

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE BIOESTIMULANTES, EN TRES DOSIS, SOBRE EL DESARROLLO  
Y RENDIMIENTO DE LA ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), EN  
SANTIAGO SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ.



TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

POR

JULIO ROBERTO RAMIREZ MALDONADO

En el acto de Investidura como  
INGENIERO AGRONOMO  
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
En el grado académico de  
LICENCIADO

DL  
01  
T (1218)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ
VOCAL PRIMERO:	ING. AGR. MAYNOR ESTRADA
VOCAL SEGUNDO:	ING. AGR. EFRAIN MEDINA G.
VOCAL TERCERO:	ING. AGR. WOTZBELI MENDEZ E.
VOCAL CUARTO:	P. AGR. ALFREDO ITZEP
VOCAL QUINTO:	P. AGR. MARCO SANTOS
SECRETARIO:	ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO

Guatemala, 13 de marzo, 1991

Ing. Agr. Hugo Tobías  
Director IIA  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos.

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE BIOESTIMULANTES, EN TRES DOSIS, SOBRE EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE LA ARVEJA CHINA (*Vicia sativum* L.), EN SANTIAGO SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ".

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando contar con la aprobación del mismo.

Atentamente:

  
Rach. Julio Roberto Ramirez Maldonado.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Guía y Maestro.
A MI MADRE	María del Carmen Maldonado S. Fuente de inspiración y amor.
A MI PADRE	Lic. Alfonso Ramírez. Con cariño y agradecimiento.
A MIS HERMANOS	Ana María Carlos Alfonso Javier Manuel
A MI SOBRINO	Alejandro Con todo el cariño del mundo.
A MI HIJO	Julio Roberto. Pensanto en tí aunque no estemos juntos.
A MI FAMILIA EN GENERAL	
A MIS COMPAÑEROS	Ing. Ivan Argeta Dr. Otto Ruano Dr. Otto Escalante Ing. Edgard Santizo Ing. Edgard Velasquez Ing. Vinicio Paniagua Dr. Erik Morales Ing. Oscar Pensamiento Ing. Oscar López Ing. Manuel Tum. Ing. Hernan Ochoa Luis Barrera



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a:

Las personas que colaboraron en la realización del presente trabajo, en especial a: Ing. Agr. Manuel Martínez, por su asesoría; al Ing. Agr. Luis Ochoa, por su colaboración y apoyo en la etapa de campo; al P. Agr. Luis Medrano, por su ayuda incondicional.

A Vinicio Paniagua y familia, por las atenciones prestadas hacia mi persona.

Al señor Oscar Hernández y señora, por su apoyo en mi etapa de estudiante.

A mis tías Carmen Aurora Maldonado y Cristina Maldonado por su incalculable apoyo y cariño.

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA

GUATEMALA

Como un pequeño homenaje y  
Agradecimiento.

AL PUEBLO DE GUATEMALA

Con fè y esperanza.

A MIS CENTROS DE ESTUDIO

Esc. Rep. de Bolivia.  
Colegio Salesiano Don Bosco.  
Facultad de Agonomía USAC.

A LICO.

Con admiraciòn.

A MI ABUELO

## INDICE

Indice de cuadros	i
Indice de figuras	ii
Resumen	iii
I.    Introducción	1
II.   Hipòtesis	3
III.  Objetivos	4
IV.   Revisión de literatura	5
1. Caraterísticas de los productos evaluados	21
2. Evaluaciones realizadas	27
3. Generalidades del cultivo de la arveja china	29
V.    Materiales y métodos	32
1. Descripción del àrea experimental	32
2. Factores en estudio	32
3. Diseño experimental	33
4. Manejo del experimento	35
5. Variables respuesta	36
VI.   Resultados y discusión	38
1. Altura de planta	38
2. Diámetro de tallo	38
3. Días a la floración	40

4. Días a la cosecha	43
5. Dimensiones de vaina	43
6. Rendimiento	45
7. Análisis económico	49
VII. Conclusiones	50
VIII. Recomendaciones	52
IX. Bibliografía	53
X. Anexos	54



## INDICE DE CUADROS

1	Influencia de la aplicación de bioestimulantes sobre el desarrollo de altura de planta en arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.).	38
2	Influencia de la aplicación de bioestimulantes sobre el desarrollo del diámetro de tallo en arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.).	40
3	Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre los días a floración en arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.).	40
4	Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre los días a llenado de vaina en arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.).	43
5	Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre las dimensiones de vaina en arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.)	45
6	Mínimos y máximos de largo y ancho de vaina en arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.).	45
7	Análisis de varianza para rendimiento de arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.).	47
8	Prueba de Tukey para el rendimiento de arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.).	47
9	Costos, ingresos, Rentabilidad y Tasa Marginal de Retorno, para los primeros dos años de cultivo de arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.).	49
10	Rendimientos en Kg. de arveja china ( <u>Pisum sativum</u> L.) por ha..	58

## INDICE DE FIGURAS

1	Desarrollo de altura de planta.	39
2	Desarrollo de diámetro de tallo.	41
3	Influencia de bioestimulantes sobre días a floración.	42
4	Influencia de bioestimulantes sobre días a cosecha.	44
5	Influencia de bioestimulantes sobre tamaño de vaina.	46
7	Influencia de bioestimulantes sobre el rendimiento.	48
8	Ubicación geográfica del área experimental	55
9	Croquis de campo.	57

EVALUACION DE BIOESTIMULANTES, EN TRES DOSIS, SOBRE EL DESARROLLO  
Y RENDIMIENTO DE LA ARVEJA CHINA (Pisum sativum L.), EN  
SANTIAGO SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ.

EVALUATION OF THE APPLICATION OF BIOESTIMULANTS, IN THREE RATES,  
ON THE GROWTH AND YIELD OF CHINESE PEA (Pisum sativum L.) IN  
SANTIAGO SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ.

RESUMEN

Los aminoácidos son piezas básicas, con las cuales los organismos construyen las proteínas. La aplicación de aminoácidos a las plantas se fundamenta en el ahorro de energía metabólica, que será consecuencia de la aplicación de los mismos, ya que la planta no tendrá que sintetizarlos, utilizando este sobrante energético en una mejor y mayor producción.

Los cultivos de agroexportación han cobrado auge en los últimos años en el altiplano central guatemalteco, siendo la arveja china el que más aceptación ha tenido.

Para este cultivo se diseñó un programa de aplicaciones de bioestimulantes, a base de aminoácidos de síntesis, de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la planta en sus distintos estadios de desarrollo. El programa contempla cinco aplicaciones con tres distintos productos proporcionando a la planta, cada uno de ellos además de aminoácidos distintos macro y micronu-

trientes. Este programa, en tres distintas dosis, fue sujeto de evaluación en el presente trabajo.

Las dosis evaluadas fueron: 1, 1.5, y 2 cc. de producto comercial por litro de agua. La tecnología del agricultor constituyó el testigo.

Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, diámetro de tallo, días a la floración, días a la cosecha y dimensiones de vaina, las cuales fueron analizadas con medias simples. El rendimiento fue sometido a Análisis de Varianza, por medio del cual se determinó que existían diferencias altamente significativas entre tratamientos, procediéndose luego a realizar la prueba de Tukey, determinándose que el tratamiento de 2 cc/lt fue estadísticamente el mejor.

Económicamente el tratamiento de 2 cc/lt fue el más rentable pero según la Tasa Marginal de Retorno el mejor lo constituyó el de 1 cc/lt..

Con base a lo anterior, se recomienda la utilización de 1 cc/lt., ya que, de él se obtiene buena rentabilidad y a la vez es el que más Tasa Marginal de Retorno ofrece.

## I. INTRODUCCION

Los aminoácidos, son las piezas básicas con las cuales los organismos construyen proteínas, combinándolos según secuencia y orden específico para cada tipo de proteína, determinado por la información genética contenida en las moléculas de ADN de sus cromosomas.

En la naturaleza existen 20 aminoácidos que se consideran fundamentales, existiendo unos 150 derivados de éstos. Los organismos vivos los sintetizan a partir de elementos químicos básicos como: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y azufre.

La aplicación de aminoácidos a las plantas se fundamenta en el ahorro de energía metabólica, que será consecuencia de la aplicación de los mismos, ya que la planta no tendrá que sintetizarlos, utilizando este sobrante energético en una mejor y mayor producción.

En la nutrición vegetal, existen dos categorías de nutrientes: los macro y micronutrientes, los cuales son necesarios durante todo el ciclo vegetativo. Cada uno, de los macronutrientes se torna crítico en determinado estadio vegetativo, así el fósforo es necesario durante la etapa de formación de tejidos radiculares, el nitrógeno durante la floración y el potasio durante el llenado de órganos de reserva. Es por esto que, para cada cultivo se diseñan programas de fertilización específicos, determinados éstos



por los requerimientos del mismo.

En los últimos años, en la zona del altiplano central guatemalteco, han cobrado auge los cultivos de exportación, ya que de ellos se obtiene mayor rentabilidad que de los cultivos tradicionales. La arveja china es el cultivo que más aceptación ha tenido, ya que sólo de este cultivo se exportaron en el año de 1,990 3.9 millones de kilogramos. En este cultivo se incurre en costos altos, lo que obliga a recurrir a nuevas tecnologías para incrementar las ganancias.

Para la arveja china, se diseñò un programa de aplicaciones con bioestimulantes a base de aminoácidos de síntesis, el cual consta de cinco aplicaciones con tres productos, proporcionando a la planta cada uno de ellos además de aminoácidos, distintos macro y micronutriente en cada uno de los casos.

Este programa, en tres distintas dosis, fue sujeto de evaluación en el presente trabajo.

## II. HIFOTESIS

Las dosis de 1. 1.5 y 2 cc. de producto comercial/lt. de agua, del programa de bioestimulantes a base de aminoácidos, incrementan el rendimiento del cultivo de la arveja china (Pisum sativum L.).

### III. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto que sobre el rendimiento del cultivo de la arveja china, produce la aplicación del programa de bioestimulantes a base de aminoácidos de síntesis, en tres dosis.
2. Determinar el efecto, que produce la aplicación del programa de bioestimulantes a base de aminoácidos de síntesis, sobre altura de planta, diámetro de tallo y dimensiones de vaina en el cultivo de arveja china.
3. Determinar, tomando como base la Tasa Marginal de Retorno y la Rentabilidad, cuál de los tratamientos es económicamente el mejor.

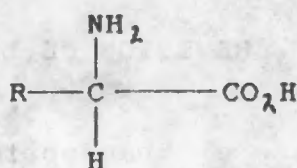
## IV. REVISION DE LITERATURA

Stumpf (11), sobre el transporte de aminoácidos dentro de la planta dice: "El transporte de aminoácidos se realiza a través del floema y el ingreso de los mismos hacia la célula vegetal se efectúa por transporte activo".

Stumpf (11), sugiere que: "En el citoplasma existe una mezcla heterogénea de aminoácidos y la selección de uno de ellos para su incorporación a una cadena proteica debe de ser presedida por la activación del mismo por una enzima específica. La activación de un aminoácido es seguida por su unión a una molécula de RNA. Una vez formado, el RNA se asocia con los ribosomas del citoplasma para formar un polisoma; siendo conducidos los aminoácidos hacia el ribosoma por el tRNA, en el otro extremo de la molécula se encuentra un anticodon ensamblándose al codon por su atracción complementaria quedando los aminoácidos alineados en secuencia".

De acuerdo a Ovellette (8), menciona que: "Los agentes de control, mantenimiento, crecimiento y reproducción de la vida están formados aproximadamente por 20 compuestos que contienen un grupo amino y uno carboxilo, llamados aminoácidos. Estos se combinan entre sí para crear las proteínas, que son, tal vez, las moléculas orgánicas más complejas de la naturaleza. Los aminoácidos contenidos en las plantas y animales a manera de proteínas, tienen un grupo amino unido al átomo de carbono adyacente al grupo carboxilo. La posición es conocida como carbono  $\alpha$  y tales aminoácidos se llaman  $\alpha$  aminoácidos y la fórmula general es:





La R de èsta fòrmula general puede ser hidrògeno, un grupo alquilo, un anillo aromàtico o parte de un anillo heterociclico. Todos los aminoàcidos contenidos en las proteínas son conocidos por sus nombres comunes. Algunos aminoàcidos que no pueden ser sintetizados en el cuerpo humano y que son necesarios tanto para un adecuado metabolismo como para el crecimiento, se denominan aminoàcidos esenciales. Deberàn obtenerse directamente de fuentes alimenticias. Algunos de estos aminoàcidos son: Glicina, Valina, Prolina, Treonina, Hidroxiprolina, Acido Glutàmico, Alanina, Arginina, Acido Aspàrtico, Lisina, Leucina, Fenilalanina, Isoleucina, Metionina, Histidina, Serina, Cistina, Tirosina, Triptofano. A excepciòn de la Glicina en donde R=H, todos los aminoàcidos que se encuentran en la naturaleza contienen al menos un centro de asimetría, son òpticamente activos y tienen la configuraciòn L.

