


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE DOS DENSIDADES DE SIEMBRA Y RESPUESTA A
DIFERENTES PROGRAMAS DE FERTILIZACION EN EL CULTIVO
DE ARVEJA DULCE (Pisum sativum L.) var Sugar Snap,
EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO SACATEPEQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ.



TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

P O R

PEDRO ANTONIO FILIPPI GALICIA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, Agosto de 1993

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

RL
01
T(1447)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Agr. Efrain Medina Guerra |
| VOCAL I: | Ing. Agr. Maynor Estuardo Estrada R. |
| VOCAL II: | Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes |
| VOCAL III: | Ing. Agr. Carlos R. Motta de Paz |
| VOCAL IV: | Br. Milton Abel Sandoval Guerra |
| VOCAL V: | Br. Juan Gerardo De Leon Montenegro |
| SECRETARIO: | Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy |

Guatemala, agosto de 1993.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Presente

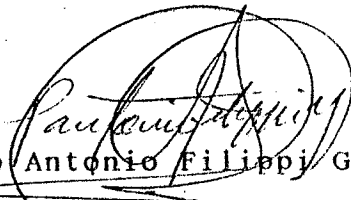
Distinguidos Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito previo a optar al título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, tengo el agrado en someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE DOS DENSIDADES DE SIEMBRA Y RESPUESTA A DIFERENTES PROGRAMAS DE FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE ARVEJA DULCE (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap, EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ".

Esperando que el presente trabajo tenga su aprobación, me es grato suscribirme de ustedes.

Atentamente,


Pedro Antonio Filippi Galicia

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS TODO PODEROSO, SUPREMO CREADOR

A: MI ESPOSA VIVIAN ZAMARA ARRIAGA AGUILAR

A: MI HIJA MARIA ELIZABETH SUZZETTE

A: MIS PADRES JOSE DOMINGO FILIPPI LAINFIESTA
 IRMA GLORIA GALICIA ORTEGA

A: MIS HERMANOS JOSE DOMINGO, ANGEL JOSE,
 ANNA LUCIA, JUAN PABLO, CARLO
 FRANCESCO, ENRICO ALBERTO, MARTA
 ROSINA Y BORGE ALESSANDRO.

A: MIS CUÑADAS SILVIA, SANDRA, SUSANA,
 SUSANA

A: MIS SOBRINOS RENATO, CLAUDIA, ALBERTO,
 ROBERTO, JUAN, GIOVANY,
 SOPHIA, ISABELLA, ALDO,
 FERNANDA, FRANCESCA.

A: MI ABUELA MATILDE ORTEGA

A: MI PADRINOS BLANCA VDA. DE SANCHES
 ALONSO SANCHES (Q.E.P.D.)

A: MIS TIOS, PRIMOS Y DEMAS FAMILIARES.

A: MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

- A: MI QUERIDA GUATEMALA
- A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA
- A: LA CONGREGACION SALESIANA EN ESPECIAL
COLEGIO LICEO SALESIANO
COLEGIO "DON BOSCO"
- A: LA REGION "V" DE LA DIRECCION GENERAL
DE SERVICIOS AGRICOLAS (DIGESA).
- A: EL PEQUEÑO AGRICULTOR GUATEMALTECO.

AGRADECIMIENTOS

QUIERO EXPRESAR MIS MAS SINCEROS AGRADECIMIENTOS A TODAS LAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYERON A LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION.

ESPECIALMENTE A LAS SIGUIENTES PERSONAS: RAUL CARANZA, JULIO MARTINEZ, LUIS GOMEZ, IVAN MORENO, RODOLFO GARCIA, LUCRECIA AGUILAR, BEATRIZ PACHECO.

AL INGENIERO AGRONOMO JUAN ALFONSO DE LEON GARCIA POR SU DESINTERESADA Y ACERTADA ASESORIA EN EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS.

