

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO
EN EL CULTIVO DE HABA

T E S I S

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

FELIPE GARCIA SALAS ESCOBAR

Al Conferirsele el Título Profesional de

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Septiembre de 1972

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RAFAEL CUEVAS DEL CID

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO ----- ING. AGR. EDGAR LEONEL IBARRA A.
VOCAL 1o. ----- ING. AGR. J. ANIBAL PALENCIA O.
VOCAL 2o. ----- ING. AGR. MARIO MOLINA LLARDEN
VOCAL 3o. ----- ING. AGR. MARCO ANTONIO CURLEY
VOCAL 4o. ----- BR. CESAR ALFREDO CONDE
VOCAL 5o. ----- P.A. VICTOR H. GONZALEZ
SECRETARIO ----- ING. AGR. OSWALDO PORRES G.

TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO ----- ING. AGR. EDGAR LEONEL IBARRA A.
EXAMINADOR ----- ING. AGR. ANTONIO SANDOVAL
EXAMINADOR ----- ING. AGR. SALVADOR SANCHEZ
EXAMINADOR ----- ING. AGR. DAVID MONTERROSO
SECRETARIO ----- ING. AGR. OSWALDO PORRES G.

Guatemala,
16 de Agosto de 1972

SEÑOR DECANO
FACULTAD DE AGRONOMIA
ING. AGR. EDGAR LEONEL IBARRA
CIUDAD UNIVERSITARIA.

SEÑOR DECANO:

Tengo el agrado de dirigirme a Usted para informarle por este medio que he estudiado detenidamente la Tesis elaborada por el Br. FELIPE GARCIA SALAS, intitulada: "EVALUACION DE NIVELES DE NITROGENO Y POSFORO EN EL CULTIVO DE HABA", la cual considero que satisface los requerimientos establecidos por la Universidad de San Carlos para este tipo de trabajo.

Sin otro particular me es grato expresar al Señor Decano, las muestras de mi distinguida consideración y aprecio.

ING.AGR. GONZALO ARMANDO FLETES
Colegiado No. 12

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MI PATRIA

A MIS PADRES

ANTONIO GARCIA SALAS AVENDAÑO
VICTORIA ESCOBAR DE GARCIA SALAS

A MI ESPOSA

NORMA CORDON DE GARCIA SALAS

A MIS HIJOS

JOSE ANTONIO
EDGAR ARTURO
HUGO RENE
LUIS FELIPE

A MIS HERMANOS

DR. JOSE ABEL GARCIA SALAS E.
AMPARO GARCIA SALAS DE GARZARO
ING. MARIO GARCIA SALAS E.
MARIA ANTONIETA GARCIA SALAS E.

A MIS HERMANOS POLITICOS

ING. CESAR A. GARZARO
JULIETA APARICIO DE GARCIA SALAS
RUTH MULLER DE GARCIA SALAS

A MI ABUELITA

LEONZA DE MATTA

A LA MEMORIA DE MIS
ABUELITOS

JOSE ESCOBAR CORONADO
ABEL GARCIA SALAS SANTIZO
CARMEN AVENDAÑO DE GARCIA SALAS

A MIS FAMILIARES

EN GENERAL

A MIS AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AGRADECIMIENTO

ES DESEO DEL AUTOR DEJAR CONSTANCIA DE SINCERO AGRADECIMIENTO
A AQUELLAS PERSONAS E INSTITUCIONES QUE EN UNA U OTRA FORMA -
COLABORARON PARA PODER LLEVAR A FELIZ EXITO ESTE TRABAJO DE -
TESIS.

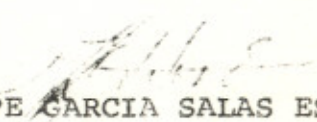
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido en los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor - de someter a vuestra consideración mi trabajo de TESIS intitulada:

EVALUACION DE NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO
EN EL CULTIVO DE HABA.

Tema que me fuera asignado por la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, previo a optar el título de -- INGENIERO AGRONOMO, en el Grado Académico de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS.

Agradeciendo vuestra deferencia me es grato sus-- cribirme muy atentamente


(f) FELIPE GARCIA SALAS ESCOBAR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

| | CONTENIDO | Página |
|---------------|--|--------|
| CAPITULO I. | INTRODUCCION ----- | 1 |
| | 1. Importancia del Estudio ----- | 2 |
| | 2. Objetivos del Estudio ----- | 3 |
| CAPITULO II. | REVISION DE LITERATURA ----- | |
| | 1. Origen de la planta ----- | 4 |
| | 2. Cualidades de la planta ----- | 5 |
| | 3. Formas Generales de Siembra ----- | 6 |
| | 4. Composición Química en estado Verde - | 8 |
| | 5. Composición Química en estado Seco -- | 9 |
| | 6. Usos ----- | 10 |
| CAPITULO III. | MATERIALES Y METODOS | |
| | 1. Localización del Experimento ----- | 11 |
| | 2. Suelo ----- | 11 |
| | 3. Niveles de Fertilización ----- | 12 |
| | 4. Muestras de Suelo ----- | 14 |
| | 5. Semilla ----- | 15 |
| | 6. Métodos ----- | 17 |
| | 7. Preparación del Terreno ----- | 17 |
| | 8. Siembras, Fertilización y, Cuidados Culturales ----- | 18 |
| CAPITULO IV. | PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS | |
| | 1. Hipotesis Propuestas ----- | 20 |
| | 2. Resultados ----- | 21 |
| | 3. Análisis de Variancia ----- | 24 |
| | 4. Análisis Económico ----- | 25 |
| | 5. Discusión de Resultados ----- | 29 |
| CAPITULO V. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ----- | 31 |
| | BIBLIOGRAFIA. ----- | 33 |

CAPITULO I

INTRODUCCION

La energía que da movimiento a la investigación agrícola, no es otra, que el deseo y necesidad de superar por medio del método científico, aquellos problemas que confronta el agricultor y que se generan por la forma tradicional empírica de laborar la tierra. La agricultura que utiliza un sistema más técnico y práctico, facilita las labores, proporciona frutos de mejor calidad y con mayor abundancia y por ende rinde mayores ganancias. Es el objetivo de la tecnología moderna.