El cuerpo humano contiene proteínas formadas de L-aminoàcidos: sintetizando los aminoàcidos que le son necesarios o bien, utilizando solamente los que obtiene de fuentes nutritivas.

La necesidad de tener aminoàcidos puros para estudios de nutriciòn en los animales hace indispensable el desarrollo de métodos sintéticos generales. Algunos de ellos pueden aislarse fácilmente de fuentes protèicas y son naturalmente, òpticamente activos. Sin embargo, las fuentes naturales de aminoàcidos sufren



problemas de separación. Las proteínas constan de una mezcla de casi todos los aminoácidos conocidos.

Recientes investigaciones demuestran que el porcentaje de los aminoácidos provenientes de una fuente de proteínas dada, utilizados por los humanos depende de la composición de la proteína. En ciertos alimentos, la adición de pequeñas cantidades de un aminoácido como la lisina en el maíz, duplica casi el porcentaje de la proteína empleada por el cuerpo. Existe la posibilidad de que los suplementos adecuados de los aminoácidos puedan incrementar el valor nutritivo. La industria química pretende diseñar medios económicos críticos de modo que los alimentos disponibles sean eficazmente aprovechados".

De acuerdo a Richter (9), al considerar los aspectos estructurales, clasifica a los aminoácidos en cuatro grupos:

1. "R" contiene una cadena de hidrocarburo no modificada: glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, prolina, fenilalanina.
2. "R" lleva un segundo carboxilo; se originan "aminoácidos dicarboxílicos" o aminoácidos "ácidos": ácido glutámico y ácido aspártico.
3. "R" contiene grupos no ionizados pero de naturaleza polar: -SH (cistina, metionina), -OH (serina, treonina, tirosina), -CO NH (aspargina, glutamina), o bien, un sistema heterocíclico (triptófano).
4. "R" contiene un grupo básico adicional; por lo tanto, se

trata de un aminoácido diaminomonocarboxílico o aminoácido "básico": lisina, arginina, histidina.

Dice que, además de lo característico que un aminoácido tiene en común con los demás representantes del mismo grupo, existen particularidades individuales en la estructura química, las que se discuten y se presentan a continuación:

"La L-valina (ácido  $\alpha$ -aminoisovaleriánico), L-leucina (ácido  $\alpha$ -aminoisocaprónico) e isoleucina (ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -metrilvaleriánico) contienen como esqueleto una cadena ramificada de átomos de carbono. No sólo en su estructura, sino también en sus características químicas se asemejan mucho estos compuestos entre sí. El organismo animal con frecuencia no es capaz de sintetizar la cadena ramificada y debe absorberlos ya prefabricados. La valina, leucina e isoleucina pertenecen, por esta razón a los "aminoácidos esenciales" o "aminoácidos imprescindibles" para el organismo animal. En cambio, la célula vegetal verde, igual que una serie de microorganismos, están capacitados para sintetizar todos los aminoácidos, incluso los de un esqueleto de átomos de carbono ramificado.

La L-prolina, y la L-hidroxiprolina se distinguen por una estructura molecular cíclica; el átomo N en posición está incluido en un anillo (pirrolidina), razón por la cual se forma una amina secundaria. La L-hidroxiprolina, debido a su grupo hidroxilo, pertenece al grupo tres, anteriormente mencionado. La molécula de la L-fenilalanina (ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -fenilpropiónico) y la

L-tirosina (ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -hidroxifenilpropiónico) contienen un anillo aromático. Puesto que la síntesis de este anillo no es posible en el cuerpo animal, ambos compuestos deben clasificarse entonces como aminoácidos esenciales.

El grupo -OH fenólico de la tirosina tiene un carácter débilmente ácido; a una concentración de iones  $H^+$  baja (pH 9.0 y mayor), se disocia un protón. A estos aminoácidos "aromáticos" pertenece también el L-triptófano, un aminoácido con un anillo indol que contiene N.

En la L-cisteína (ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -mercaptopropiónico), L-cistina y L-metionina (ácido- $\alpha$ -amino- $\gamma$ -metiltiolbutírico) aparece con el azufre un nuevo elemento en la molécula de un aminoácido. Este elemento proporciona a los compuestos como grupo funcional -SH libre o ligado, cierto grado de reactividad. Así, la cisteína se une fácilmente con una segunda molécula mediante deshidrogenación, formándose el ácido diaminodicarboxílico cistina, uniendo los dos restos de las moléculas un puente de azufre (-S-S-). La cistina es en esta forma estable. También incorporada en una molécula de proteína, la cisteína puede llevar a cabo esta reacción. Resulta que dos diferentes macromoléculas o también partes de una sola, mediante sus componentes cisteína, pueden entrar en unión entre sí.

En la L-asparagina y L-glutamina el grupo carboxilo adicional que contiene la molécula del ácido monoaminodicarboxílico respectivo, o sea el ácido aspártico y el ácido glutámico, es transfor-

mado en un grupo amida. Esta agrupación comparte a los compuestos un carácter hidrófilo. Un desdoblamiento hidrolítico con álcali o ácido libera, además de  $\text{NH}_2$ , el correspondiente ácido monoamino-dicarboxílico.

La L-lisina (ácido  $\alpha, \epsilon$ -diaminocaprónico) pertenece a los aminoácidos que tienen un segundo grupo amino en el resto de la molécula. A baja concentración de iones  $\text{H}^+$  (pH 9.0) solamente este segundo grupo amino es ionizado; a una más alta concentración (pH 5.0) también lo es el grupo amino del átomo  $\alpha$ -C.

Igualmente un carácter básico posee la L-arginina (ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -guanidinvaleeriano), debido al grupo guanidino en la molécula; por esto se clasifica este aminoácido como un derivado de la base guanidina:

La L-Histidina (ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -imidazolpropionico) tiene el carácter de una base débil por la atracción de protones por un átomo de N del anillo imidazol. Ya hemos conocido este sistema heterocíclico como componente de las bases púricas. Teóricamente la histidina se deriva de la alanina, cuyo átomo  $\beta$ -C lleva un anillo imidazol como sustituyente. Por casualidad los tres aminoácidos "básicos", lisina, arginina e histidina, tienen cada uno 6 átomos de carbono (bases Hexonas).

El acoplamiento estrecho entre las reacciones de la reducción fotosintética del  $\text{CO}_2$  y de la síntesis de algunos aminoácidos en la célula vegetal verde, se hizo por primera vez evidente por medio de la incubación con  $^{14}\text{CO}_2$  por tiempo breve. La rápida



"salida" del carbono radiactivo para encontrarse no sólo en forma de fosfatos de azúcares, sino también en aminoácidos y ácidos orgánicos, muestra la estrecha correlación existente entre los productos intermedios del ciclo fotosintético de reducción del  $\text{CO}_2$  de las glicólisis y del ciclo del ácido cítrico y los aminoácidos. Así se forman serina, alanina, ácido glutámico y ácido aspártico, que se distinguen de los demás aminoácidos por la muy rápida incorporación de carbono radiactivo, con gran probabilidad de los cetoácidos que aparecen como compuestos intermedios. Menos claras son las circunstancias en el caso de algunos otros aminoácidos, cuyo esqueleto de átomos de carbono puede ser formado sólo mediante una secuencia de variadas reacciones. A este grupo pertenecen la valina, leucina, isoleucina, fenilalanina, tirosina y triptófano. En parte, los aminoácidos rápidamente sintetizados ("primarios") sirven como materia prima para su síntesis; en parte, éstos últimos sólo aportan fragmentos de sus moléculas para la síntesis de los aminoácidos de este grupo.

#### Incorporación del grupo $-\text{NH}_2$ :

Transaminación: La mayoría de los aminoácidos en la célula pueden estar sujetos a una transformación enzimática en el cetoácido respectivo. Enzimas específicas, las transaminasas, separan el grupo  $-\text{NH}_2$ , lo combinan temporalmente con su grupo prostético y lo utilizan más tarde para la transformación de un  $\alpha$ -cetoácido en el aminoácido respectivo.



Mientras que el  $\alpha$ -cetoácido que se originó entra en el ciclo del ácido cítrico como "depósito" correspondiente, ocurre la re-síntesis del piridoxalfosfato mediante la transferencia del grupo  $-NH_2$  a un aceptor apropiado. Esta función la asumen especialmente el ácido  $\alpha$ -cetoglutarico y el ácido oxalacético, los que de esta manera son transformados en ácido glutámico y ácido aspártico, respectivamente. La formación preferente de estos dos aminoácidos se explica de su posición clave como precursores para la síntesis de otros aminoácidos. Por esta razón estos aminoácidos se agrupan en una "familia del ácido glutámico", o bien, "familia del ácido aspártico".

En las plantas superiores, la transaminación probablemente representa el último paso de reacción en la biosíntesis de glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, fenilalanina, tirosina, y quizá también, serina. Como donadores de  $-NH_2$  activos se han reconocido recientemente aminoácidos que no forman parte de proteínas y que pertenecen, en parte, a los aminoácidos "raros" en organismos vegetales.

Los representantes más conocidos de péptidos activos han sido encontrados en el hombre y en organismos de animales: las "hormonas peptídicas" (insulina, glucagón, ocitocina, vasopresina, corticotropina), cuyas secuencias de aminoácidos en la mayoría de casos fue posible esclarecer.

También se han aislado de plantas superiores algunos péptidos, especialmente organismos de almacenamiento, en los cuales

estos péptidos representan una parte considerable de la fracción de compuestos nitrogenados solubles. Se supone que estos péptidos naturales sirven de almacenamiento de nitrògeno y de azufre en forma de compuestos solubles. Con esto tendrían una función muy similar a la glutamina, asparagina, arginina y citrulina. Se trata de " $\alpha$ -glutamil-péptidos", derivados del ácido glutàmico, cuyo grupo  $\alpha$ -carboxilo contribuye excepcionalmente a la formación de un péptido. Como componentes se han comprobado la presencia de los aminoácidos: alanina, valina, leucina, isoleucina, fenilalanina, tirosina, metionina y cisteina; ademàs se encuentran algunos aminoácidos que normalmente no son componentes de las proteínas".

De acuerdo a la activación de aminoácidos, Richter (9), argumenta que: "El primer paso de la síntesis de proteínas consiste, como ya se ha indicado anteriormente, en la transformación de los aminoácidos a un estado reactivo, o sea "activado"; ellos son elevados a un nivel energético más alto. Con esto se tiene otro ejemplo para el principio probado, de dar a compuestos primitivos de una biosíntesis un alto potencial transferidor de grupos. La necesidad de esta activación del substrato para la síntesis de proteínas se infiere el hecho de que la unión de aminoácidos libres para formar una cadena de polipéptidos es un proceso endergónico, que sólo superficialmente corresponde a la inversión del desdoblamiento hidrolítico.

Cada uno de los aproximadamente 20 aminoácidos participantes reacciona primeramente con el ATP, el donador de la energía nece-

saria, con formación de un anhídrido mixto del ácido carboxílico y ácido fosfórico ("aminoaciladenilato"). Este compuesto, rico en energía, queda estabilizado contra el desdoblamiento hidrolítico; probablemente el producto de la reacción formado está unido a la proteína de la enzima participante. Esta enzima se denomina aminoacil-s-RNA-sintetasa; ésta cataliza también la siguiente transferencia del aminoácido de este producto intermedio a una molécula de RNA de transferencia, específica para el aminoácido.

De manera correspondiente, cada aminoácido requerido para la biosíntesis de una proteína es acoplado mediante una sintetasa específica al RNA de transferencia correspondiente. Quizá existan entre la estructura de la enzima que activa y la molécula del RNA de la transferencia de las mismas relaciones específicas".

En la formación de una secuencia específica de aminoácidos, Richter (9), reporta que: "Mientras que los procesos de la activación de los aminoácidos tienen lugar en el espacio citoplasmático de la célula, el segundo paso de la biosíntesis de proteínas se efectúa en los ribosomas. El plano estructural para la secuencia de aminoácidos a formarse, lo proporciona el RNA de matrices. Una molécula de m-RNA entra en contacto con varios ribosomas y generalmente une a cinco de éstos de tal manera, que aparecen como perlas sobre un hilo. Esta estructura común se denomian "polirribosoma" o "polisoma".".

