECIOLOS		FRUTOS		TOTAL	
Edad de la Planta	Varietad	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%	Peso mg.	%
12	Suchitán	0.140	50.00	0.065	23.21	0.056	20.00	0.019	6.79	-	-	0.28	100
	Línea 27	0.090	23.81	0.099	26.19	0.177	46.83	0.012	3.17	-	-	0.378	100
22	Suchitán	0.742	7.78	1.739	18.24	5.969	62.62	1.082	11.35	-	-	9.532	100
	Línea 27	0.672	11.71	1.270	22.13	3.031	52.81	0.766	13.35	-	-	5.739	100
32	Suchitán	1.319	11.70	1.945	17.26	6.320	56.08	1.686	14.96	-	-	11.27	100
	Línea 27	1.166	15.55	1.782	23.77	3.446	45.97	1.103	14.71	-	-	7.497	100
42	Suchitán	3.598	12.58	11.448	40.02	8.220	28.74	5.338	18.66	-	-	28.604	100
	Línea 27	1.523	6.46	9.930	42.15	5.907	25.07	4.140	17.57	2.06	8.74	23.56	100
52	Suchitán	1.300	6.09	8.822	41.31	5.243	24.55	2.550	11.94	3.44	16.11	21.355	100
	Línea 27	0.837	5.74	4.140	28.38	2.954	20.25	1.419	9.73	5.24	35.92	14.59	100
62	Suchitán	1.716	8.94	5.168	26.93	3.685	19.20	2.421	12.62	6.20	32.31	19.19	100
	Línea 27	0.700	5.13	4.120	30.21	1.188	8.71	0.570	4.18	7.06	51.77	13.638	100
72	Suchitán	1.702	13.22	3.496	27.16	1.481	11.51	0.433	3.52	5.74	44.59	12.872	100
	Línea 27	0.665	12.26	1.636	30.16	-	-	0.103	1.90	3.02	55.68	5.424	100
82	Suchitán	1.330	13.58	1.746	17.83	0.518	5.29	0.410	4.19	5.79	59.12	9.794	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Suchitán	0.083	1.16	1.797	25.06	-	-	-	-	5.29	73.78	7.170	100
	Línea 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

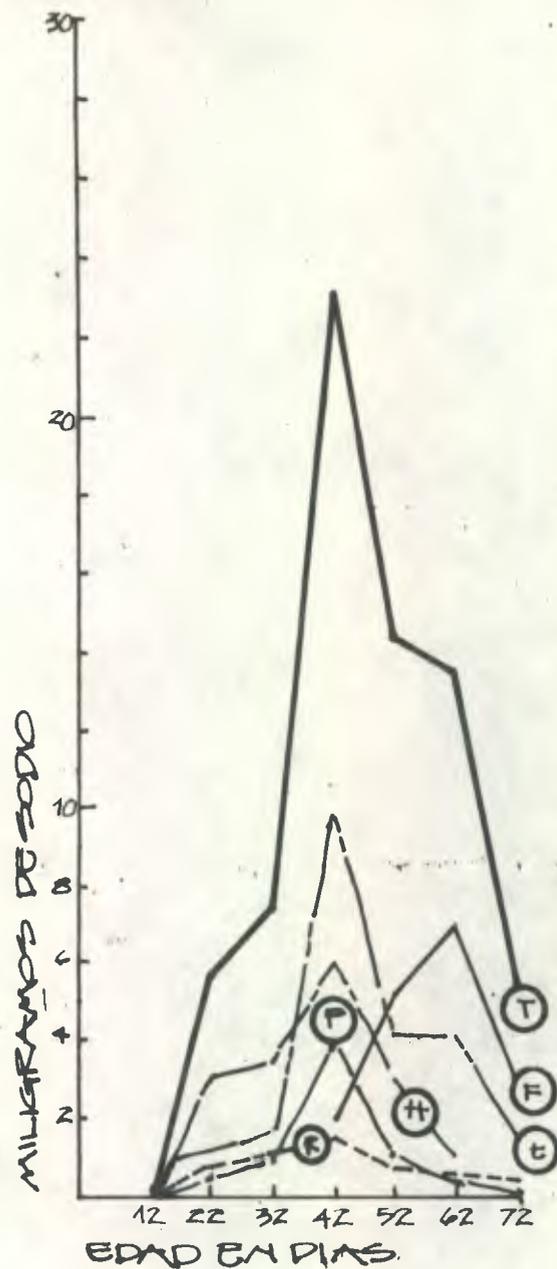
## GRAFICA No. 20

CONTENIDO DE  $Na^{+}$  ANALIZADO EN LAS DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA HASTA LA COSECHA

VARIEDAD SUCHITANI



LINEA 27



SIMBOLOS	DESCRIPCION	SIMBOLOS	DESCRIPCION
(T) ———	TOTAL	(t) - - - - -	TALLO
(F) ———	FRUTO	(R) - - - - -	RAIZ
(H) - - - - -	HOJAS	(P) — · — · —	PECIOLOS