La fertilización mediante el uso de productos químicos, es una actividad que tiene relativamente pocos años de estarse practicando, si la comparamos con los cientos de años de la existencia de la agricultura ya tecnificada, en la cual solamente se hablan usado fertilizantes de origen orgánico provenientes de desechos de cultivos o sub-productos de animales.

Casi cualquier persona puede comprobar por sí misma los efectos sorprendentes de los fertilizantes químicos, si se comparan los rendimientos con los obtenidos en las cosechas anteriores.

A pesar de existir opiniones contrarias (17), a su uso bajo el argumento de envenenamiento de los suelos, es notorio que de haberse seguido con los sistemas antiguos, el mundo tendría deficiencias mayores para su alimentación; cabe decir, que la mitad de la humanidad existente actualmente habría muerto de hambre debido a la falta de productos alimenticios.

El suelo es un laboratorio, cuyo producto final es el sosten de la vida humana y animal de nuestro planeta. Si las plantas extraen determinadas substancias para su alimentación, lógico es establecer que determinados elementos nutritivos lleguen a escasear, especialmente aquellos cuya demanda sea mayor; por lo que el hombre, conociendo estos principios, puede dar a su suelo oportunamente las cantidades de nutrientes que éste necesite.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El haba (*Vicia faba s.p.*), es un cultivo introducido por los españoles, propio del altiplano guatemalteco, especialmente el occidental, en donde se le cultiva individualmente o asociado con otros cultivos como maíz o trigo y algunas veces con maíz y frijol.

Como producto alimenticio, debido a su alto contenido de elementos nutritivos (proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales), contribuye a proporcionar una dieta más o menos aceptable para la región, que por la situación de sus recursos naturales es bastante pobre, lo que significa un factor limitante para proporcionarse dietas de mejor calidad.

Los rendimientos que se obtienen en condiciones tradicionales son bastante bajos, debido especialmente a la falta de una buena fertilización por el desconocimiento que existe de los niveles que deben usarse de cada uno de los elementos o fuentes de fertilización.

Se consideró oportuno y beneficioso llevar a cabo este experimento, con el objeto de probar determinadas hipótesis sobre el uso balanceado de fertilizantes químicos.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- a. Explorar la respuesta del haba a la aplicación de: Nitrógeno, Fósforo y Potasio, bajo las condiciones de la Estación Experimental de Chimaltenango.

- b. Determinar niveles óptimos de aplicación - de fuentes portadoras de Nitrógeno y Fósforo, con base a los costos de fertilización y el valor de la producción.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

ORIGEN Y DESCRIPCION DEL CULTIVO DEL HABA

De acuerdo a lo dicho por García Romero (4), no se sabe exactamente el lugar específico donde tuvo el haba su origen. Muchos autores afirman que es originaria de Asia, fijándose como su cuna las orillas del mar Caspio. De igual manera lo indica Leon Garré (5), cuando menciona que el haba cultivada es originaria del Asia Sur-oriental, haciendo notar que en Africa del Norte se le ha encontrado en estado silvestre; especialmente en Argelia y muy posible en Egipto, también se le ha localizado en el Tibeth, situado en el Asia Central.

Su cultivo se remonta a la antigüedad y según parece se ha comprobado que era conocida por los chinos en el siglo XXVIII. antes de Cristo.

El haba es una planta anual, herbácea, de una raíz principal gruesa y raíces secundarias abundantes, ramificado en la base formando macollo (1) tallo poco ramificado, erecto, cuadrado y grueso, de altura variable, pudiend

do alcanzar ~~alturas~~ alturas de un metro cincuenta o más.

Posee hojas anchas de regular longitud, alternas, compuestas, paripinadas con dos o tres pares de folíolos grandes, enteros, ovales y glabros. Las flores aparecen en número de diez a doce, de color blanquecino o ligeramente azuladas, con una mancha negra o parda característica; agrupadas en racimos cortos, son de forma amariposada por la disposición de sus pétalos. Los frutos son vainas bivalvas, gruesas, carnosas, comprimidas, de color verde cuando son tiernas y de color negro - cuando han madurado y secado, revestidas interiormente de una especie de fieltro, con número variable de semillas, delata--das al exterior por los entrantes y salientes.

Hay numerosas variedades, las que difieren especial-mente por el tamaño y la forma de las semillas (5) pueden agru-parse en dos subespecies; *Vicia fava minor*, de vainas delgadas, casi circulares y semillas pequeñas; *Vicia fava major* de vainas gruesas y anchas, chatas y semillas grandes.

La primera se destina principalmente para la alimen-tación animal; la segunda a la alimentación humana.

CUALIDADES DE LA PLANTA

Esta planta tiene relativa resistencia al frío y a - las heladas, pudiendo soportar temperaturas hasta de cuatro -

grados centígrados bajo cero, Temperaturas de cinco a siete - grados no las soporta y perece. Por lo general se desarrolla bien en casi todos los climas, prefiriéndose los templados y frescos; también se adapta a los distintos suelos, logrando - mejor desarrollo en aquellos que son ricos en potaza y cal (4), prefiere terrenos arcillosos no excesivamente fuertes.

En los terrenos muy sueltos no obtiene un desarrollo bueno. El haba es sensible a los encharcamientos, produciendo pudriciones de la raíz (11), por lo que se recomienda tener un buen drenaje.

FORMAS GENERALES DE SIEMBRA:

La siembra se efectúa en surcos lineales a diferen-- tes distancias dependiendo de la variedad; así se han usado -- desde 50 cms..hasta un metro. Respecto a la distancia entre - plantas, también se hace la misma observación, pudiendo variar desde 6 cms. a 7 cms. cuando es al chorro (4); y 30 cms. cuan- do es al golpe, colocando cuatro a cinco semillas por postura.