De acuerdo a la liberación de la molécula de proteína sintetizada, dice que: "Cuando el último codón de la molécula de m-RNA

en deslizamiento ha pasado el punto de unión en el ribosoma y se ha incorporado el aminoácido terminal correspondiente en la cadena poli- o macropéptidos, ocurre, como último paso, la liberación de la macromolécula del ribosoma. En este proceso, cuyos detalles son todavía desconocidos, aparentemente el GTP juega cierto papel. También para los sucesos siguientes, durante los cuales la "estructura primaria" de la proteína sintetizada es transformada en una conformación de cadena específica ("estructura secundaria", o bien "terciaria"), existen hasta la fecha apenas conceptos de modelos.

La proteína lista y biológicamente activa se encuentra finalmente en forma disuelta en el citoplasma o es incorporada en definidas estructuras celulares u orgánulos celulares, así por ejemplo, como enzima específica en un mitocondrio o en un cloroplasto."

Y en la degradación de proteínas y utilización de los productos, Richter (9), argumenta que: "El estado de un "equilibrio dinámico", en el cual se encuentran muchos compuestos de células vivas y que contribuye a su constante transformación, rige también para las macromoléculas de proteínas. A la par de la biosíntesis de moléculas nuevas ocurre la degradación de las "envejecidas". En organismos unicelulares y en células del meristema que se dividen con mucha rapidez, esta "proteólisis" queda naturalmente, debido a la acelerada síntesis de proteínas, sin ser notada. En cambio, durante la movilización de proteínas de reserva en órganos



de almacenamiento vegetales, se pueden encontrar mayormente procesos de degradación. Los promotores más importantes para la degradación de las proteínas en la naturaleza viviente son los microorganismos.

La degradación de proteínas, como ya se ha indicado, corresponde a una reacción exergónica; el equilibrio de la hidrólisis que tiene lugar, está por el lado de los productos del desdoblamiento. El proceso se lleva a cabo de tal manera, que una molécula de proteína es, o enzimáticamente desdoblada en fragmentos, o directamente, desde ambos extremos -igual que los fragmentos- desintegrada en sus aminoácidos que la componen. Estos aminoácidos entran otra vez en la síntesis de nuevas proteínas o, si se trata de proteínas de reserva movilizadas, después de la eliminación previa del grupo amino ("desaminación"), son incorporados en el metabolismo de síntesis o de trabajo. Como ácidos cetónicos les queda abierto el camino del ciclo del ácido cítrico o el camino sintético para carbohidratos o bien ácidos grasos. Las plantas superiores adultas no hacen uso de la primera posibilidad bajo condiciones normales -contrario al hombre y al animal-. Se observa tal degradación disimilatoria de los esqueletos de carbono de los aminoácidos para la obtención de energía ("respiración protéica") solamente en el caso de una nutrición anormal de la planta.

Los aminoácidos que se originan debido a la proteólisis están sujetos, en parte, a reacciones de transaminación, de las cuales



se originan los  $\alpha$ -cetoácidos correspondientes. En parte, los aminoácidos son utilizados directamente como componentes de una síntesis nueva de proteínas. Si la oferta, sin embargo, es grande, como por ejemplo, en plantulas durante la movilización de proteínas de reserva de la semilla, entonces los aminoácidos entran en varios caminos metabólicos. Al comienzo, por regla general, ocurre una transformación característica durante la cual la molécula es "acondicionada" para el camino de reacción que va a tomar."

Richter (9), cita también que: "las bacterias como *E. coli* pueden sintetizar la colección entera de veinte aminoácidos, mientras que el hombre sólo puede sintetizar la mitad. Los aminoácidos que deben ingerirse en la dieta se denominan esenciales, mientras que los otros se llaman no esenciales. Estas denominaciones se refieren a las necesidades de un organismo en una situación determinada. Por ejemplo, el ciclo de la urea sintetiza suficiente arginina para satisfacer las necesidades de un individuo adulto, pero no las de un niño en crecimiento. La deficiencia de un solo aminoácido origina un balance nitrogenado negativo. En estas condiciones, se degrada mayor cantidad de proteínas de la que se sintetiza, y, de este modo, se excreta más nitrógeno del que se ingiere.

Las vías para la biosíntesis de los aminoácidos son variadas. Sin embargo, presentan un aspecto importante, común a todas: los esqueletos carbonados de los aminoácidos proceden de intermedia-

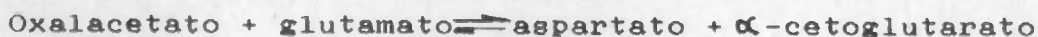
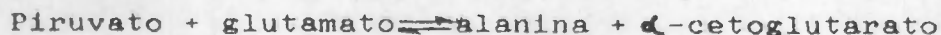
rios de la glicólisis, de la vía de las pentosas fosfato o del ciclo del ácido cítrico. Una simplificación ulterior es que existen solamente seis familias biosintéticas.

Conjunto básico de veinte aminoácidos

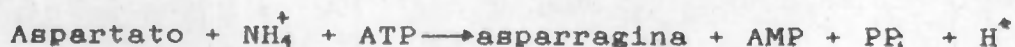
No esencial	Esencial
Alanina	Arginina
Asparagina	Histidina
Aspartato	Isoleucina
Cisteína	Leucina
Glutamato	Lisina
Glutamina	Metionina
Glicina	Fenilalanina
Prolina	Treonina
Serina	Triptófano
Tirosina	Valina

Los aminoácidos no esenciales se sintetizan mediante reacciones muy sencillas, mientras que las vías para la formación de los esenciales son muy complejas. Por ejemplo, los aminoácidos no esenciales alanina y aspartato se sintetizan en una sola etapa, a partir de piruvato y oxalacetato, respectivamente. Cada uno de estos compuestos adquiere su grupo amino del ácido glutámico, en una reacción de transaminación en la que es cofactor el piridoxal

fosfato.

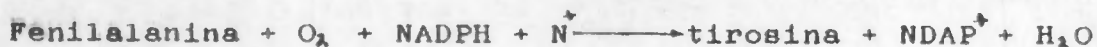


La asparragina se sintetiza después por amidación del aspartato:



En los mamíferos, el dador de nitrógeno para la síntesis de asparragina es la glutamina en vez del  $\text{NH}_4^+$ .

Otra síntesis en una sola etapa de un aminoácido no esencial es la hidroxilación de la fenilalanina (aminoácido esencial) a tirosina, reacción que tiene lugar en los mamíferos.



Esta reacción está catalizada por la fenilalanina hidroxilasa. Es de resaltar que la tirosina constituye un aminoácido esencial en los individuos que carecen de esta enzima."

Se ha demostrado en el laboratorio, que los aminoácidos en general, se forman por condensación del ácido cianhídrico con aldehidos (Miller, 1,953) y las purinas por simples condensaciones de ácido cianhídrico (Orò, 1,960). Hacia los años 1,950 se desarrollaron los estudios para descubrir las vías que los organismos vivos seguían para sintetizar los aminoácidos, elementos básicos para la formación de sus proteínas. Estas vías son diversas y se concretan en seis rutas o familias biosintéticas, distinguiéndose los aminoácidos esenciales de los no esenciales. En 1,953 Watson y Crick postularon la estructura del ácido deso-

xirribonuclèico (ADN) en forma de doble hèlice unida por travesaños o bases que son compuestos nitrogenados que contienen la informaciòn genètica específica y codificada de cada ser vivo, postulado que fuè demostrado en 1,967. Este acervo de conocimientos y su intuición personal fueron las bases que le sirvieron al Dr. Cebrián y a su equipo, a partir de 1,962 para lograr sintetizar en el laboratorio los 20 aminoácidos fundamentales, por una via completamente nueva. Desde 1,978 y bajo el patrocinio tècnico y financiero de Laboratòrios Bioquímicos Españoles, S.A. (L.B.A.), se experimentaron a escala industrial los desarrollos del Laboratorio. Esta etapa consumiò casi cuatro años, pues hasta 1,982 no se logrò poner a punto el proceso para obtener L-aminoácidos con una pureza superior al 99% y hacer posible su empleo en medicina, bien por inyección intramuscular, como se viene haciendo en los tratamientos de ceguera por atrofia del nervio òptico, o bien mediante uso tòpico. Para estas aplicaciones iban orientadas las investigaciones, despuès se ha comenzado su comercialización para uso en agricultura y ganaderia.

Actualmente se obtienen industrialmente (Japon) por via fermentativa utilizando determinados microorganismos, los aminoácidos L-lisina, metionina y àcido glutàmico, con riquezas del 85 al 90%. Con aplicaciones muy limitadas se hidrolizan proteínas para su uso en agricultura, como mezcla de aminoácidos, pèptidos, polipèptidos y otras sustancias sin precisar composición y pureza. El proceso Cebrián-LBE permite obtener los 20 aminoácidos fundamentales, con

pureza del 99 al 99.9%. LBE optimizó el proceso a escala industrial mediante el diseño especial de los reactores de síntesis y con el empleo de microprocesadores y un software especialmente desarrollado para controlar todos los parámetros que intervienen simultáneamente en la reacción, sin lo cual habría sido imposible optimizar el proceso. La introducción en la agricultura de productos a base de aminoácidos puros obtenidos por síntesis y biológicamente activos, es ya una realidad de LBE, INAGROSA, fruto de las investigaciones dirigidas por el Dr. G.R. Cebrián. Los resultados comprobados desde 1.981 en exploraciones agrícolas de España, Inglaterra, USA, Venezuela, Japón, Taiwan, Arabia Saudita y Honduras son las siguientes: -Carencia total de toxicidad del producto, -Una gran capacidad de penetración (casi el 100%) del producto en la estructura celular vegetal tanto por vía foliar como radicular, -Mezcla posible con cualquier producto líquido o sólido. Como consecuencia de esta capacidad de penetración y de la pureza de los aminoácidos que contiene el producto, se aprecia: -Una reacción inmediata de la planta, sobre todo si esta última sufre un fuerte desequilibrio fisiológico o ha sido sometida a adversas condiciones externas, -Potenciación de fertilizantes sólidos y líquidos, y productos fitosanitarios, -Influencia positiva y variable sobre la producción, -Influencia muy positiva sobre la calidad de los frutos.

Según Biotécnica (3), describe a continuación las características de los productos evaluados (Anexo 5):



## "1. BIOCOMPLEJO 1: (1)

Ha sido especialmente desarrollado para su empleo como bioestimulante de la floración. El fòsforo es un nutriente que circula por el interior de la planta con una cierta dificultad. Como consecuencia de ello, en los momentos críticos (formación del sistema radicular, etapa de crecimiento rápido, formación de òrganos de reserva, formación de semillas) no llega a los meristemos terminales, y lugares de síntesis de almidòn y proteínas, el fòsforo que èstos serían capaces de consumir; por ello, aun cuando los cultivos no alcanzan a manifestar una carencia de este elemento, lo que sí ocurre es que "la cosecha se queda corta". Este biocomplejo resulta ser para la planta una fuente complementaria de fòsforo, elemento decisivo en el buen desarrollo de las diversas etapas de la floración, formación del sistema radicular, crecimiento de los òrganos de reserva y desarrollo de las semillas.

El biocomplejo es un nutriente de síntesis caracterizado por su elevado contenido en aminoàcidos libres y por la presencia de fòsforo, cobre, hierro, manganeso y zinc incorporados en las cadenas aminadas de aquèllos. Su contenido en fòsforo lo hace igualmente aconsejable en aquellos momentos del ciclo biològico en los que resulta conveniente potenciar el desarrollo radicular, la formación de òrganos de reserva y el perfecto desarrollo de las semillas. La presencia de cobre, hierro, manganeso y zinc permite el control preventivo y aun curativo de estados carenciales simples o múltiples debidos a deficiencias en la asimilación de uno o

---

(1) Información Dirección Técnica de Sanidad Vegetal.  
Departamento de Supervisión y Registro de Agroquímicos.

más de los nutrientes que contiene. En caso de deficiencias notables y graves es aconsejable mezclar con cualquier corrector de nutrientes existente en el mercado disminuyendo la dosis de este último en un 50%. Su absorción es independiente de la función clorofílica, siendo el consumo de energía mínimo. Su empleo está especialmente indicado en aquellos cultivos de los que se aprovechan sus flores o sus frutos; cítricos, cultivos para producción de semillas, frutales de hueso y pepita, leguminosas, pimiento, tomate y otras hortalizas y vid.