### C. ANALISIS DE CORRELACIONES SIMPLES EFECTUADAS ENTRE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTUDIADOS

Los resultados obtenidos del análisis de correlaciones simples entre los diferentes nutrientes absorbidos por la variedad Suchitán y la Línea-27, indican que existen elementos como el del N, K, Fe y Zn que siguen iguales patrones de correlación, manifestándose diferencias entre los patrones de comportamiento del P, Ca, Mg, Cu; Mn y Na.

El N, K, Fe y Zn en ambos tipos estudiados manifiestan los siguientes patrones: a) El N, K y Zn se correlacionan significativamente con todos los elementos a excepción del Fe, Mn y Na. b) El Fe se correlaciona significativamente sólo con el Mn. Lo anterior nos explica, que en ambas plantas es necesario que el N, K y el Zn, como elemento individual cuentan con una cantidad equilibrada del resto de nutrientes a excepción del Fe, Mn y Na que no afecta la absorción de los mismos. Por otro lado el hierro sólo depende en su absorción, de la existencia de Mn en el suelo. Aunque no sucede lo mismo con el manganeso ya que éste necesita de otros elementos para ser absorbido por ambos tipos de planta, como discutiremos adelante.

Este último párrafo ejemplifica que el análisis de correlación simple, no nos permite visualizar en conjunto todos los fenómenos pero sí hacer inferencias de que existe una cadena en la cual la no existencia de uno o varios elementos afecta indirectamente a todos y cada uno.

A continuación haremos un análisis comparativo de los elementos P, Ca, Mg, Cu, Mn y Na, de los que ya se dijo que tuvieron patrones diferentes de comportamiento entre las 2 variedades y aún dentro de una misma variedad.

El P en el caso de Suchitán siguió un patrón similar a los patrones marcados para el N, K y Zn de los cuales ya hablamos, pero con la diferencia que dentro de los elementos que no incidían en su absorción (Fe, Mn y Na) se sumaba el Ca; caso contrario a la Línea-27 en la cual el patrón fue el mismo que para el N, K y Zn lo que implica la necesidad de este elemento además de los otros, en esta variedad, para que el P pueda ser absorbido o viceversa.

En la variedad Suchitán el Ca y Mg tuvieron un patrón de correlación igual al mencionado para el N, K y Zn o sea que cada uno de ellos fue correlacionado en forma significativa con todos los elementos menos con el Fe, Mn y Na. Ahora bien el análisis de la Línea-27 fue un tanto diferente ya que mientras el Ca se correlaciona con todos los elementos no necesita para ser absorbido del Mg ni de los elementos Fe, Mn y Na. Por otro lado el Mg necesita de todos los elementos pero no del Ca, Fe y Na. Es posible que los patrones de correlación manifestados por el P, Ca y Mg en la Línea-27 sean los factores que incidieron en la acumulación sostenida del Ca en las vainas y granos, sin que existieran las pérdidas altas que se manifestaron en Suchitán.

En relación al Cu parece que existe una mayor dependencia en la variedad Suchitán que en la Línea-27, ya que la primera se correlaciona positivamente con todos salvo con el Fe, lo que no sucede con la Línea-27 que además de no correlacionarse con el Fe, no necesita del Mn y Na.

El Mn en la variedad Suchitán sólo se correlaciona con el Fe, Cu y Na y en la Línea-27 con Mg, Fe y Na, suscitándose acá una diferencia de dependencia entre una y otra variedad dada por el Cu y Mg, aunque no sabemos qué efectos pueda tener en cada tipo de planta.