Según sea la forma de siembra la cantidad de semilla varía de 50 a 150 kilogramos por hectárea, lo que resulta equi

valente a 77 y 231 libras por manzana.

En varios experimentos llevados a cabo en la Estación Experimental de Chimaltenango, sobre densidades de siembra, se llegó a determinar que la mejor era aquella de 60 cms. entre surcos y 25 cms. entre plantas con postura de una semilla.

CUADRO 1.

COMPOSICION QUIMICA DE HABA EN ESTADO VERDE (10)

| EXTRACCION DE 100 GRAMOS | CANTIDAD | UNIDAD EN QUE SE EXPRESA |
|--------------------------|----------|--------------------------|
| Valor energético | 53.0 | Calorías |
| Agua | 81.0 | Gramos |
| Proteína | 5.6 | Gramos |
| Grasa | 0.6 | Gramos |
| Azúcar total | 2.8 | Gramos |
| Otros Carbohidratos | 3.8 | Gramos |
| Vitamina "A" | 350.0 | UI |
| Tiamina | 0.17 | mg. |
| Riboflavina | 0.11 | mg. |
| Niacina | 1.5 | mg. |
| Carbono (c) | 33.0 | mg. |
| Calcio (Ca) | 22.0 | mg. |
| Hierro (Fe) | 1.9 | mg. |
| Magnesio (Mg) | 38.0 | mg. |
| Fósforo (P) | 95.0 | mg. |
| Potasio (K) | 250.0 | mg. |
| Sodio (Na) | 50.0 | mg. |

CUADRO 2.

COMPOSICION POR 100 GRAMOS DE PORCION COMESTIBLES DE HABA (18)

| COMPOSICION POR 100 GRAMOS | UNIDAD EN QUE SE EXPRESA | SÉMILLA ENTERA CRUDA - SECA | EN FORMA DE HARINA. | TOSTADA |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|---------|
| Valor Energ. | Cal | 339.0 | 343.0 | 366.0 |
| Humedad | % | 12.6 | 11.1 | 5.3 |
| Proteína | Gr. | 24.0 | 24.4 | 26.4 |
| Grasa | Gr. | 2.2 | 1.8 | 2.0 |
| CHO totales | Gr. | 58.2 | 59.7 | 63.3 |
| Fibra | Gr. | 5.9 | 3.4 | 1.7 |
| Ceniza | Gr. | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| Ca. | mg. | 77.0 | 66.0 | 66.0 |
| P. | mg. | 374.0 | 354.0 | 479.0 |
| Fe. | mg. | 6.3 | 6.3 | 6.8 |
| Vitamina "A" Actividad | mcg. | 30.0 | 10.0 | 0.0 |
| Tiamina | mg. | 0.42 | 0.42 | 0.21 |
| Riboflavina | mg. | 0.30 | 0.28 | 0.35 |
| Niacina | mg. | 2.5 | 2.7 | 2.4 |
| Acida ascórbico | mg. | 6.0 | 4.0 | 2.0 |

USOS

El haba es una planta que tiene un valor alimenticio elevado, llegando a tener un 25 por ciento de proteína de su peso en seco, además de tener vitaminas y minerales en buena cantidad.

Las habas secas pueden emplearse en la alimentación humana y en la alimentación animal en forma de pienso, especialmente para los equinos y porcinos (4). Las habas convertidas en harina, pueden ser utilizadas para aumentar el valor nutritivo de las harinas inferiores de trigo, o bien emplearse en forma individual. La paja de las habas recogida y conservada en buenas condiciones, constituye un forraje aceptable y de buena calidad, debiendo segarse cuando está en completa floración (5). Las semillas más o menos gruesas, feculentas, dulces, constituyen una agradable legumbre cuando se les corta en estado tierno. Es tal la popularidad de el haba como legumbre que, León Garré (5) dice: "Según algunos autores, las vainas no son comestibles, puede atestigüarse fácilmente que sí lo son cuando se les recolectan lo suficientemente tiernas, se les somete a cocción y se les adereza convenientemente, resulta un plato excelente y muy nutritivo".

Por su nivel nutritivo, por su adaptabilidad, diferentes usos y por tradición, en los países europeos se cultiva en gran escala; tal es el caso de Italia que ocupa una extensión de 500,000 hectáreas (5), usando el producto para grano y para consumo en verde. Por lo regular se alterna con los cereales, llegando a ocupar el tercer lugar entre las leguminosas.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACION:

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental de Chimalteango, la cual está ubicada en el Municipio del mismo nombre. Su ecología se según Holdrige (7), corresponde al Bosque Montano Bajo Tropical, que comprende un área de 20,000 kilómetros cuadrados. Esta es la faja más densamente poblada, posee un clima agradable y tierras bastante productivas. Se encuentra a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar, a 14° 39' 20" la latitud Norte y 90° del Meridiano de G. Según los registros metereológicos de la -- misma estación, el promedio anual de precipitación pluvial es de 1,200 milímetros y la temperatura promedio de 20° centígrados.

S U E L O S:

El área utilizada está comprendida en la serie de los suelos Tecpán (12), que generalmente son suelos profundos y desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro. Este suelo se encuentra asociado con los suelos Cauqué, Guatemala, Patzicla, Patzité, Quiché, y Tolimán; los cuales se diferencian entre sí por las características del material madre, textura, color y declive. Sin embargo, todos tienen un subsuelo café rojizo y se desarrollan sobre ceniza volcánica de color claro.

La superficie utilizada posee una topografía con declives no mayores de 2% que facilite su mecanización, son suelos permeables, de buen drenaje --

natural, con alta capacidad de retención de humedad. El suelo presenta una textura franco arenosa, de color café oscuro hasta una profundidad de 40 centímetros y el subsuelo, muestreado a profundidad promedio de 65 centímetros, manifiesta la misma textura en color café amarillento.