Puede mezclarse con insecticidas, fungicidas, herbicidas, fitorreguladores y abonos para aplicación foliar que no contengan aminoácidos de hidrólisis, facilitando la acción de todos ellos. Las riquezas garantizadas presentadas en este producto son: 6% p/p (6.9% p/v) de anhídrido fosfórico (P O ) soluble en agua; 0.12% p/p de hierro (Fe); 0.09% p/p de zinc (Zn); 0.08% p/p de cobre (Cu); 0.06% p/p de manganeso (Mn); 42.9% p/p (49.5% p/p) de materia orgánica; 39.2% p/p (46.19% p/v) de aminoácidos libres.

## 2. BICCOMPLEJO 2:

Es el primer biocomplejo de síntesis, es decir, su fabricación se realiza a partir de unas materias primas de gran pureza, si no se cumpliera esta condición no se verificaría la síntesis, dosificadas con gran precisión gracias al control de calidad y producción efectuadas computarizadamente. Las materias primas son:

- a) Concentrado de aminoácidos puros sintetizados por LBE (Laboratorio Bioquímicos Españoles).
- b) Soluciones depuradas de nitrógeno y Fósforo, Potasio y microelementos.
- c) Concentrado de polisacáridos sintetizados por LBE.
- d) Coenzimas que cumplen la función de unir los macro y micronutrientes a las cadenas de los aminoácidos y transformar los polisacáridos en moléculas estables de ácidos húmicos y fúlvicos, tanto en el envase como en el suelo una vez aplicado el producto.

Este producto al ser biocomplejo de síntesis permite una nutrición mineral completa instantánea y eficaz al estar los macro y micronutriente dentro de la molécula del aminoácido. Los aminoácidos, que también forman parte del producto, estimulan todas las funciones vitales de la planta y facilitan la formación de proteínas. Los ácidos húmicos y fúlvicos, por el proceso de síntesis, mantienen durante largo tiempo su estabilidad y eficacia en el suelo, estimulando y aumentando los efectos beneficiosos de los microorganismos, permitiendo una mayor fertilidad de la zona de goteo. Es éste el motivo por el cual con menor dosis de productos y de nutrientes minerales (disminución del costo de producción) aumenta considerablemente el rendimiento.

Al desarrollar este producto se pretendieron cumplir los siguientes objetivos:

- a) Proporcionar al cultivo, principalmente por riego localizado, la nutrición organomineral más completa y equilibrada durante su

ciclo vegetativo, con el máximo rendimiento y costo mínimo en unidades fertilizantes.

b) Esta eficacia se consigue al haber logrado introducir en el vegetal (gracias al proceso de síntesis) los siguientes componentes:

- Aminoácidos de síntesis que bioestimulan, nutren y potencian la penetración y eficacia del resto de productos.

- Macro y micronutrientes puros introducidos en el radical del aminoácido. (Máxima rapidez y eficacia).

- Materia orgánica soluble en forma de ácidos húmicos y fúlvicos para mejorar el nivel de fertilidad de la zona de goteo.

Las riquezas incorporadas con que cuenta este biocomplejo son: Materia orgánica: 47.7% p/p (56.6% p/v) ; Nitrógeno amino (N) 6% p/p (7.1% p/v); aminoácidos 43.19% p/p (51.70% p/v); ácidos húmicos 10%; fósforo 5% p/p (P O ); potasio 7% p/p (K O). Incorporados en la cadena de los aminoácidos: alanina, valina, glicocola, isoleucina, leucina, prolina, treonina, serina, metionina, hidroxiprolina, fenilalanina, ácido aspártico, ácido glutámico, tirosina, lisina, histidina, arginina, cistina, triptófano. Hierro (Fe) 0.12% p/p; zinc (Zn) 0.09% p/p; cobre (Cu) 0.08% p/p; manganeso (Mn) 0.06% p/p; magnesio (Mg) 0.09% p/p; boro (B) 10 p.p.m.

Se recomienda en los momentos de máximas necesidades alimenticias: brotación, cuajado y desarrollo de frutos.



### 3. BIOCOMPLEJO 3:

Es un aportador foliar de potasio, su contenido de aminoácidos de síntesis lo hacen la más eficaz fuente de potasio utilizable por los cultivos. Es un abono para aplicación a base de aminoácidos. Nutriente de rápida absorción por vía foliar, compuesto por biocomplejos formados por aminoácidos de síntesis y potasio, cobre, hierro, manganeso y zinc.

El potasio (K) es uno de los macroelementos esenciales para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas quienes deben, naturalmente, tomarlo del suelo en el que se encuentra en solución procedente de la oxidación de numerosos compuestos así como de los abonos potásicos incorporados. El potasio está íntimamente ligado con la función clorofílica. Así se ha demostrado que cuando la iluminación disminuye, las necesidades de N de las plantas son pequeñas pero aumentan las de K. Consecuentemente en días nublados la función clorofílica se desarrolla con normalidad en aquellos cultivos que disponen de K mientras que queda frenada cuando las disponibilidades son reducidas.

El potasio activa específicamente gran variedad de enzimas entre ellas algunas que intervienen en la síntesis de proteínas. Así un abono nitrogenado abundante, sólo produce proteínas cuando la planta dispone de una adecuada cantidad de K.

El biocomplejo ha sido especialmente desarrollado para su empleo como activador del cuaje y del crecimiento y desarrollo del fruto. Es un nutriente de síntesis caracterizado por su elevado



contenido de aminoácidos libres y por la presencia de potasio, cobre, hierro, manganeso y zinc incorporados en las cadenas aminadas de aquéllos. Su absorción es independiente de la función clorofilica, siendo el consumo de energía mínimo. Este bio-complejo proporciona a la planta una fuente complementaria de potasio, elemento decisivo tanto durante las diversas etapas de la fructificación como durante la formación de los órganos de reserva (raíces, tubérculos, bulbos, etc.). Su empleo está especialmente indicado en aquellos cultivos en los que se aprovechan sus raíces.

Las riquezas garantizadas que contiene son las siguientes: Oxido de potasio (K O ) 6% p/p (7.1 p/v); hierro (Fe) 0.12% p/p; zinc (Zn) 0.09% p/p; cobre (Cu) 0.08% p/p; manganeso (Mn) 0.06% p/p; materia orgánica 51.9% p/p (58.1% p/v); aminoácidos libres 47.44% p/p (53.09% p/v). En donde p/p significa Composición peso/peso de 100 gramos de muestra."

#### **Evaluaciones realizadas con aminoácidos de síntesis:**

De acuerdo a Biotécnica (4), dice que: "En la provincia de Cartago, Costa Rica, Mario Araya Vargas (1,988) evaluó aminoácidos biológicamente activos en la producción de café en comparación con mezclas convencionales; en donde los resultados demostraron que con el tratamiento de aminoácidos superó al testigo en 12.67% y al convencional en un 5.49%. Además se demostró que el efecto de los tratamientos sobre el volumen del fruto se dió a favor de los

aminoàcidos que alcanzò un incremento del 18% sobre el testigo, y un 5% sobre la mezcla convencional.

Alcides Chacòn P. (Marzo 1,989) realizò un ensayo sobre el uso de los aminoàcidos, en el cultivo de arroz en la provincia de Guanacaste, Costa Rica, comparàndoles con un testigo en donde los resultados demostraron un incremento sobre el testigo de la siguiente forma: En altura 9.46%; tamaño de las espigas en un 7.13%; número de granos por espiga en un 12.05%; peso de 100 granos en un 14.38%; rendimiento por àrea en un 28.07%. Ademàs demostrò un buen control de malezas al mezclarlo màs 2,4-D reduciendo la dosis de este ùltimo en un 25%.

En Fraijanes, Guatemala, se investigò el efecto de los aminoàcidos de síntesis sobre el cultivo de la papa, variedad Tollocàn, los cuales demostraron un incremento de peso del 41.77% sobre el testigo, mejorando calidad, uniformidad y tamaño.

En Septiembre de 1,989, se llevò a cabo; un ensayo con aminoàcidos en el cultivo del melòn, en la aldea La Fragua, Depto. de Zacapa, en donde Luis A. Medrano, comprobò que se incrementò el número de unidades exportables con las plantas tratadas en un 75.64% sobre el testigo.

Los agrònomos Antonio Sagastume y Luis Medrano (1,988) efectuaron estudios sobre la respuesta del algodòn a las aplicaciones de un programa de aminoàcidos, en la Gomera, del departamento de Escuintla; y fue en donde se logrò demostrar un incremento en la producciòn en las plantas tratadas en 4.66 quintales de algodòn

rama por manzana por encima del testigo."

Alfonso (1), en estudio realizado en ajonjolí en Coatepeque, departamento de Quetzaltenango, demostrò que el tratamiento con aminoácidos superò al testigo en un 86%, en cuanto a rendimiento.

### Generalidades sobre el cultivo de la arveja china:

Segùn Messianen C. (7), "Es una leguminosa originaria de algunas regiones del Mediterráneo y del Africa oriental, que es cultivada para la producción de semilla de consumo, ya sea secas o fresca, con càscara o sin ella. La arveja difiere del frijol en que sus tallos son huecos y sus hojas pinnaticompuestas con uno, dos o tres pares de folíolos con un zarcillo terminal, las flores son sencillas y nacen en pares sobre pèndulos largos; las ramas no presentan constricciones y las semillas son redondas, lisas o rugosas cuando estàn secas.

### **Clima y terreno:**

Es una planta resistente al clima frío y poco resistente a la sequía, que vegeta bien en clima templado-caliente, húmedo y se adapta a diversos terrenos, con preferencia en aquellos de media constitución tendientes a los sueltos, arenosos, mientras huye de las estructuras compactas.

### **Fertilización:**

Se tiene que enriquecer el terreno con las siguientes cantidades de fertilizante/Ha.:

65 K. de N, 20 K. de anhídrido carbónico y 40 K. de óxido de potasio.

#### Preparación del terreno:

El terreno destinado al cultivo deberá ser bien labrado y abonado con estiércol deshidratado; mejor si se mezcla con 1.36-1.88 K/Ha. de fosfato mineral, además se necesitará asegurar el fácil escurrimiento del agua.

#### Siembra:

Las siembras se efectúan de junio a octubre, según la localidad y la variedad empleada, las siembras se hacen en filas simples o bien dobles.

La semilla será enterrada a 0.05 m. de profundidad y suficientemente irrigada, teniendo presente que las semillas redondas y lisas por su mayor resistencia al frío, son las más apropiadas para los cultivos verano-primaverales.

La cantidad de semilla empleada, según la variedad y la distancia, oscilará de 10 K. a un máximo de 16 K/Ha..

La siembra será precedida de una fertilización mineral mediante la suministración de un ternario de una elevada acción fosfopotásica.

#### Cuidados del cultivo:

Conviene comenzar ayudando a la germinación de la semilla con una moderada irrigación e intervenir sistemáticamente contra las hierbas infestantes. A esta última operación se podrá hacer frente ya sea con intervención mecánica o con tratamientos qui-



micos. Para estos últimos serán preferibles productos a base de compuestos hormonales (2,4-DB), derivados uréicos (Linurón), triazínicos (Prometrín), nitro derivados (Tok, DNBP), diclorobenzoicos (aminben), carbamáticos (IPC, CDEG) o también aceites minerales inodoros, será necesario renunciar al empleo de los derivados de la triazina en los terrenos turbosos y los fuertemente fertilizados.

Cuando las plantas hayan alcanzado cerca de los 0.10 Mt., se intervendrá con el abono de cobertura para ayudarlos en su desarrollo. El fertilizante deberá ser enterrado con una ligera escardadura que se repetirá cuando las plantas hayan alcanzado los 0.15 Mt. de desarrollo.

La variedad trepadora será provista de apropiados soportes de leña o caña. La irrigación será practicada con moderación en los casos de sequía persistente. No deberán abandonarse los tratamientos fitosanitarios que se practican empleando carbamatos, mejor si están mezclados con fos-orgánicos.

#### Plagas y enfermedades:

Moscas (*Phytomyza albiceps* y *P. atricoreis*), trips (*Kakotrip robustus*), gusano (*Laspeyresia nigricana*), mosca de las agallas (*Contarinia pisi*), gorgojos (*Brochus pisorum*, *B. rufimanus*).

Los patógenos de la arveja, tales como el mildiu veloso (*Peronospora* sp.), el tizón (*Mychosphaerella pinoidea*), la roya (*Uromyces pisi*) y mildiu polvoriento (*Erysiphe polygoni*)."



## V. MATERIALES Y METODOS

### V.1 Descripción del área experimental:

La investigación se realizó en el municipio de Santiago Sacatepèquez, departamento de Sacatepèquez.