Por último tenemos los patrones que el Na manifiesta en cada genotipo: Se puede observar que la absorción

de este elemento sólo se correlaciona significativamente con el Cu y Mn en la variedad Suchitán y con el Mn en la Línea-27, al igual que las observaciones efectuadas para el Mn y sus correlaciones es imposible dentro de nuestras posibilidades inferir algo sobre el Na aunque si agrupamos al Fe, Mn y Na tal como lo hicimos en la parte (B) de discusión, de este trabajo y en la que se indicó: que este grupo de elementos al final del ciclo de las plantas se perdía casi totalmente, después del proceso de absorción, acumulación y traslocación. Esta observación efectuada quizá tiene como base la característica común de que estos 3 elementos no están correlacionados con la mayor parte de los elementos analizados, lo que los hace un tanto independientes para entrar como para salir de la planta. Por otro lado, si hacemos referencia al segundo grupo de elementos menores que discutimos, también en la parte (B) de discusión de este trabajo, constituidos por el Cu y Zn veremos que las correlaciones que existen significativamente se dan con la mayor parte de elementos, lo que presupone una condición que permite a ambas plantas acumular cada uno de estos elementos en el grano en buena proporción al total absorbido.

CUADRO N° 13

CORRELACIONES SIMPLES ENTRE ELEMENTOS ABSORBIDOS EN LA VARIEDAD SUCHITAN

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Na
N	-	** 0.9190	0.9751	** 0.8529	** 0.9720	ns 0.0021	** 0.8603	** 0.9606	ns 0.3978	ns 0.3321
P		-	0.8515	ns 0.8502	** 0.8540	ns 0.0025	** 0.8290	** 0.8222	ns 0.2182	ns 0.2665
K			-	** 0.8550	** 0.9671	ns -0.0418	** 0.8577	** 0.9855	ns 0.4508	ns 0.3636
Ca				-	** 0.8689	ns 0.1885	* 0.7860	** 0.9212	ns 0.6495	ns 0.5488
Mg					-	ns 0.1390	* 0.7299	** 0.9699	ns 0.5805	ns 0.6065
Fe						-	ns 0.3870	ns 0.0806	* 0.7555	ns 0.2419
Cu							-	** 0.8924	* 0.6812	* 0.6933
Zn								-	ns 0.5617	ns 0.5023
Mn									-	** 0.9494
Na										-

(\*\*) Existe Diferencia estadística significativa al nivel de 0.01; (\*) Existe diferencia estadística significativa al nivel de 0.05; (ns) no existe significancia.

CORRELACIONES SIMPLES ENTRE ELEMENTOS ABSORBIDOS EN LA LINEA - 27

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Na
N	-	** 0.9870	** 0.9926	** 0.9952	** 0.9842	ns 0.2728	** 0.9724	** 0.9830	ns 0.6447	ns 0.5263
P	-	-	** 0.9839	** 0.9832	** 0.9619	ns 0.2327	** 0.9534	** 0.9770	ns 0.5830	ns 0.4982
K	-	-	-	** 0.9881	** 0.9767	ns 0.2143	** 0.9542	** 0.9945	ns 0.6203	ns 0.5157
Ca	-	-	-	-	ns 0.3045	ns 0.2605	** 0.9816	** 0.9772	ns 0.6177	ns 0.5231
Mg	-	-	-	-	-	ns 0.4007	** 0.9575	** 0.9810	* 0.7585	ns 0.6016
Fe	-	-	-	-	-	-	ns 0.3253	ns 0.2729	* 0.8445	ns 0.5427
Cu	-	-	-	-	-	-	-	** 0.9689	ns 0.6740	ns 0.6468
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	ns 0.6691	ns 0.5630
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	* 0.8233
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

58

(\*\*) Existe diferencia estadística significativa al nivel de 0.01  
 (\*) Existe diferencia estadística significativa al nivel de 0.05  
 (ns) No existe significancia

## PATRONES DE CORRELACION ENTRE LAS VARIETADES ESTUDIADAS

S U C H I T A N				L I N E A 27				
ELEMENTO	SIGNIFICATIVO		NO SIGNIFICATIVO		SIGNIFICATIVO		NO SIGNIFICATIVO	
N	Con todos	menos	con el Fe, Mn y Na		Todos	menos	Fe, Mn y Na	
P	Con todos	Menos	Fe, Mn, Na y Ca		Todos	menos	Fe, Mn y Na	
K	Con todos	menos	Fe, Mn y Na		Todos	menos	Fe, Mn y Na	
Ca	Con todos	menos	Fe, Mn y Na		Todos	menos	Mg, Fe, Mn y Na	
Mg	Con todos	menos	Fe, Mn y Na		Todos	menos	Ca, Fe y Na	
Fe	Con Mn	menos	con todos los otros		Con Mn	menos	Todos los otros	
Cu	Con todos	menos	con el Fe		Todos	menos	Fe, Mn y Na	
Zn	Con todos	menos	Fe, Mn y Na		Todos	menos	Fe, Mn y Na	
Mn	Fe, Cu y Na	menos	Todos los otros		Mg, Fe y Na	menos	Todos los otros	
Na	Cu y Mn	menos	Todos los otros		Mn y Na	menos	Todos los otros	

#### D. ABSORCION TOTAL DE NUTRIENTES POR HECTAREA

Los cuadros 16 y 17 son el producto de la interpolación de valores de absorción de plantas individuales, a una población de 250,000 plantas, la cual se considera como la óptima cantidad que puede desarrollarse por hectárea.