INDICE

| | | |
|---------|--|-----|
| | INDICE DE CUADROS | iii |
| 1.- | INTRODUCCION..... | 1 |
| 2.- | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 3.- | MARCO TEORICO..... | 4 |
| 3.1.- | MARCO CONCEPTUAL..... | 4 |
| 3.1.1.- | DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA..... | 4 |
| 3.1.2.- | DESCRIPCION BOTANICA Y FISIOLOGICA..... | 4 |
| 3.1.3.- | CLASIFICACION TAXONOMICA..... | 5 |
| 3.1.4.- | ECOLOGIA DE LA PLANTA..... | 5 |
| 3.1.5.- | REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES..... | 6 |
| 3.2.- | MARCO REFERENCIAL..... | 8 |
| 3.2.1.- | ANTECEDENTES DE LA FERTILIZACION FOLIAR. | 8 |
| 3.2.2.- | FERTILIZACION FOLIAR..... | 11 |
| 3.2.3.- | FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ABSORCION.. | 12 |
| 3.2.4.- | INDICADORES DE LA ABSORCION FOLIAR..... | 13 |
| 3.2.5.- | TRABAJOS REALIZADOS CON FERTILIZANTES FOLIARES..... | 13 |
| 4.- | OBJETIVOS..... | 16 |
| 5.- | HIPOTESIS..... | 17 |
| 6.- | MATERIALES Y METODOLOGIA..... | 18 |
| 6.1.- | LOCALIZACION DEL ENSAYO..... | 18 |
| 6.2.- | CONDICIONES CLIMATICAS..... | 18 |
| 6.3.- | CONDICIONES EDAFICAS..... | 18 |
| 6.4.- | ANALISIS DE SUELO..... | 19 |
| 6.5.- | METODO EXPERIMENTAL..... | 20 |

| | | |
|---------|---|----|
| 6.5.1.- | FUENTE DEL FERTILIZANTE FOLIAR..... | 21 |
| 6.6.- | DESCRIPCION DE PROGRAMAS DE FERTILIZACION.. | 22 |
| 6.7.- | DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 25 |
| 6.8.- | MODELO ESTADISTICO..... | 26 |
| 6.9.- | TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL..... | 27 |
| 6.10. | VARIABLES RESPUESTA..... | 27 |
| 6.11. | MANEJO DEL EXPERIMENTO..... | 28 |
| 7.- | RESULTADOS..... | 30 |
| 8.- | CONCLUSIONES..... | 46 |
| 9.- | RECOMENDACIONES..... | 47 |
| 10.- | BIBLIOGRAFIA..... | 48 |
| 11.- | APENDICE..... | 50 |

INDICE DE CUADROS

| Número | | Pagina |
|--------|--|--------|
| 1 | DISTINTOS NIVELES DE EXTRACCION DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE LA ARVEJA PARA GRANO TIERNO (Kg/ha).... | 7 |
| 2 | RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO DE SUELOS DEL AREA EXPERIMENTAL..... | 19 |
| 3 | NIVELES DE LOS FACTORES EVALUADOS EN EL CULTIVO DE ARVEJA DULCE (<u>Pisum sativum L.</u>) var. Sugar Snap..... | 20 |
| 4 | DETALLE DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL ESTUDIO SOBRE DENSIDADES Y PROGRAMAS DE FERTILIZACION EN ARVEJA DULCE..... | 21 |
| 5 | ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LARGO DE VAINAS (en m.m.) EN ARVEJA DULCE..... | 30 |
| 6 | PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LARGO DE VAINAS (en m.m.) EN ARVEJA DULCE..... | 31 |
| 7 | ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ANCHO DE VAINAS (en m.m.) EN ARVEJA DULCE..... | 32 |
| 8 | PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE ANCHO DE VAINAS (en m.m.) EN ARVEJA DULCE..... | 33 |
| 9 | ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE # DE FLORES POR PLANTA EN ARVEJA DULCE..... | 34 |
| 10 | ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE # DE VAINAS POR PLANTA EN ARVEJA DULCE..... | 36 |
| 11 | ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE VAINAS FRESCAS EN ARVEJA DULCE..... | 38 |
| 12 | PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE | |

| | | |
|-----|--|----|
| | VAINAS FRESCAS EN ARVEJA DULCE..... | 39 |
| 13 | ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE PESO SECO DE VAINAS DE ARVEJA DULCE..... | 40 |
| 14 | PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE PESO SECO DE VAINAS DE ARVEJA DULCE..... | 41 |
| 15 | RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES ESTUDIADAS..... | 42 |
| 16 | RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE REGRESION CORRESPON- DIENTES A LAS VARIABLES ESTUDIADAS..... | 43 |
| 17 | ANALISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL..... | 44 |
| 18 | ANALISIS DE DOMINANCIA..... | 45 |
| 19 | TASA MARGINAL DE RETORNO..... | 46 |
| 20A | VARIABLE: RENDIMIENTO DE VAINAS VERDES (DATOS DE)... | 51 |
| 21A | VARIABLE: RENDIMIENTO PESO SECO DE VAINAS | 52 |
| 22A | VARIABLE: LARGO DE VAINAS (en m.m.) datos de..... | 53 |
| 23A | VARIABLE: ANCHO DE VAINAS (en m.m.) datos de..... | 54 |
| 24A | VARIABLE: # DE VAINAS POR PLANTA..... | 55 |
| 25A | VARIABLE: # DE FLORES POR PLANTA..... | 56 |

"EVALUACION DE DOS DENSIDADES DE SIEMBRA Y RESPUESTA A DIFERENTES PROGRAMAS DE FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE ARVEJA DULCE (Pisum sativum L.) Var. Sugar Snap, EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ".