Su ubicación geográfica se define a una altitud de 1,950 msnm., con latitud de 14° 38' 05" y longitud 90° 40' 45". (Anexo 1)

Segùn Holdrige (6), la región es un bosque húmedo montaño bajo subtropical. La precipitación oscila entre 1,057 a 1,588 mm. La temperatura varía entre 11.4° y 22.5° C..

Segùn Simmons, Tàrano y Pinto (10), los suelos de la región son clasificados dentro de la serie Cauquè de la altiplanicie central, cuyas características son: clase textural franca friable de 20 a 40 cms de profundidad. Drenaje interno bueno. Topografía de planicies extendidas a colinas escarpadas.

### V.2 Factores en estudio:

#### V.2.1 Material experimental:

El programa de aplicación de bioestimulantes contemplò cinco aplicaciones con tres distintos productos, Kadostim. Se utilizò tambièn semilla de arveja china de la variedad Oregon.

### V.3 Diseño experimental:

Para la realización del estudio se utilizò un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y siete repeticiones, con un total de 28 unidades experimentales.

#### V.3.1 Tratamientos:

El programa de bioestimulantes es el siguiente:

No. de aplic.	Producto	Epoca de aplicación
1	Fosnutren	A las 4-5 hojas
2	Fosnutren	Antes de la floración
3	Humiforte	Antes de la floración
4	Kadostim	Después de la Floración
5	Kadostim	30 días después de la N. 4

Este programa se evaluò en tres dosis, el testigo utilizado fue la tecnología del agricultor. (Anexo 2)

Los tratamientos evaluados fueròn:

A= 1 cc. de producto comercial/litro de agua.

# ap.	Produc.	gr. I.A./ha	gr. I.A./planta/aplicación
1	Bioc. 1	466	0.0009
2	Bioc. 1	466	0.0009
3	Bioc. 2	518	0.00095
4	Bioc. 3	564	0.001
5	Bioc. 3	564	0.001

B= 1.5 cc. de producto comercial/litro de agua.

# ap.	Produc.	gr. I.A./ha	gr. I.A./planta/aplicación
1	Bioc. 1	699	0.0013
2	Bioc. 1	699	0.0013
3	Bioc. 2	777	0.0014
4	Bioc. 3	846	0.0015
5	Bioc. 3	846	0.0015

C= 2 cc. de producto comercial/litro de agua.

# ap.	Produc.	gr. I.A./ha	gr. I.A./planta/aplicación
1	Bioc. 1	932	0.0018
2	Bioc. 1	932	0.0018
3	Bioc. 2	1,036	0.0019
4	Bioc. 3	1,128	0.002
5	Bioc. 3	1,128	0.002

D= 0 cc. de producto comercial/litro de agua. (Testigo)

### V.3.2 Modelo estadístico:

El modelo estadístico para el diseño empleado es el siguiente:

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

$Y_{ij}$  = Variable respuesta.

U = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo bloque.

$B_j$  = Efecto del j-ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Error experimental.

### V.3.3 Detalle de las parcelas:

La parcela bruta fue de 5 m. largo por 6.5 m. de ancho, constando de cinco surcos, con un àrea de 32.5 m. cuadrados. La parcela neta fue de 3 m. de largo por 3.9 m. de ancho, constando de tres surcos. (Anexo 3)

La distancia entre plantas fue de 0.05 m. y 1.3 m. entre surcos. El espaciamento entre repeticiones fue de 1 m.. El àrea total utilizada fue de 910 metros cuadrados.

## V.4 Manejo del experimento:

### V.4.1 Preparaciòn del terreno:

El terreno para la siembra se preparò con arado a una profundidad de 0.30 a 0.40 m., luego se le pasò la ras- tra para desmenuzar los terrones homogenizando el suelo.

### V.4.2 Siembra:

La siembra se realizò a mano, poniendo una semilla por postura, con distanciamento de 0.5 m. entre planta y 1.3 m. entre surcos y 0.02 a 0.04 m. de profundidad.

### V.4.3 Fertilizaciòn:

La primera fertilizaciòn se realizò al momento de la siembra a razòn de 0.025 Kg/m. de 12-24-12. La segunda se realizò a razòn de 0.15 Kg/m. de 12-12-17-2.

### V.4.4 Control de malezas:

Se llevò a cabo en forma manual a los 15 días, a los 30 días y a los 60 días despuès de la siembra.



V.4.5 Control de plagas y enfermedades:

Se hicieron aplicaciones de Tridemorph para el control de Erisiphe polygoni (mildiu polvoriento), para Ascochita pisi metil-1-(butircarbamoil)-2-benzinidazolcarbama-to. Para el control de plagas del suelo se utilizò O-etil-S-S-dipropil fosforoditioato.

V.5 Variables respuesta:

V.5.1 Altura de planta:

Medida en metros, desde la superficie del suelo al ápice de la planta.

V.5.2 Diámetro del tallo:

Medido en metros, por debajo de las primeras hojas.

V.5.3 Días a la floración:

Se cuantificò al inicio de èsta cuando el 50% de las plantas dentro de la parcela neta florearón.

V.5.4 Días a inicio de cosecha:

Se cuantificò desde la emergencia de las plantas hasta el momento en que se comenzò a realizar.

V.5.5 Dimensiones de vainas exportables:

Se midiò en metros el ancho y el largo de las vainas para cada uno de los tratamientos.

V.5.6 Rendimiento:

Se cuantificò en Kg/ha. exportables de arveja.

V.5.7 Costos de producción:

Se llevaron registros, desde la renta del terreno

hasta la entrada del producto en la planta procesadora, de todos los gastos en que se incurrió.

Las épocas de lectura en altura de planta y diámetro de tallo fueron:

- a los 30 días de emergidas las plantas.
- al inicio de la floración.
- al inicio de la cosecha.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### VI.1 Altura de planta:

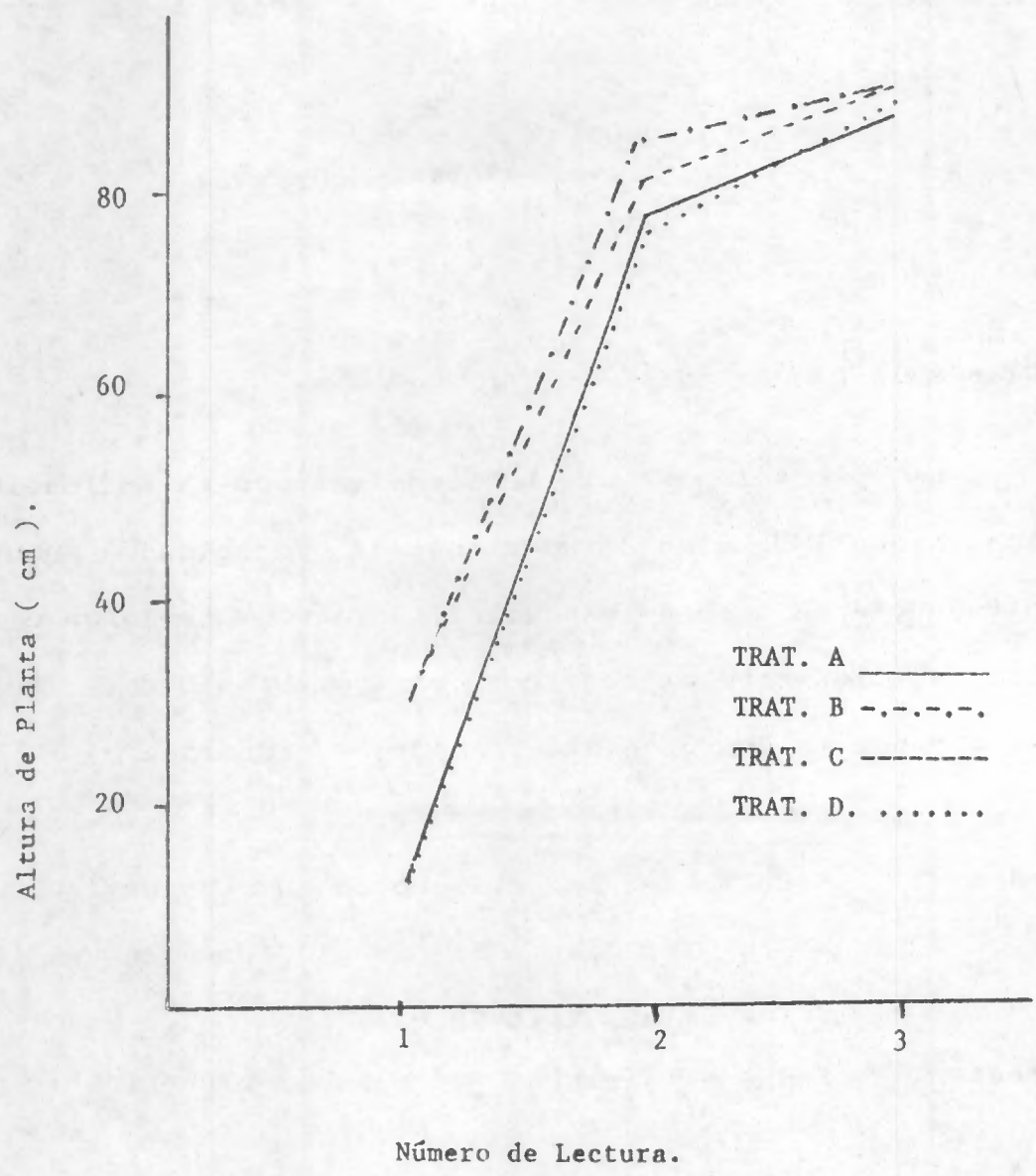
La aplicaciòn de los bioestimulantes, no influyò sobre la altura de la arveja china, pero sí la acelerò cuando las concentraciones o dosis fueron mayores (Trat. B y C) y tendiò a ser normal a concentraciones menores (Trat. A), como se puede observar en el cuadro 1. (Gràfica 1)

Cuadro 1. Influencia de la aplicaciòn de bioestimulantes, sobre el desarrollo de altura de planta en arveja china (*Pisum sativum* L.).

No. Lec.	Trat. A	Trat. B	Trat. C	Trat. D
1	13	15	15	13
2	77	84	83	76
3	87	89	89	88

### VI.2 Diámetro de tallo:

El diámetro de tallo no se vio influenciado por la aplicaciòn de bioestimulantes. El tiempo en que se desarrollò èste sí se vio influenciado, ya que a mayores concentraciones (Trat. B y C) es más acelerado y a menores (Trat. A), tiende a ser normal, como lo demuestra el cuadro 2. (Gràfica 2)



Graf. 1. Desarrollo de Altura de Planta



Cuadro 2. Influencia de la aplicación de bioestimulantes, sobre el desarrollo del diámetro de tallo en arveja china (*Pisum sativum* L.).