Antes de proceder a la discusión de esta parte del trabajo se debe explicar que en la metodología experimental aunque no quedó implícito se trató de seleccionar un lugar con buenas características naturales para la producción de frijol, con el objeto único de que el sustrato permitiese a la planta mantener a lo largo de su ciclo la cantidad de elementos que necesitase, por lo que se cree que los diferentes períodos de consumo de nutrientes de las plantas, son una buena base para ejemplificar las necesidades nutritivas de ambos tipos de planta estudiados, aunque a pesar de esto, consideramos que el valor obtenido para cada elemento no es conveniente recomendarlo como una necesidad fija en ambos tipos de plantas ya que estos valores podrían fluctuar si las pruebas se efectuaran en otros lugares.

Lo importante de los datos de estos cuadros es que nos permite visualizar más o menos el patrón dentro del cual se presentan las épocas y cuantificación de necesidades de las plantas estudiadas lo cual permite en un momento dado seguir un plan de fertilización el que indudablemente deberá estar sujeto al análisis del suelo y a las consideraciones de extracción sin retorno de los elementos, esto último se refiere básicamente a las cantidades de elemento que son retiradas de el suelo en cada cosecha.

Sintetizando en pocas líneas algunas ideas que dan los cuadros 16 y 17 podríamos decir: Que dentro de los elementos mayores, se considera la capacidad individual de absorción de cada tipo de planta, se requieren dosis altas de N, K y Ca y bajas de P y Mg, lo anterior confirma las obser-

vaciones efectuadas por Masaya (20) quien encontró resultados similares trabajando con la variedad Turrialba-4. Por otro lado se observó que dentro de los elementos menores el Fe y Na alcanzan un nivel bastante alto en relación al Cu, Zn y Mn. En relación a los períodos de consumo, se marcan como épocas críticas de necesidades de aplicación de elementos mayores, en el genotipo Suchitán las siguientes: En la siembra y al inicio de la floración los 5 elementos y al inicio de la maduración del grano P y Ca. Ahora bien en la Línea-27 se presentan 2 épocas en las que son necesarios los 5 elementos, siendo éstas, al momento de la siembra y al inicio de la formación de vainas. Los elementos menores aunque también son llevados del suelo con la cosecha del grano, sus proporciones son bajas (bajo la premisa que se reincorporen al suelo los residuos de la cosecha) ya que el Fe y Na que son los que en dosis más altas requieren las plantas son muy poco acumulados en el grano y por consiguiente regresan al suelo. Si pensamos en el Cu, Zn y Mn veremos que las cantidades que se necesitan son bajas, aunque en un momento dado, es conveniente no descartar la posibilidad de que los elementos pudiesen ser limitantes, ya que por ejemplo el Cu y Zn, relativamente, son acumulados en el grano cosechado en grandes cantidades.

## CUADRO N° 16

REQUERIMIENTOS DE ELEMENTOS MAYORES PARA UNA POBLACION DE 250,000 PLANTAS/Ha. EXPRESADO EN Kg.

SUCHITAN			LINEA 27	
ELEMENTO	Períodos de Consumo	Kg/Ha.	Períodos de Consumo	Kg/Ha
N	1 - 31	33.17	1 - 41	56.40
	32 - 61	98.93	42 - 58	46.06
	62 - 72	26.02	-	-
TOTAL		158.12		102.46
P	1 - 31	3.66	1 - 41	7.39
	32 - 50	7.78	41 - 64	4.73
	57 - 87	8.67	-	-
TOTAL		20.11		12.12
K	1 - 31	36.42	1 - 31	48.75
	32 - 68	135.10	42 - 60	48.64
TOTAL				
Ca	1 - 31	27.62	1 - 41	62.17
	32 - 61	133.43	42 - 58	58.24
	62 - 24	39.46	-	-
TOTAL		200.50		120.41
	1 - 31	5.25	1 - 41	7.38
	32 - 60	13.36	42 - 58	5.05
TOTAL		18.61		12.43

CUADRO N° 17

REQUERIMIENTOS DE ELEMENTOS MENORES PARA UNA POBLACION  
DE 250,000 PLANTAS/Ha. EXPRESADO EN Kg.