"TWO PLANTS DENSITY EVALUATION AND RESPONSE TO DIFFERENT FERTILIZER PROGRAM IN SUGAR PEAS (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap, IN MUNICIPIO OF SANTIAGO SACATEPEQUEZ DEPARTAMENTO OF SACATEPEQUEZ".

R E S U M E N

Actualmente los cultivos de exportación, o denominados también no tradicionales han alcanzado una gran importancia para nuestro país, ya que son fuente de ingreso de divisas y al mismo tiempo generadores de contratación de mano de obra por ser cultivos intensivos; la arveja ocupa un lugar importante dentro de estos y específicamente el presente estudio de investigación se realizó con el objeto de evaluar dos densidades de siembra (0.9 y 1.10 metros entre surcos) y tres programas diferentes de fertilización, (el que recomiendan las compañías que exportan estos productos, un programa a criterio y experiencia de los agricultores, y un programa denominado técnico, que es basado en un muestreo de suelos con fines de fertilidad y en los requerimientos nutricionales del cultivo). El ensayo de campo se ubicó en Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en una parcela del proyecto de miniriego Fuente de

Manantial, en época de verano (febrero a mayo del 91), por lo que se utilizó durante su desarrollo y cosecha un riego semanal. El objetivo principal de la presente investigación fué determinar cual de los tratamientos sería el que proporcionara mayores rendimientos en peso de vaina fresca, ya que esto implicaría de alguna manera un ingreso mayor al agricultor dedicado a este cultivo. Además, por tener el presente un carácter de estudio técnico-científico, también se evaluaron como variables respuesta: largo y ancho de vainas, # de flores y # de vainas por planta y Peso seco de Vainas; para poder realizar al final una comparación entre variables y determinar la dependencia o no dependencia entre ellas. Al obtener los resultados de campo y practicarles los análisis estadísticos respectivos, pudimos concluir que la densidad de siembra (distanciamiento) que proporciona mayores rendimientos es 333,333 plantas/ha (1.10 metros entre surcos), y que el programa de fertilización que mayor rendimiento de vaina fresca proporciona es el denominado técnico que es basado en un muestreo de suelos con fines de fertilidad y en los requerimientos nutricionales del cultivo.

1.- INTRODUCCION :

La agricultura en Guatemala, principalmente en el altiplano central, se ha diversificado sustancialmente en los últimos años, estableciéndose cultivos cuyo potencial de exportación es prometedor; dentro de éstos se pueden mencionar algunos como por ejemplo: brócoli, ejote francés, mora, frambuesa, arvejas, baby carrot, blue berry, etc. Estos son denominados cultivos no tradicionales y de importancia económica alta, ya que son fuente de ingreso de divisas a nuestro país, y también generan el empleo de mucha mano de obra en las localidades donde se establecen.

Actualmente realizar estudios de investigación que tiendan a elevar los rendimientos de dichos cultivos, y caso particular el presente, sobre el cultivo de arveja dulce (Pisum sativum L.) variedad Sugar Snap, son de importancia para los agricultores que se dedican a éstos, ya que día a día los costos de producción se elevan; productos químicos, mano de obra, energía eléctrica (riego), y todos los demás insumos utilizados durante el proceso, siendo imperativa la búsqueda de la optimización de los mismos que garanticen un retorno de capital y utilidades al agricultor.

El presente estudio se realizó en el municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, donde se evaluaron dos densidades de siembra y tres programas de fertilización, para determinar cual de ellos proporcionaría mayores rendimientos de vaina fresca comercial, y mayor rentabilidad, en arveja dulce (Pisum sativum L.) variedad Sugar Snap, y recomendar al agricultor la mejor alternativa dada en un estudio técnico-científico.