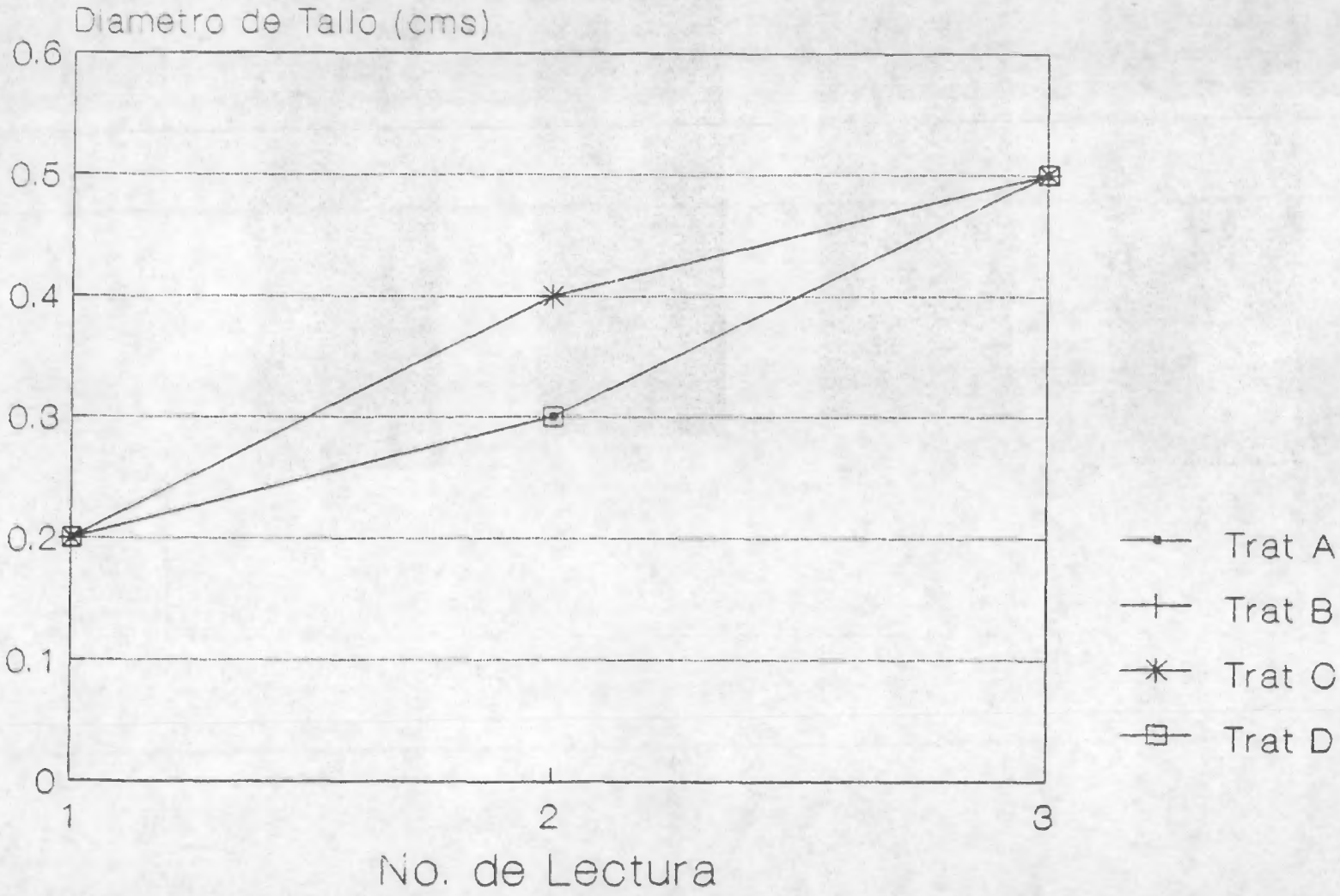
No. Lec.	Trat. A	Trat. B	Trat. C	Trat. D.
1	0.2	0.2	0.2	0.2
2	0.3	0.4	0.4	0.3
3	0.5	0.5	0.5	0.5

### VI.3 Días a la floración:

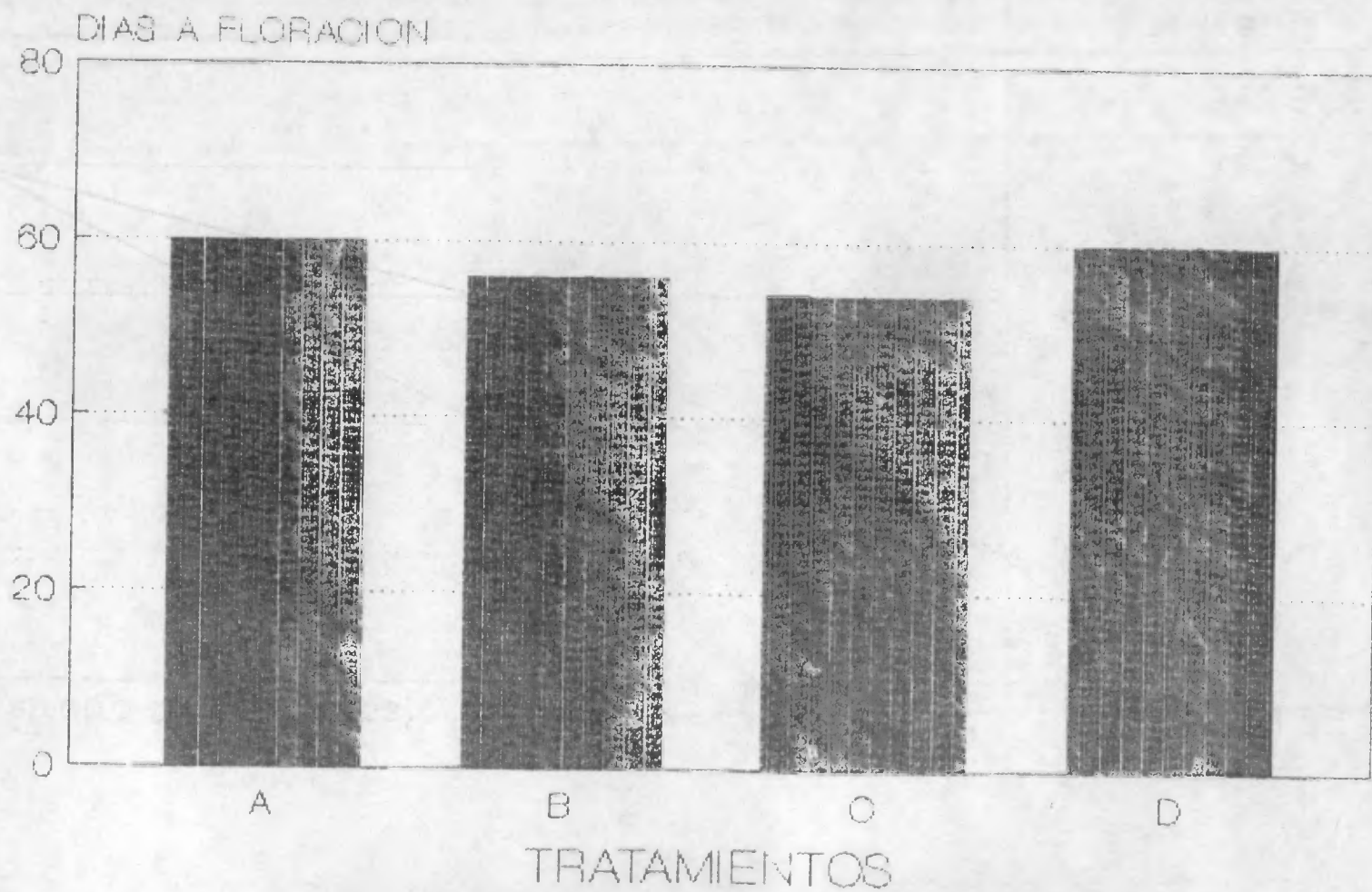
La floración se vio influenciada por la aplicación de los bioestimulantes, induciéndose precocidad, aunque la diferencia en días no sea significativa. La mayor diferencia se dio entre el testigo y el tratamiento C (2 cc/lt.), la diferencia fue de 6 días, cuadro 3. (Gráfica 3)

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de bioestimulantes, sobre los días a inicio de floración en arveja china (*Pisum sativum* L.).

Trata.	Fecha de siembra	Fecha de floración	Días.
A	21-9-90	19-11-90	60
B	21-9-90	15-11-90	56
C	21-9-90	13-11-90	54
D	21-9-90	19-11-90	60



Graf. 2: Desarrollo de Diametro de Tallo



Graf. 3: Influencia de Bioestimulantes sobre días a floracion

#### VI.4 Días a inicio de cosecha:

El periodo, comprendido entre la floración y la cosecha no se vio influenciado por la aplicación de los bioestimulantes, ya que del inicio de la primera al inicio de la segunda, transcurrieron 18 días en todos los tratamientos, cuadro 4. (Gráfica 4)

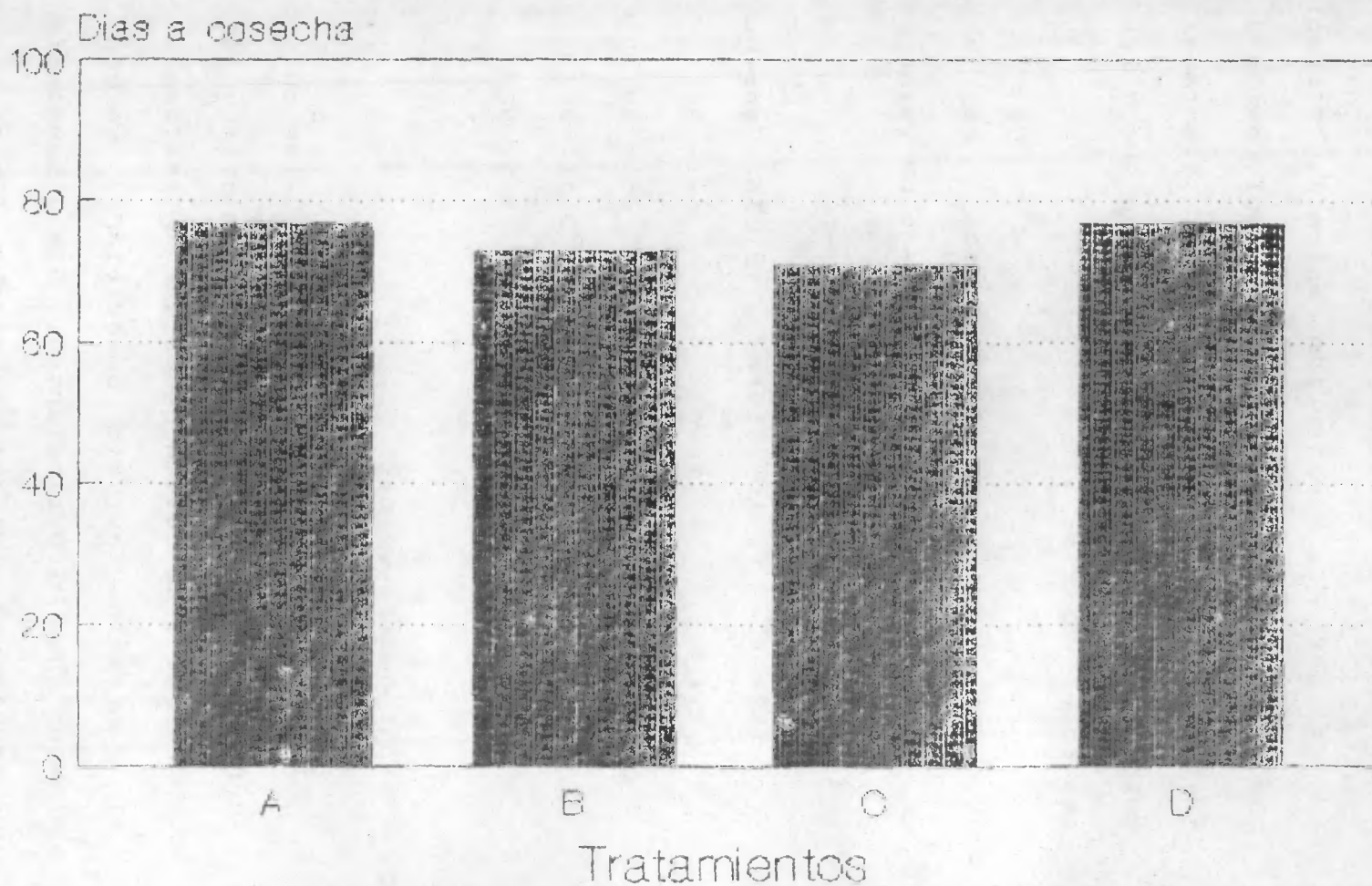
Cuadro 4. Efecto de la aplicación de bioestimulantes, sobre los días a llenado de vaina en arveja china (*Pisum sativum* L.).