Niveles de Fertilización :

En la Literatura consultada no fué posible encontrar dosificaciones de fertilización experimentales que permitiera determinar la formulación porcentual de sus niveles y la relación adecuada entre sus elementos. Unidamente se encontraron recomendaciones generales tales como el uso de abonos orgánicos descompuestos y minerales (4), en especial los fosfatados y potásicos.

Salvador Uribe (16) recomienda para la región del Bajío (México) fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo, indicando que se ha tenido una buena respuesta a su aplicación.

Tamaro (15), refiriéndose al material vegetativo, indica que de 1,360 kilogramos recolectados en una hectárea, se obtuvieron 113.9 kilogramos de nitrógeno, 31.1 Kg. de anhídrido fosfórico (P_2O_5), 73.1 de potasio y 37.7 de cal (carbonato de calcio), lo cual nos da una idea de la necesidad de cada uno de los nutrientes para este cultivo, lo que en términos prácticos y aproximados podemos expresar mediante la relación 3-1-2-1, es decir que los frutos obtenidos contienen, o hablan asimilado 3 partes de Nitrógeno, 1 de Fósforo, 2 de Potasio y 1 de Carbonato de Calcio.

Después de haberse sometido las muestras de campo a los análisis de laboratorio, se determinó que el PH estaba dentro del rango óptimo para este

cultivo, que es de 5.5 a 6.8, (10).

De acuerdo al contenido de los elementos nutritivos existentes en el suelo, las necesidades de nutrientes que exige la planta y tomando en cuenta el resultado de fijación en fósforo que se reporta en cuadro número 1, se llegó a determinar que la cantidad necesaria para tener 25 partes por millón disponibles a la planta, es de 75 partes por millón equivalentes a 150 kilogramos de fósforo por hectárea (los que corresponden a 343 kilogramos de P_2O_5), cuando se aplican al voleo; pero, si la aplicación se hace en el surco, (tal como se hizo en el experimento), las 75 partes por millón corresponden a 57 kilogramos de P_2O_5 , ó el equivalente de 125 kilogramos de triple superfosfato.

Habiendo tomado como base 125 kilogramos de triple superfosfato por hectárea, se determinaron los niveles, considerando dos menores y dos mayores para dar oportunidad a la obtención a una respuesta de tipo cuadrático.

De esta manera se determinaron los niveles de Fósforo en 0-100-200 y 300 kilogramos por hectárea.

Respecto a los niveles para Nitrógeno, se calcularon en base a los requerimientos de la planta (ver cuadro 1, Composición química en estado verde), llegándose a determinar los niveles 0-50-100-150 kilogramos por hectárea, tomando como fuente Urea (46% de Nitrógeno).

De igual manera como se procedió con el fósforo, así se determinó el potasio, pero solamente en un nivel, que correspondió a 100 kilogramos por hectárea en forma de K_2O , lo cual se consideró necesario para subir el suelo de 174 partes por millón a 210 partes por millón y de esta manera evitar el -

efecto limitante de éste elemento. Como fuente se empleó muriato de potasio - (Cloruro de Potasio, 60% F₂O).

MUESTRAS DE SUELO

Se tomaron las correspondientes muestras de suelo, siguiendo las recomendaciones del Departamento de Suelos de la Dirección de Investigación Agrícola. Se muestreó a diferentes niveles considerando la profundidad promedio de las raíces, así como un análisis del subsuelo. Los resultados reportados por el laboratorio se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO 3.

ANALISIS DE LABORATORIO (SUELO)

| | PPM | MEQ/100 GRS. |
|---------------------|-----------------|--------------|
| Nitrógeno | 16 | --- |
| Fósforo | 10.5 | --- |
| Calcio | ---- | 5.35 |
| Potasio | 174.0 | --- |
| Magnesio | ---- | 1.25 |
| Aluminio | ---- | 0.00 |
| Materia orgánica | ---- | 0.0% |
| Fijación de Fósforo | 75.0 | |
| Fijación de potasio | 0.0 | |
| Textura | Arcillo arenosa | |
| pH | 6.5 | |

CUADRO 4:

NIVELES DE FERTILIDAD EN KILOGRAMOS POR HECTAREA

| NIVELES | NITROGENO | FOSFORO | POTASIO |
|---------|-----------|---------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1 | 50 | 100 | 100 |
| 2 | 100 | 200 | 100 |
| 3 | 150 | 300 | 100 |

FUENTES PORTADORAS DE N.P.K.

NITROGENO ----- Urea con 46% de N.

FOSFORO ----- Triple Superfosfato con 46% de P_2O_5

POTASIO ----- Muriato de Potasio con 60% de K_2O .

SEMILLA:

La semilla empleada en el experimento fué seleccionada entre 18 -- variedades y líneas, tanto nacionales como extranjeras, las que previamente se sometieron a varias evaluaciones, habiéndose elegido la variedad cuya identificación corresponde al número BB 211 Bread Beans "Long Pod", la que posee cualidades de alto rendimiento, cierta resistencia a la antracnosis, -

CUADRO 5.

TRATAMIENTO EN KGS/HA.

| TRATAMIENTO | NITROGENO | FOSFORO | POTASIO |
|-------------|-----------|---------|---------|
| 1-- 0-0 | 0 | 0 | 100 |
| 2-- 0-1 | 0 | 100 | 100 |
| 3-- 0-2 | 0 | 200 | 100 |
| 4-- 0-3 | 0 | 300 | 100 |
| 5-- 1-0 | 50 | 0 | 100 |
| 6-- 1-1 | 50 | 100 | 100 |
| 7-- 1-2 | 50 | 200 | 100 |
| 8-- 1-3 | 50 | 300 | 100 |
| 9-- 2-0 | 100 | 0 | 100 |
| 10-- 2-1 | 100 | 100 | 100 |
| 11-- 2-2 | 100 | 200 | 100 |
| 12-- 2-3 | 100 | 300 | 100 |
| 13-- 3-0 | 150 | 0 | 100 |
| 14-- 3-1 | 150 | 100 | 100 |
| 15-- 3-2 | 150 | 200 | 100 |
| 16-- 3-3 | 150 | 300 | 100 |

desarrollo vigoroso, vainas largas con tres y cuatro semillas por vaina. Su período vegetativo es igual que el de las otras variedades probadas.