SUCHITAN			LINEA 27	
ELEMENTO	Períodos de Consumo	Kg./Ha.	Períodos de Consumo	Kg./Ha.
Fe	1 - 47	7.12	1 - 45	4.78
TOTAL		7.12		4.78
Cu	1 - 31 32 - 51	0.011 0.067	1 - 58 -	0.0537 -
TOTAL		0.078		0.0537
Zn	1 - 31 32 - 64	0.05 0.194	1 - 41 42 - 60	0.103 0.088
TOTAL		0.244		0.191
Mn	1 - 31 32 - 55	0.193 0.259	1 - 52 -	0.297 -
TOTAL		0.452		6.180
Na	1 - 31 32 - 49	2.817 4.332	1 - 31 32 - 48	6.180 4.015
TOTAL		7.150		10.195

## VII. CONCLUSIONES

1. Las cantidades de elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn absorbidas por la variedad Suchitán son mayores que las absorbidas por la Línea-27, lo que no se ajusta a la hipótesis planteada de que ambas variedades absorben igual cantidad de nutrientes.
2. El movimiento de nutrientes en ambos genotipos se manifestó similar para algunos elementos y para otros diferente lo que confirma sólo en parte la hipótesis presentada, que indicaba que: Los nutrientes se movían en forma similar en ambos genotipos.
3. La variedad Suchitán presenta para la mayoría de los elementos 3 períodos críticos de consumo, en cambio la Línea-27 sólo presenta 2 períodos.
4. El N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn son acumulados en mayor porcentaje en las hojas y traslocados posteriormente al grano en los 2 tipos de plantas.
5. El Na en ambos genotipos fue más acumulado en los tallos.
6. De los elementos traslocados al grano, se encontró que los elementos N, P, K, Mg, Cu y Zn se acumulaban acá, sin existir pérdidas muy grandes y en cantidad relativamente alta al total absorbido por la planta.
7. El K y Cu alcanzan en los tallos de ambos tipos de planta, niveles de absorción casi tan altos como las hojas y en un tercer orden se acumularon en los peciolo.

8. El Fe después de las hojas fue el elemento más absorbido por las raíces de ambas plantas.
9. El Calcio en la variedad Suchitán fue traslocado al grano aunque no lo acumuló por mucho tiempo ya que gran parte se perdió, en cambio en la Línea-27 se traslocó y acumuló en gran cantidad sin que se manifestaron pérdidas al final del ciclo de la planta.
10. Los elementos N, K, Fe y Zn presentan un patrón de correlación igual en los dos genotipos a diferencia del resto de elementos que presentan diferentes patrones dentro y entre genotipos.
11. El Ca en la Suchitán se correlaciona significativamente con todos los elementos, menos el Fe, Mn y Na en cambio en la Línea-27 se correlacionó con todos, menos el Fe, Mn, Na y Mg.
12. El Cu y Zn se correlacionan en ambos genotipos con la mayor parte de los elementos estudiados, en cambio el Fe, Mn y Na se correlacionan con muy pocos de ellos.
13. Los elementos que fueron mayormente absorbidos por los dos tipos de plantas fueron el N, K y Ca.
14. De los elementos menores el Cu y Zn fueron acumulados en el grano en proporción alta al nivel de absorción total de las plantas, en cambio el Fe, Mn y Na se pierden al final del ciclo casi totalmente.
15. En términos generales se puede decir que la Línea-27 es más eficiente que la variedad Suchitán, para la acumulación de los nutrientes absorbidos.

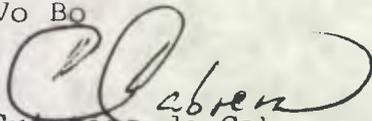
BIBLIOGRAFIA:

- 1.- AL-ANI, J.W. y KOONTZ, H.V. Distribution of calcium absorbed by all or par of the root system of beans. *Plant Physiology* 44(5) : 711-716, 1969.
- 2.- ASIF, M.I.A. Effects of N.P.K. fertility levels on yield and nutrient content of beans (Phaseolus vulgaris L.) and okra (Abelmoschs esculentus L.) Kansas, 1970. 81 p. Thesis (Ph. D.), Dept. of Horticulture and Forestry, Kansas State University., U.S.A.
- 3.- ASIF, M.I. y GREIG, J.K. Effects of seasonal interactions of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers on - yield and nutrient content of beans (Phaseolus vulgaris L.). *Journal of American Society for Horticultural Sciences* 97 (1): 44-47, 1972.
- 4.- BATISTA, C.M. Absorción y distribución de micronutrimientos (Cu, Zn, B, Mn) en frijol (Phaseolus vulgaris L.), efecto de la densidad de siembra y la estación. Vicososa, 1974. 59 p. Tesis (Mag. Sc.), Universidad Federal de Vicososa, Brasil.
- 5.- BIDDULPH, O. CORY, R. y BIDDULPH, S. Translocation of calcium in the bean plant. *Plant Physiology* 34(5) : 512-519, 1969.
- 6.- BUKOVAC, M.J., TEUBNER, F.G. y WITTWER, S. Absorption and mobility of magnesium<sup>28</sup> in the bean (Phaseolus vulgaris L.) proceedings of the American Society for Horticultural Science 75:429-434, 1960.
- 7.- CARVAJAL, J.F. Influencia del suministro de nitrógeno en la absorción de algunos minerales por el frijol (Phaseolus vulgaris L.) *Turrialba* 24 (1) : 20-23, 1974.
- 8.- CURTIS, O. y CLARK, D. An introduction to plant physiology. New York, McGraw-Hill, 1950, 752 p.
- 9.- EDGE, O.T. et al. Responses of dry beans to varying nitrogen levels. *Agronomy Journal* 67:251-254, 1975.

- 10.- FLEMING, J.W. Factors influencing the mineral content of snap beans, and sweet potatoes. Arkansas, Agricultural Experiment Station, 1956. Bulletin No. 575. 44 P.
- 11.- GALLO, J.R. y MIYASAKA, S. Composicao quimicada feijoeiro e absorcao de elementos nutritivos do florescimento a maturacao. *Bragantia* 20(40):867-884, 1961.
- 12.- GAUCH, H.G. y WADLEIGH, C.H. The influence of saline -- substrates upon the absorption of nutrients by bean plants. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 41:365-369, 1942.
- 13.- HOLDRIDGE, L. Mapa de zonificación Ecológica de Guatemala Guatemala, Min. de Agricultura/SCIDA, 1958. 19 p.
- 14.- Instituto Agropecuario Nacional/ Min. Agricultura./ Guatemala Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, por Charles S. Simmons et al. Guatemala, Edit. José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
- 15.- Informe Económico Banco de Guatemala. Año XX, IV. Octubre-Diciembre 1977. 66 P.
- 16.- JOCELYNE, A. y FARGAS, J. Nutrición mineral y rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) Var. \*Turrialba-4\* cultivado en solución nutritiva. *Agronomía Tropical* 23(5): 451-466, 1973.
- 17.- LANGE, A.H., EHRLER, W.L. y HAMMER, K.C. Effect of environment on the uptake - transport of calcium and -- phosphorus by for *Horticultural Science* 73:349-354, 1958.
- 18.- LINGREN, D.T. Variability of phosphorus uptake and translocation in(Phaseolus vulgaris L.) under phosphorus stress. *Winsconsin*, 1976. 121 p. Thesis (Ph. D.), University of Winsconsin, U. S. A.
- 19.- MAFRA, R.C. et al. Efectos de la época y la densidad de siembra sobre el crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) IV. Absorción de nutrimentos. *Experimento* 17(19): 218-239, 1974.

- 20.- MASAYA, P. Estudio de la absorción de nutrimentos y crecimiento de raíces en la planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Var. \*Turrialba-4\*. Turrialba, 1971. 57 p. Tesis (Mac. Sc.), IICA-Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, Turrialba, Costa Rica.
- 21.- RATHORE, V.S. et al. Mechanism of zinc uptake in bean (Phaseolus vulgaris L.) tissues. Physiology plantarum 23(5): 908-919, 1970.
- 22.- WALLACE, A. et al. Calcium deficiency and  $\text{CaCO}_3$  on micronutrient status of plants grown in solution - culture. Soil Science and Plant Analysis 8(9): 781-785, 1977.

Vo Bo

  
Cristina de Cabrera  
Documentalista

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

PROHIBIDO EL PRESTAMO Y CEBRADO  
DEPOSITO LEGAL  
BIBLIOTECA CENTRAL

"IMPRIMASE"



*Paul*  
DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
DECANO