Trat.	F. In. Flora.	F. In. Cosecha	Días
A	19-11-90	6-12-90	18
B	15-11-90	2-12-90	18
C	13-11-90	31-11-90	18
D	19-11-90	6-12-90	18

#### VI.5 Dimensiones de vaina:

Las dimensiones de la vaina (en cuanto a largo y ancho), se vieron reducidas por la aplicación de bioestimulantes, esto no quiere decir que la calidad se vió afectada, al contrario, se vio beneficiada, ya que, en los tratamientos con bioestimulantes, las dimensiones tendieron a homogenizarse, ya que las diferencias en las dimensiones de vaina para cada uno de los tratamientos variaron poco, esto se observa mejor en los cuadros 5 y 6. (Gráfica 5)





Graf. 4: Influencia de Bioestimulantes sobre Dias a Cosecha

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de bioestimulantes, sobre las dimensiones de vaina en arveja china (*Pisum sativum* L.). (cm)

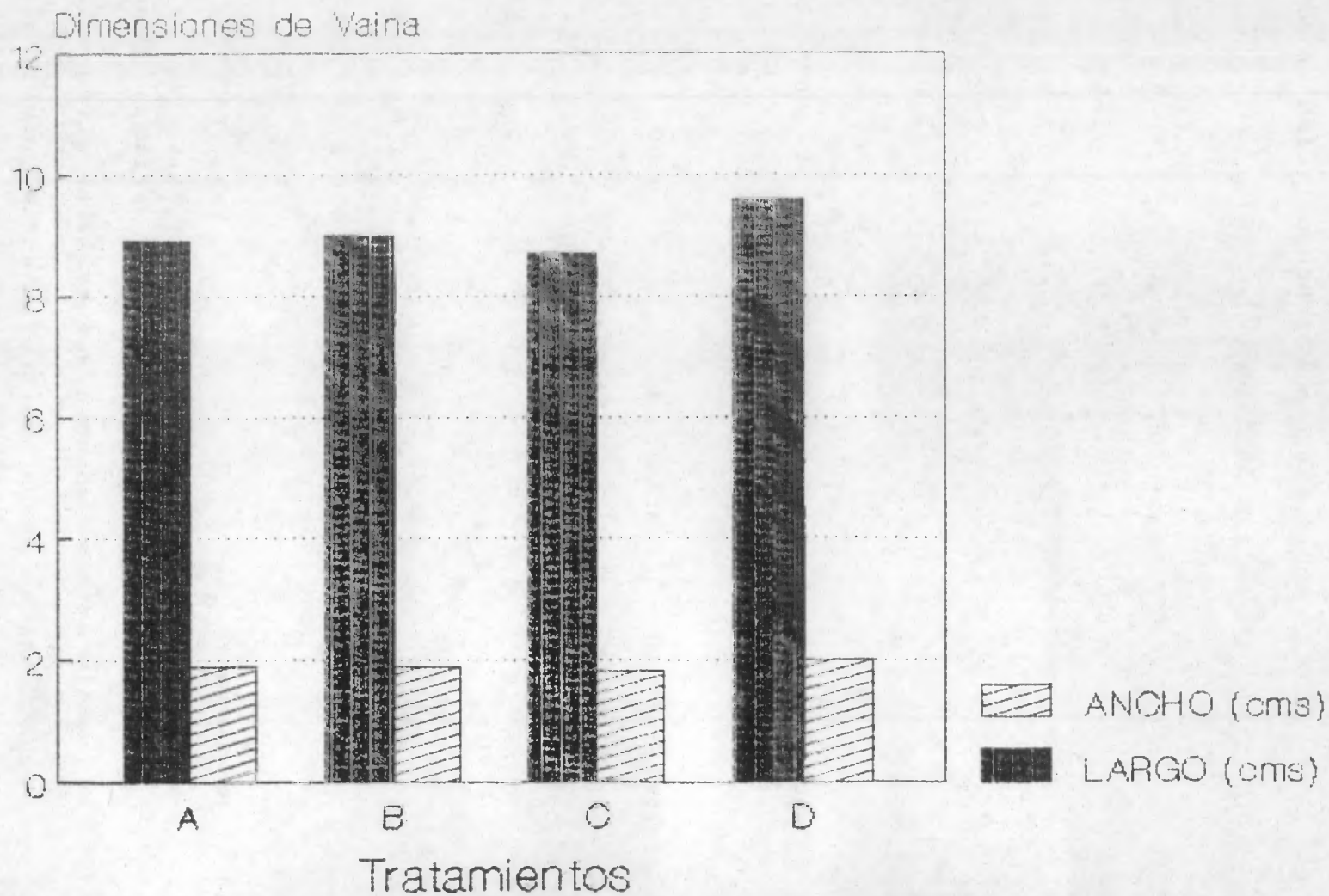
Tratamiento	Largo	Ancho
A	8.9	1.88
B	9.0	1.9
C	8.7	1.82
D	9.6	2.0

Cuadro 6. Mínimos y máximos de largo y ancho de vaina de arveja china (*Pisum sativum* L.) (cm)

Tratamiento	Largo			Ancho		
	Mi.	Ma.	Df.	Mi.	Ma.	Df.
A	8.4	9.7	1.3	1.8	2.0	0.2
B	8.5	9.5	1.0	1.8	2.0	0.2
C	8.5	8.9	0.4	1.8	1.9	0.1
D	8.5	10.4	1.9	1.9	2.1	0.2

#### VI.6 Rendimiento:

Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 7) para el rendimiento se observó que existían diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Tukey (cuadro 8), en éste se observa que esta-



Graf. 5: Influencia de Bioestimulantes sobre tamaño de vaina

distintamente el tratamiento C (2 cc/lt.), es el mejor, y a la vez, que ninguno de los tratamientos es igual a otro.

El rendimiento se incrementò al aplicar los bioestimulantes. El tratamiento C superò al testigo en 1,902.81 Kg/ha; al testigo, B lo superò en 1,381.25 Kg/ha y A lo superò en 922.57 Kg/ha. (Gràfica 6)

Cuadro 7. Anàlisis de varianza para rendimiento de arveja china (Pisum sativum L.)

Fuente de variaciòn	Fc.	Significancia.
Bloques	07.053	
Tratamientos	89.076	**

C.V. = 2.6123%

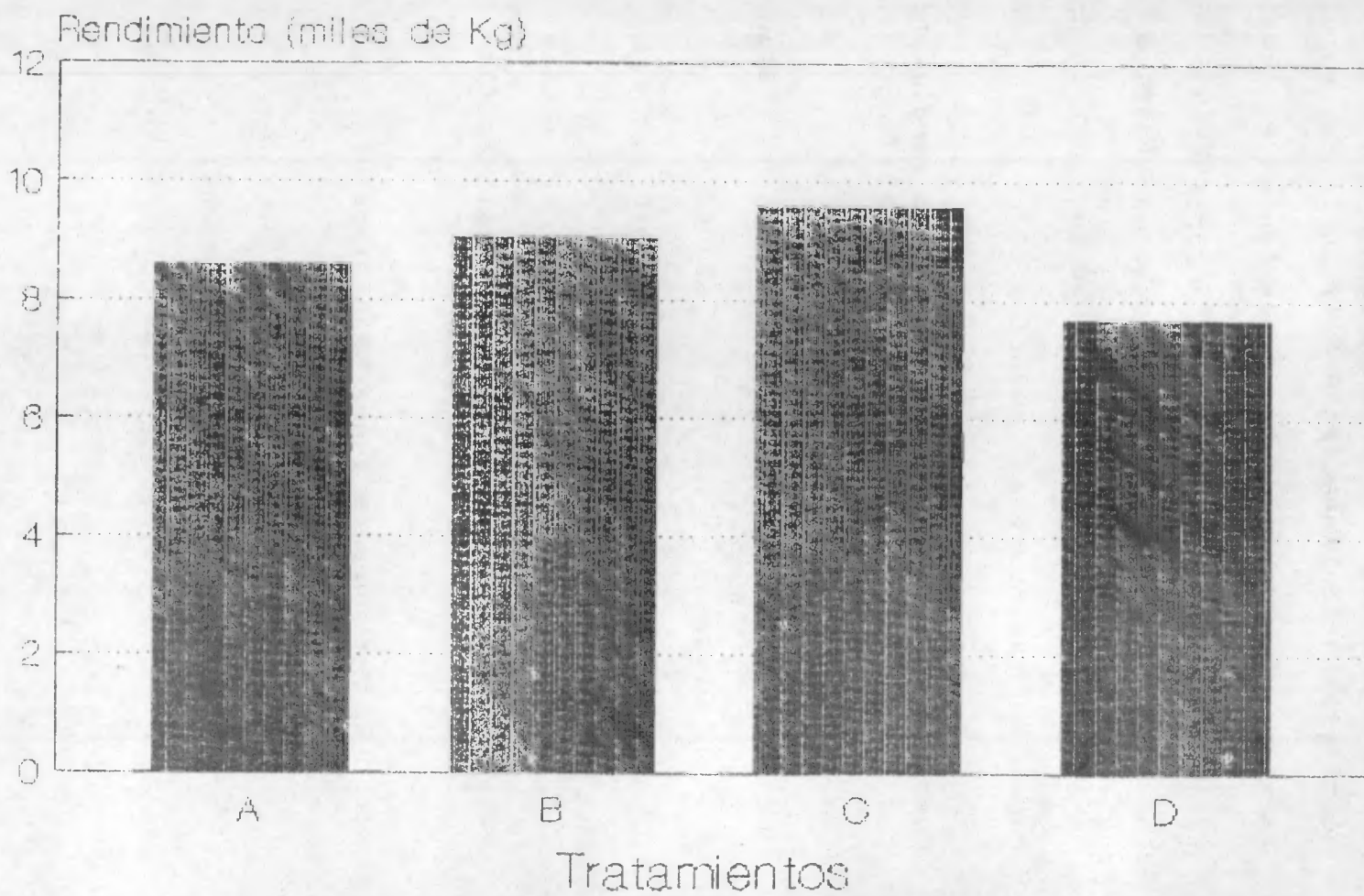
\*\* = Diferencias altamente significativas (1%)

Cuadro 8. Prueba de Tukey para el rendimiento de arveja china (Pisum sativum L.).

Tratamiento	Rendimiento (Kg/ha)	
2 cc/lt	9597.34	a
1.5 cc/lt	9057.78	b
1 cc/lt	8599.10	c
0 cc/lt	7676.53	d

Tratamientos con distinta letra, son estadísticamente diferentes.





Graf. 6: Influencia de Bioestimulantes sobre el Rendimiento

## VI.7 Análisis económico:

Los tratamientos con bioestimulantes a base de aminoácidos de síntesis, fueron económicamente mejores, ya que la rentabilidad se vio incrementada tanto para el primero y segundo año de cultivo. El tratamiento A (1 cc/lt.) superó al testigo, para el primer año, en 33.36%, para el segundo año en 45.03; el tratamiento B (1.5 cc/lt.), superó al testigo, para el primer año, en 45.41%, para el segundo año en 58.6% y el tratamiento C (2 cc/lt.) lo superó, para el primer año, en 60.13% y 75.82% para el segundo, siendo éste el más rentable.

El mejor tratamiento según la Tasa Marginal de Retorno fue el A (1 cc/lt.), ya que por cada Quetzal que se aumente en la inversión, retornan Q38.08 para el primer año Q37.54 para el segundo año, como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Costos, Ingresos, Rentabilidad y Tasa Marginal de Retorno, para los primeros dos años de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.).

T.	Costos*		Ingresos*		Rent.**		TMR***	
	1er. año	2do. año	1er.	2do.	1er.	2do.	1er.	2do.
D	31562.96	22404.80	96417.22	206.0	330.5			
A	31866.43	22713.43	108004.70	238.9	375.5	38.08	37.54	
B	32414.08	23261.08	113765.72	250.9	389.1	20.38	20.26	
C	32961.73	23808.73	120542.59	265.7	406.3	17.25	17.18	

\* =Q/ha.      \*\* =%      \*\*\* =Q.

VII. CONCLUSIONES

1. La aplicación de los bioestimulantes a base de aminoácidos de síntesis, influye sobre el rendimiento, de la arveja china, incrementando el mismo.

En cuanto a rendimiento, el tratamiento de 2cc/lt. (C), fue estadísticamente el mejor, superando al testigo en 25.02%; seguido por el de 1.5 cc/lt. (D), que superó al testigo en 17.99% y el tercero lo constituyó el tratamiento de 1 cc/lt. (A) superando al testigo en 12.02%.

Estadísticamente, ninguno de los tratamientos fue igual a otro.

2. La aplicación de bioestimulantes a base de aminoácidos de síntesis induce:
  - a. Aceleración en el desarrollo de la arveja china (*Pisum sativum* L.).
  - b. Homogeneidad en el tamaño de la vaina.
3. La aplicación de bioestimulantes a base de aminoácido de síntesis no influye sobre:
  - a. Dimensiones de planta.
  - b. Tiempo de llenado de vaina.

4. La aplicación de bioestimulantes a base de aminoácidos de síntesis, influye sobre los beneficios económicos, incrementándolos. La rentabilidad del cultivo de la arveja china, aumenta a medida que se incrementa la dosis de aplicación, no siendo así con la Tasa Marginal de Retorno, ya que ésta disminuye a medida que se aumenta la dosis.

### VIII. RECOMENDACIONES

1. El tratamiento que se recomienda es el de 1 cc. de producto comercial/litro de agua. ya que, èste ademàs de producir buena rentabilidad, es el que mayor Tasa Marginal de Retorno ofrece.
  