MÉTODOS

La metodología seguida para la determinación de los niveles de Fósforo es la recomendada por González (6) que se refiere a detectar al nivel abajo del cual el Fósforo se encuentra limitante, para elevarlo hasta tener una concentración tal, que lo deje en estado de disponibilidad; así se determinaron 75 partes por millón para tener 25 partes por millón disponibles.

El pH se determinó mediante el potenciómetro de Fisher modelo 210 -- con electrodos de vidrio. La correspondiente muestra se preparó en una suspensión de relación 2:1, agua-suelo.

Para la determinación de los elementos Fósforo y Magnesio se siguió el método de la Universidad de Carolina del Norte, que consiste en el uso de dos soluciones extractoras que permiten determinar individualmente cada elemento por sus procesos correspondientes.

La textura se determina mediante el método del hidrómetro usando el dispersante calgón (Hexametáfosfato de sodio) recomendado por Castillo (2).

PREPARACION DEL TERRENO

La preparación del terreno se llevó a cabo en la forma acostumbrada en la región, se efectuó una aradura y luego dos aplicaciones de rastra, de manera que el terreno quedara lo más uniforme posible respecto a su textura.

Con cordeles, estacas y cinta métrica, se procedió a trazar las parcelas, a las que se les dió un área de 12 metros cuadrados (2.40 m. X 5 m.), - de acuerdo a recomendaciones generales (3) que se refieren al tamaño y forma - de parcelas experimentales. Siguiendo el mismo criterio, se tomaron las dimensiones de calles y bordes, siendo de 1.5 entre parcelas y 2.5 entre bloques.

El diseño experimental empleado fué bloques al azar con cuatro repeticiones, de acuerdo a criterio expresados por Ibarra (8). Los resultados - obtenidos se reportan en el cuadro 6.

SIEMBRA

La siembra se efectuó de acuerdo a experiencias anteriores, donde se tomaron a evaluación diferentes distancias y formas, habiendo resultado como las mejores 60 cms. entre surcos y 25 cms. entre plantas.

FERTILIZACION

De acuerdo a recomendaciones de Jacob y Von Uexkul (9) el fertilizante se colocó en el fondo del surco, abajo de la semilla y previo a la siembra.

CUIDADOS CULTURALES

Se aplicaron todos los cuidados generales, como, limpias, aporques aplicación de fungicidas é insecticidas, ajustándose a las épocas de la región, de manera que se redujeron lo máximo posible los factores que pudieran hacer - variar el experimento. Se le hicieron dos limpias con azadón y juntamente con la segunda se le hizo un aporque.

Previo a la siembra y aprovechando las pasadas de rastra, el terreno recibió una aplicación de Nirán 10-G, como medio preventivo para el control de enfermedades y plagas propias del suelo. Durante el desarrollo del cultivo, se hicieron aplicaciones alternadas de Dithane M-45 y Cupravit Forte al 80%, con el fin de prevenir enfermedades fungosas, como el caso del Midiu y la roya del haba, originadas respectivamente por los hongos Peronospora viciae y Uromyces fabae. De igual manera, se hicieron aplicaciones de insecticidas, tanto dentro del surco en compañía del fertilizante, como aplicaciones al follaje, con Malathión, Sevin, Metasystox, usando las dosis recomendadas por las respectivas casas comerciales y siguiendo un sistema de rotación, de un periodo de 15 días.

CAPITULO IV.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

HIPOTESIS PROPUESTA:

Al poner a prueba cuatro niveles de Nitrógeno y cuatro de Fósforo, con un nivel fijo de Potasio, para observar sus efectos en el cultivo de haba, se deseaba poner a prueba las siguientes hipótesis nulas:

1. Los efectos relativos de las diferentes dosis de Nitrógeno sobre el rendimiento de grano por unidad de área, son iguales.
 - 1.1 La respuesta de rendimiento a estas dosis es de tipo lineal.
 - 1.2 La respuesta de rendimiento a estas dosis es de tipo cuadrática.
2. Los efectos relativos de las diferentes dosis de fósforo sobre el rendimiento del grano por unidad de área, son iguales.
 - 2.1 La respuesta en rendimiento a estas dosis es de tipo lineal.

- 2.2 La respuesta en rendimiento a estas dosis es de tipo cuadrática.
3. Los efectos de las dosis promedio de interacción son iguales.

RESULTADOS

Los resultados de campo observados en el ensayo, se muestran en el cuadro No. 6. El análisis de varianza correspondiente a dichos resultados, se muestran en el cuadro No. 8.

RENDIMIENTOS DE HABA EN KG/PARC. FACTORIAL NP CON K CONS.

CUADRO 6.

| TRAT. | REP ^I | REP ^{II} | REP ^{III} | REP ^{IV} | S U M A S | PROMEDIOS (X) |
|-------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------|---------------|
| 00 | 1.0 | .6 | .6 | 1.3 | 3.5 | 0.875 |
| 01 | 1.5 | 1.3 | 1.1 | 1.5 | 5.4 | 1.35 |
| 02 | 1.0 | .7 | .9 | 1.0 | 4.2 | 1.05 |
| 03 | .9 | .8 | .8 | .5 | 2.8 | .70 |
| 10 | .6 | 1.0 | .6 | 1.0 | 3.2 | .80 |
| 11 | 1.3 | 1.3 | .7 | 1.3 | 4.6 | 1.15 |
| 12 | 1.4 | 1.0 | 1.8 | .9 | 5.1 | 1.27 |
| 13 | 1.8 | 1.4 | .8 | 1.3 | 5.3 | 1.32 |
| 20 | .6 | 1.0 | .8 | 1.0 | 3.4 | .85 |
| 21 | 1.3 | 1.9 | 1.4 | 1.2 | 5.8 | 1.45 |
| 22 | 1.7 | 1.4 | 1.2 | 1.0 | 5.3 | 1.32 |
| 23 | 1.6 | 1.1 | 1.0 | 1.4 | 5.1 | 1.27 |
| 30 | 1.3 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 4.4 | 1.10 |
| 31 | 1.1 | 1.4 | 1.2 | 1.5 | 5.2 | 1.30 |
| 32 | 1.9 | 1.8 | .7 | 1.7 | 8.1 | 1.52 |
| 33 | 1.4 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 5.2 | 1.30 |