2. Realizar estudios, reduciendo el nùmero de aplicaciones y a la vez, la dosis.



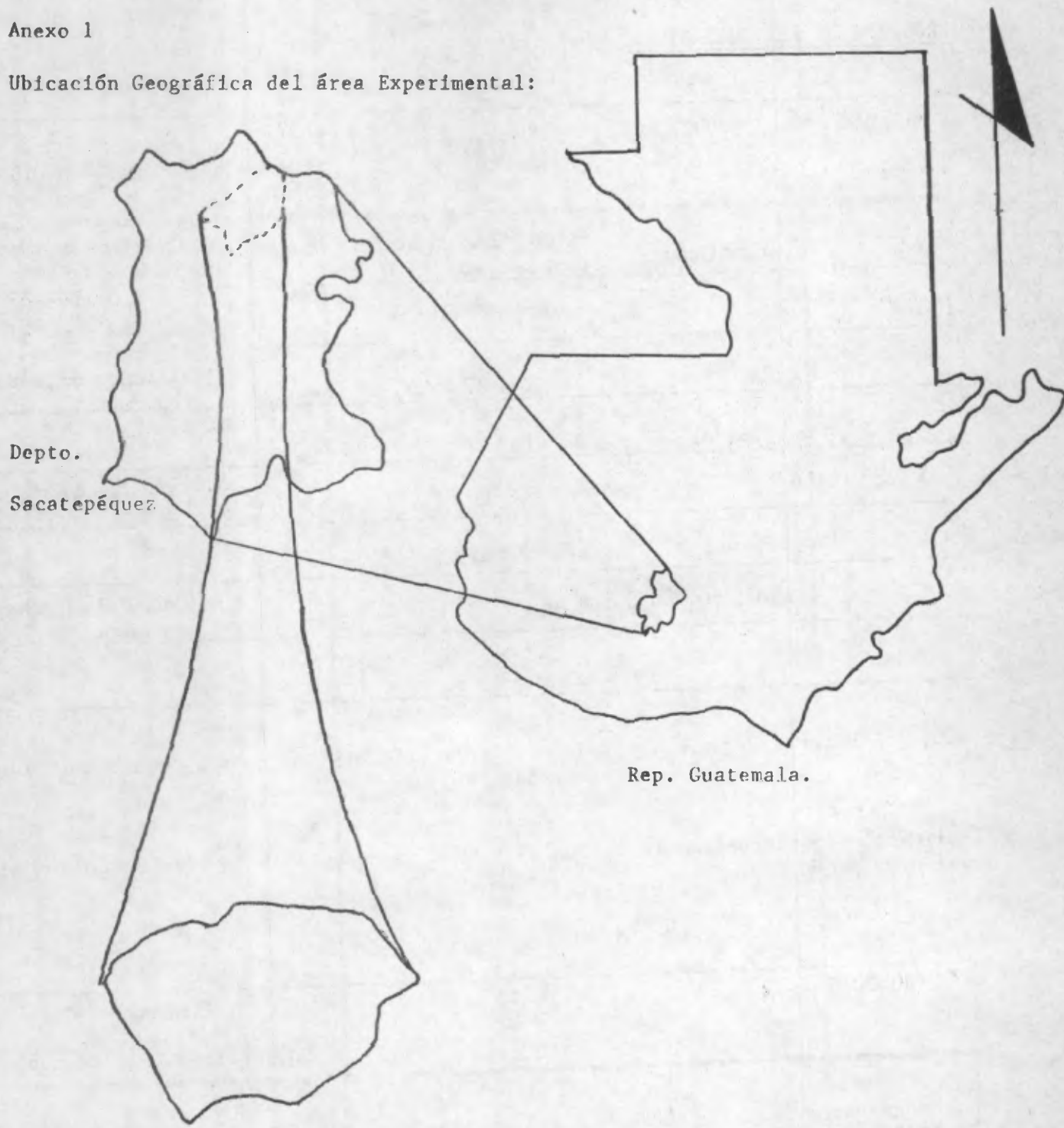
IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALFONSO MONTERROSO, E.R. 1,990. Evaluación de tres dosis de aminoácidos de síntesis sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L.), en la aldea Las Palmas, Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr., Guatemala, Universidad de San Carlos De Guatemala, Facultad de Agronomía. 74 p.
2. BIOESTADISTICA; PRINCIPIOS y procedimientos. s.f. 2 ed. México, D.F., MacGraw Hill. p. 148-180
3. BIOTECNICA (C.R.). 1988. Catálogo de productos. San José, C.R. 4 p.
4. BIOTECNICA (Gua.). 1,989. Documento de investigaciones realizadas. Guatemala. 14 p.
5. GUATEMALA. BANCO de Guatemala. 1,985. Exportaciones de Guatemala; informe mercadológico. Guatemala. p.30.
6. HOLDRIGE, L.R. 1,982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p.
7. MESSIAEN, C.M. 1,979. Las hortalizas. México, Blume. p 269-270.
8. OVELLETTE, R.J. 1,973. Introducción a la química orgánica. México, D.F., Harper & Row Latinoamericana. p 306-307, 312-314, 316-321.
9. RICHTER, G. 1,979. Fisiología del metabolismo de las plantas. 2 ed. México, D.F., C.E.C.S.A. p. 317-360, 449-450.
10. SIMMONS, C.H.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
11. STUMPF, P.K.; CONN, E.E. 1,981. The biochemistry of plants. United States of America, Academic Press. vol 5 569-604, vol 6 303-317, 491-526.

X. ANEXOS

Anexo 1

Ubicación Geográfica del área Experimental:



Municipio de Santiago Sacatepequez.

Anexo 2

COOPERATIVA AGRICOLA INTEGRAL  
"UNION DE CUATRO PINOS", R.L.  
SANTIAGO, SUMPANGO, EL REJON,  
PACHALI, EL ARADO Y PACUL .

PROGRAMA DE FERTILIZACION:

PASADA	PRODUCTO	FORMULA	DOSIS POR CUERDA	PROGRAMACION
		N - P - K		
1	Cal Dolomítica	Aplicar al voleo incor- porarlo a unos 15-20 cms. de profundidad	3-6 quintales	15-20 días antes de la siembra.
2	Formula	12 - 24 - 12	1 quintal	Al momento de la siem- bra más
	Azul Special	12 - 12 - 17 - 2	16 lbs.	
3	CAN	27 - 0 - 0	1 quintal	45-50 días después de la siembra más
	Azul Special	12 - 12 - 17 - 2	8 lbs.	
4	igual que la 3	a los		60-65 días después de la siembra.

M.O. = Materia Orgánica. Baja aplicar 2 mts<sup>3</sup> / cuerda de abono (cerdo)  
Adecuada  
Alta

Aplicación de microelementos a los 45 y 60 días después de la siembra de los si-  
guientes productos.

## F O L I A R E S

PRODUCTO	DOSIS POR BOMBA	COMPRAR PARA Dos aplicaciones/cuerda
Manganeso 5%	4 medidas	1 litro
Zinc 8%	2 1/2 medidas	1/2 litro
Potasio 12%	2 1/2 medidas	1/2 litro
Boro 12%	1 1/2 medidas	1/2 litro

## Anexo 3

## Croquis de Campo.

## Tratamientos

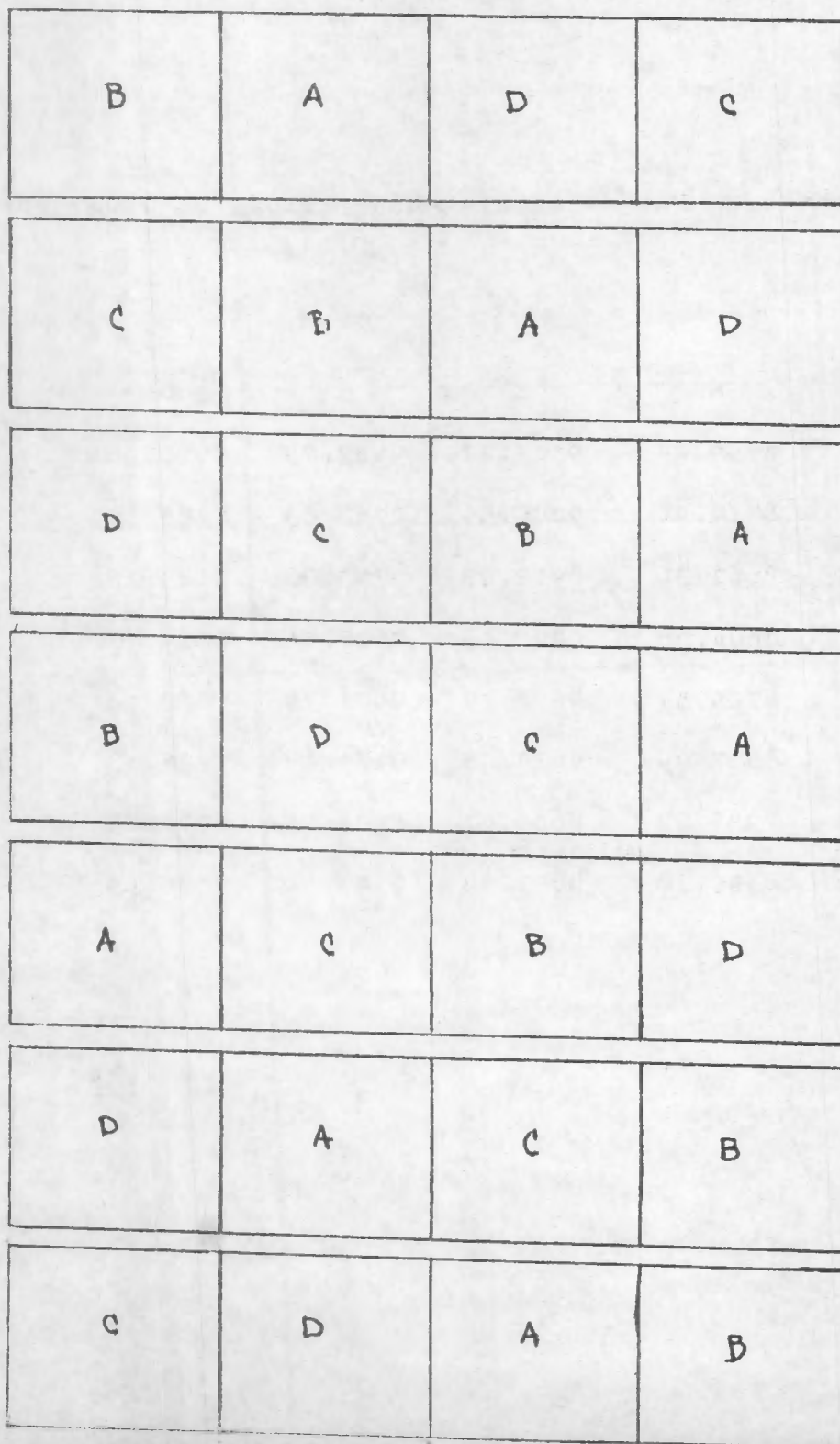
A= 1 cc/lt.

B= 1.5 cc/lt.

C=2 cc/lt.

D= 0 cc/lt.

I	B	A	D	C
II	C	B	A	D
III	D	C	B	A
IV	B	D	C	A
V	A	C	B	D
VI	D	A	C	B
VII	C	D	A	B





## Anexo 4.

Rendimientos en Kg. de arveja china (Pisum sativum) por ha.

	A	B	C	D
I	8759.24	9111.27	9487.79	7932.85
II	8714.94	9004.59	9982.63	7785.19
III	8661.36	8912.63	9753.33	8149.13
IV	8804.33	9200.18	9822.71	8214.77
V	8729.51	9294.74	9971.79	7673.18
VI	8537.09	9014.25	9179.18	7224.13
VII	7987.22	8866.81	8983.95	6778.84
Medias	8599.10	9057.78	9597.34	7676.53

## ANEXO 5.

## Productos evaluados:

	Nombre comercial
Biocomplejo 1	Fosnutren.
Biocomplejo 2	Humiforte.
Biocomplejo 3	Kadostim.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 AGRONOMICAS

REF: 012-91


LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE BIOESTIMULANTES, EN TRES DOSIS, SOBRE EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE LA ARVEJA CHINA (Pinum sativum L) EN SANTIAGO SACATEPEQUEZ.

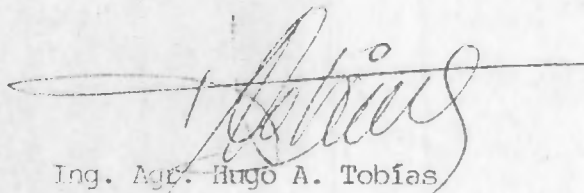
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JULIO ROBERTO RAMIREZ MALDONADO

CARNET: 84-10017

Ha sido evaluada por los profesionales: Ingeniero Waldemar Nufio R. y el Licenciado Jorge Solis.


El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

  
 Ing. Agr. Manuel Martínez Ovalle  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Hugo A. Tobías  
 DIRECTOR IIA



IMP R I M A S E:

  
 Ing. Agr. Anibal Martínez  
 DECANO



HT/sler.