CUADRO 7

RESULTADOS ORDENADOS EN KG/HA.

| N | P | R E P E T I C I O N E S | | | | SUMAS | PROMEDIO -PARCIAL | PROMEDIO GENERAL. |
|-------|---|-------------------------|---------|---------|---------|----------|----------------------|----------------------|
| | | I | II | III | IV | | | |
| 0 | | 833.33 | 450.00 | 450.00 | 1083.33 | 2816.66 | 704.17 | |
| 1 | | 450.00 | 833.33 | 450.00 | 833.33 | 2566.66 | 641.67 | |
| 2 | 0 | 450.00 | 833.33 | 666.66 | 833.33 | 2783.32 | 695.83 | 739.58 |
| 3 | | 1083.33 | 833.33 | 916.66 | 833.33 | 3666.65 | 916.66 | |
| SUMAS | | 2816.66 | 2949.99 | 2483.32 | 3583.32 | 11833.29 | | |
| 0 | | 1250.00 | 1083.33 | 916.66 | 1250.00 | 4499.99 | 1125.00 | |
| 1 | | 1083.33 | 1083.33 | 583.33 | 1083.33 | 3835.32 | 958.33 | |
| 2 | 1 | 1083.33 | 1583.32 | 1166.66 | 1000.00 | 4833.31 | 1208.33 | 1093.75 |
| 3 | | 916.66 | 1166.66 | 1000.00 | 1250.00 | 4333.32 | 1083.33 | |
| SUMAS | | 4333.32 | 4916.64 | 3666.65 | 4583.33 | 17499.98 | | |
| 0 | | 833.33 | 583.33 | 750.00 | 1333.33 | 3499.99 | 875.00 | |
| 1 | | 1166.66 | 833.33 | 1500.00 | 750.00 | 4249.99 | 1075.00 | |
| 2 | 2 | 1416.66 | 1166.66 | 1000.00 | 833.33 | 4416.65 | 1104.16 | 1078.12 |
| 3 | | 1583.32 | 1500.00 | 583.33 | 1416.66 | 5083.31 | 1270.83 | |
| SUMAS | | 4999.97 | 4083.32 | 3833.33 | 4333.32 | 17249.94 | | |
| 0 | | 750 | 450.00 | 666.66 | 416.66 | 2283.32 | 570.83 | |
| 1 | | 1500.00 | 1166.66 | 666.66 | 1083.33 | 4416.65 | 1104.16 | |
| 2 | 3 | 1333.33 | 916.66 | 833.33 | 1166.66 | 4249.98 | 1062.50 | 955.21 |
| 3 | | 1166.66 | 833.33 | 1083.33 | 1250.00 | 4333.32 | 1083.33 | |
| SUMAS | | 4749.99 | 3366.65 | 3249.98 | 3916.65 | 15283.27 | | |

Para probar las hipótesis nulas descritas anteriormente se llevó a cabo el análisis estadístico respectivo, que se detalla en el cuadro siguiente:

CUADRO 8:

ANALISIS DE VARIANCIA

| FUENTE DE VARIACION | G.L. | S.C. | C.M. | F. Calculada | |
|---------------------|------|------|------|--------------|-----|
| Bloques | 3 | 0.70 | 0.23 | 2.80 | NS. |
| Tratamientos | 15 | 3.62 | 0.24 | 3.00 | ** |
| N. | 3 | 0.87 | 0.28 | 3.50 | * |
| Efecto Lineal | 1 | 0.85 | 0.85 | 10.62 | ** |
| Efecto cuadrático | 1 | 0.02 | 0.02 | 0.25 | NS. |
| Otros | 1 | 0 | | | |
| P. | 3 | 1.68 | 0.56 | 7.00 | ** |
| Efecto Lineal | 1 | 0.38 | 0.38 | 4.75 | * |
| Efecto cuadrático | 1 | 1.18 | 1.18 | 14.75 | ** |
| Otros | 1 | 0.12 | 0.12 | 1.50 | NS. |
| NP. | 9 | 1.09 | 0.12 | 1.50 | NS. |
| Error | 45 | 3.88 | 0.08 | | |
| T o t a l: | 63 | 8.20 | | | |

(*) = Significativo al 5% de probabilidades
 (**) = Significativo al 1% de probabilidades
 N.S. = No significativo.

ANÁLISIS ECONOMICO:

De acuerdo con los resultados del experimento y el análisis de variancia, se determinó la dosis de Fósforo, sin haberse considerado los gastos de insumos y su aplicación. El análisis económico se calculó con el propósito de determinar el nivel óptimo de aplicación en relación con los costos. De tal manera hubo que determinarse, la curva de producción, costo de aplicación y el nivel óptimo de aplicación.

I. CURVA DE PRODUCCION:

Se calculó utilizando el polinomio $Y = a + bx + cx^2$, como modelo; donde los parámetros a, b y c, se estimaron mediante el método de mínimos cuadrados y x es el nivel de Fósforo; habiéndose obtenido para el caso la ecuación de la curva $Y = 752.7 + 420.94x - 119.27x^2$.

Los diferentes niveles de Fósforo se muestran en el cuadro número 7.

Para la representación de la curva, se asignan valores a x, los que sustituidos en la ecuación van a determinar los correspondientes a Y, obteniéndose puntos de la curva en un sistema de coordenadas, según figura No. 1.

| | | | | | | | |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| X | 0.0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| Y | 752.7 | 933.35 | 1054.4 | 1116.4 | 1117.5 | 1062.5 | 947.0 |

2. COSTO DE APLICACION:

Considerando un costo promedio de 22 centavos el kilogramo de haba, se calcularon los costos y se expresaron en su equivalente de kilogramos de haba, según cuadro No. 9.

CUADRO 9:

PRECIOS DE INSUMOS Y SU EQUIVALENTE EN KG. DE HABA

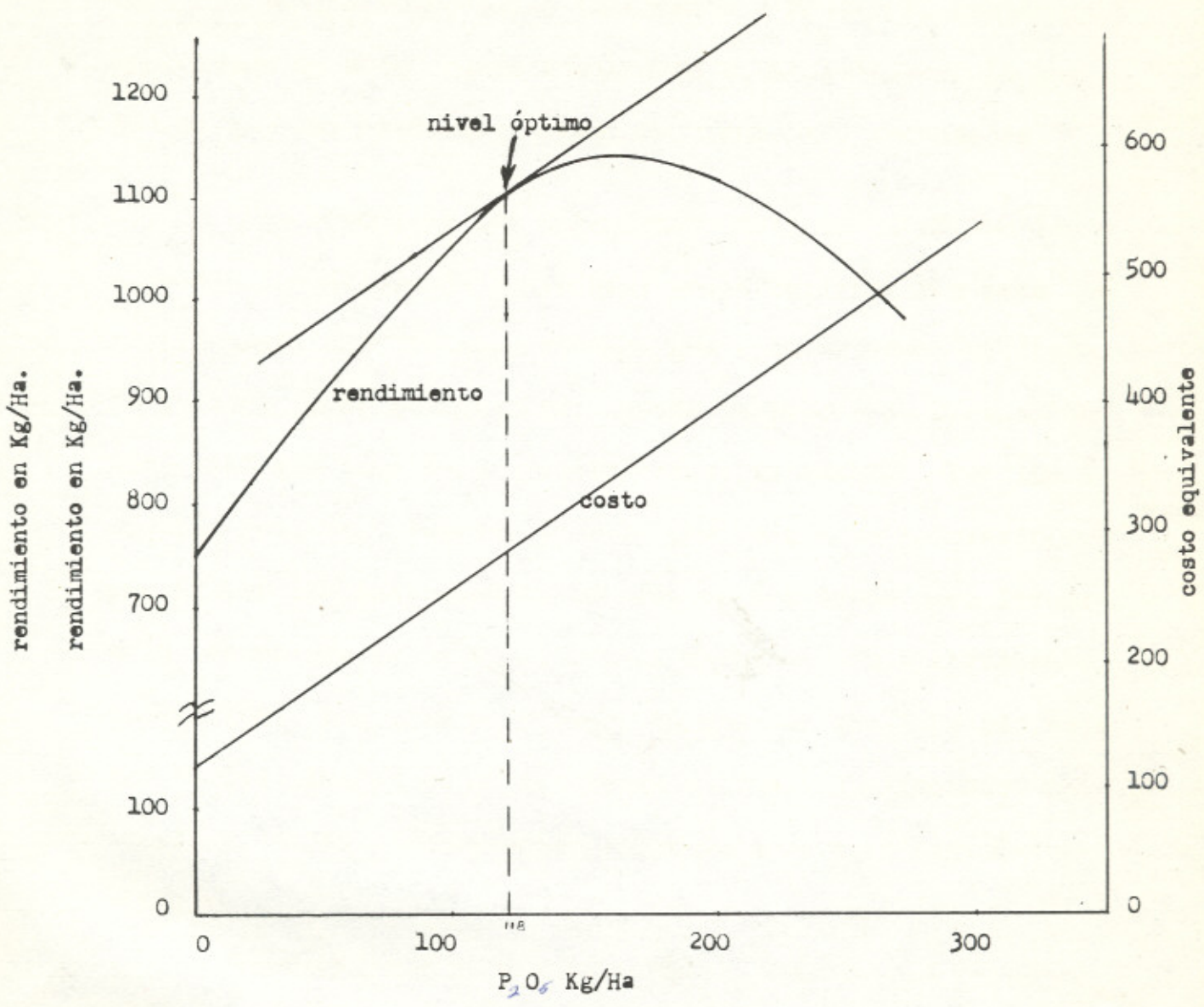
| Niveles de P_2O_5 .Kg/Ha. | Costo P_2O_5 . | Mano-Obra 4 Jorn. | 100 Kgs.-K. Constante. | TOTAL | Costo Equivl. en Kgs/Ha.-- |
|-----------------------------|------------------|-------------------|------------------------|--------|----------------------------|
| 0 | | 3.20 | 22.00 | 25.20 | 114.54 |
| 100 | 31.40 | 3.20 | 22.00 | 56.60 | 257.27 |
| 200 | 62.80 | 3.20 | 22.00 | 88.00 | 400.00 |
| 300 | 94.20 | 3.20 | 22.00 | 119.40 | 542.72 |

3. NIVEL OPTIMO DE APLICACION:

Para su determinación se representa en un gráfico la curva de producción y la recta representativa de los costos e--

quivalentes se igualan las pendientes, de la recta y la curva y el punto que resulta de esta igualdad determina el nivel óptimo, que en nuestro caso fué de 118 kilogramos por hectárea (ver figura No. 1).

Figura No. 1



DISCUSION DE RESULTADOS

Entre tratamientos hay diferencias altamente significativas, lo que indujo a efectuar un análisis más detenido de cada uno de los componentes (Nitrógeno y Fósforo), habiéndose encontrado en ambos casos resultados significativos, lo que indica que las hipótesis nulas uno y dos, son rechazadas.

Los efectos a las diferentes dosis de Nitrógeno (de acuerdo al análisis de variancia) son significativos para una distribución lineal, observándose que a mayor dosis aplicada se obtiene mayor rendimiento. Según la prueba de Duncan, se determinó que la diferencia significativa estaba entre los niveles primero y cuarto, lo cual indica que es necesario experimentar con aplicaciones mayores de Nitrógeno para llegar a la estimación de un nivel óptimo mediante una distribución cuadrática. Por ello se interpreta que los rendimientos, dentro de los límites de aplicaciones de 0 a 150 kilogramos por hectárea, serán directamente proporcionales a la cantidad aplicada.

La respuesta a la aplicación de Fósforo fué caracterizada por una tendencia cuadrática, en forma altamente significativa. Mediante dicha tendencia fué posible la determinación de un nivel óptimo de aplicación de Fósforo, contando para ello también con el análisis económico.

Respecto a la hipótesis 2.1, que se refiere a la respuesta lineal de Fósforo, fué rechazada, ya que su tendencia cuadrática resultó ser altamente significativa.

Los efectos de interacción de Nitrógeno-Fósforo, no mostraron diferencia alguna, resultando aceptada la hipótesis 3, relativa a la igualdad en el efecto promedio de las dosis de interacción.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES :

1. Tanto el Nitrógeno como el Fósforo tienen influencia directa sobre la producción de grano de haba, siendo sus efectos independientes.
2. Efecto del Nitrógeno: La respuesta del haba (rendimiento de grano) a la aplicación de Nitrógeno, fué lineal, entre los límites de aplicación estudiados (0-150 kg N/Ha.)
3. Una recomendación específica para aplicación de Nitrógeno, no fué posible, pero por la tendencia observada se puede indicar que se obtienen beneficios con aplicaciones entre 0 y 150 Kg. por Ha.; dependiendo de la capacidad económica del productor.
4. Efecto del Fósforo: Para las condiciones del área donde se desarrolló el experimento, 118 kilogramos de Fósforo por hectárea es el nivel óptimo.

5. Las anteriores conclusiones debe entenderse se aplican bajo las condiciones del área experimental y que los efectos descritos para Nitrógeno y Fósforo implican -- también niveles adecuados de Potasio en el Suelo, ya que el Campo Experimental fué tratado con una aplicación general de 100 Kg. de Potasio por Hectárea.

RECOMENDACIONES :

1. Dada la tendencia lineal demostrada por el N. en este experimento, se sugiere:
Efectuar un nuevo ensayo, utilizando niveles más altos.
2. Utilizar en el nuevo ensayo los mismos 100 kilogramos de Potasio por hectárea y los 118 kilogramos de Fósforo como constantes, debido a la no interacción manifestada en estos elementos.

BIBLIOGRAFIA

1. BOCANEGRA, SANTIAGO Y ECHANDI EDDI. Cultivo de las Menestras en el Perú. Perú, Misión Agrícola de la - Universidad de Carolina del Norte. 1968. pp.8-25.
2. CASTILLO ORELLANA, SALVADOR. Investigación de diferentes agentes dispersantes en el análisis mecánico por el método del Hidrometro (bouyoucus). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1969. p. 57 (Tesis Ing. Agr.)
3. DELA LOMA, JOSE LUIS. Experimentación Agrícola. México, - Unión Tipográfica, Editorial Hispano Americana. 1955. pp. 215.
4. GARCIA ROMERO, ANTONIO. Horticultura, primera edición, Barcelona, Salvat. 1952. pp.375-459.
5. GARRE, ANICETO LEON. Manual de Agricultura. Barcelona, Salvat S.A. 1951-1955. pp. 1619-1621.
6. GONZALEZ S., JORGE ALBERTO. Evaluación de la Fijación y disponibilidad del Fósforo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. -- 1970. pp. 10-12. (Tesis Ing. Agr.).
7. HOLDRIGE, L.W. Texto explicativo del Mapa de Zonificación Ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Extracto a cargo de José Ramirez - Bermudez. Guatemala, Ministerio de Agricultura, S.C.I.D.A. 1959. pp. 13.
8. IBARRA ARRIOLA, EDGAR LEONEL. Consideraciones sobre experimentos factoriales para estudios de Fertilización en Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1961. pp. 13.
9. JACOB, A. Y VON VEXKULL. Fertilización. Traducido por López Martínez de Alva. Hanover-Alemania. Verlagsgesellschaft Fur Ackerbau. 1966. pp. 93-99.

10. MORTENSEN, E. Y BULLARD, E. Horticultura Tropical y - Subtropical. México D.F., Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) 1971. pp. 75.
11. RIOS, FERNANDO. Mejores Habas. El Surco México, Vol. -- LXXI. No. 3. John Deere, S.A. Mayo-Junio 1966. pp. 7.
12. SIMMONS, C.S. TARANO, J.M. Y PINTO, J.H. Clasificación - de los Suelos de Guatemala. Instituto Agrope-cuario Nacional, y Ministerio de Educación Pú-blica, editora "José Pineda Ibarra", 1955. pp. 47-81.
13. STEEL, ROBERT G.D. Y TORRIE, JAMES H. Principles and Pro-cedures of Statistics. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc. 1960. pp. 107-109.
14. STRASBURGER, EDUARDO. Tratado de Botánica. Barcelona, Ma-nuel Marín (editor). 1944. pp.650-121-257-258, 280, 346, 366, 501, 595, 650.
15. TAMARO, D. Manual de Horticultura. Barcelona, Editorial - Gustavo Gili, S.A. 1966-68. pp. 335-337.
16. URIBE, SALVADOR. Habas en el Bajío. El Surco, México. - Vol. LXXVI. No. 5. John Deere, S.A. Septiem-bre-Octubre 1971. pp.4.
17. WIGGEN, S.C. Destrucción del Mito de la Agricultura Orgá-nica. Kansas, Agricultura de las Américas. -- Marzo 1972. pp. 26.
18. WU LEUNG, WOOT-TSUEN. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Insti-tuto de Nutrición de Centro América y Panamá. 1961. pp. 59. INCAP.

(f) Felipe García Salas Escobar

Vo.Bo.

(f) Ing.Agr. Gonzalo Armando Fletes
ASESOR

I M P R I M A S E .

(f) Ing. Agr. Edgar L. Ibarra A.
DECANO.