2.- PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA :

La mayoría de agricultores dedicados al cultivo de la arveja dulce (Pisum sativum L.) del municipio de Santiago Sacatepéquez y sus alrededores, con el afán de producir más, reducen de acuerdo a su criterio y experiencia los distanciamientos entre surcos y aumentan las aplicaciones y cantidades de fertilizantes (ya sea foliar o al suelo); tomando en consideración en algunos casos las recomendaciones que compañías agroexportadoras les proporcionan, donde los programas de fertilización no necesariamente son basados en análisis de suelos con fines de fertilidad.

Con el presente estudio de investigación, se pretende generar y/o validar alguna alternativa económica a los agricultores que se dedican a éste cultivo; dado que en la actualidad en nuestro país los estudios que generen y/o validen tecnologías para los cultivos no tradicionales (arvejas, ejote francés, brócoli, etc) son incipientes, y la inexistencia en el caso particular de la arveja dulce (Pisum sativum L.), razón del presente estudio de investigación.

El presente problema ha sido detectado por técnicos de la Región V de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), del MAGA, responsables de la Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica, desde hace varios años en el municipio de Santiago Sacatepéquez y sus alrededores; y con mayor énfasis en agricultores beneficiarios de Proyectos de Miniriego, que desarrollan una agricultura de tipo Intensivo con mayor inversión de capital.

Al no existir tecnologías validadas que tiendan a solucionar dichos problemas se tiene el firme propósito de contribuir con el presente trabajo de investigación, de generar y/o validar alguna tecnología básica relacionada con el presente cultivo no tradicional, que resulta ser alguna de las mejores alternativas para las pequeñas extensiones de tierra productivas que poseen las familias rurales del altiplano Guatemalteco y coadyuvar con ello al mejoramiento socioeconómico de los mismos.

3.- MARCO TEORICO :

3.1.- Marco Conceptual:

3.1.1.- Descripción General de la Planta:

La planta de arveja dulce, a diferencia de la arveja común o de grano se cultiva con el fin de producir vainas comestibles. Es una planta con tallo herbáceo que puede alcanzar alturas promedio de 1.80 metros, los tallos son de hábito trepador y es por ello que necesita soportes para desarrollarse ampliamente, sus hojas son alternas y sus flores axilares son de color blanco, las vainas que produce son de color verde claro y ligeramente curvas, y son gruesas y jugosas (6).

3.1.2.- Descripción Botánica y Fisiológica:

La arveja dulce (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap, presenta las características siguientes: Planta de germinación hipógea, con sistema radicular poco desarrollado en conjunto, raíz pivotante bastante profunda, tallos angulosos y de sección variable, en las hojas se encuentran los folíolos entre 2 y 8 de color verde y blanco, y a veces jaspeado acabadas en zarcillo simple o ramificado y de todas en su base dos estípulas muy grandes (6).

Las flores aisladas o en grupo de 3 o 4, de fecundación autógena, regidas por un mecanismo de cleistogamia cuya corola puede ser blanquesina, las flores pueden aparecer en nudos distintos del tallo, según la variedad, los frutos son vainas de diferentes tamaños y forma; las semillas son globulosas o cúbicas lisas, pudiendo tener cada vaina entre 4 y 12 semillas, su poder germinativo promedio es de tres años (12).

3.1.3.- CLASIFICACION TAXONOMICA:

3.1.3.1.- Orden: Leguminales

3.1.3.2.- Familia: Leguminoseae

3.1.3.3.- Subfamilia: Papilinoidea

3.1.3.4.- Tribu: Vicieas

3.1.3.5.- Epíteto: (Pisum satiyum L.)

3.1.3.6.- Variedad: Sugar Snap.

3.1.4.- ECOLOGIA DE LA PLANTA:

El cultivo de la arveja dulce, para su buen desarrollo necesita de las siguientes condiciones ecológicas:

3.1.4.1.- Clima:

Al cultivo lo favorecen climas templados y húmedos,

temperaturas entre 14⁰C y 26⁰C, y para el mejor desarrollo de las vainas un rango entre 16⁰C y 18⁰C; no soporta temperaturas menores de 5⁰C ni mayores de 30⁰C (15).

3.1.4.2.- Suelos:

El cultivo se adapta a una gran variedad de suelos, a excepción de los muy pesados; se desarrolla de mejor forma en suelos frescos y bien drenados que no posean excesiva cantidad de calizas ni tampoco un pH excesivamente ácido, pudiendo cifrar un rango óptimo entre 6 y 7 (10).

3.1.5.- REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES:

En términos generales, podemos decir que las cantidades de nutrientes que necesita el cultivo de arveja dulce (Pisum sativum L.) son: NITROGENO (N) de 78 a 30 kilos por hectárea; FOSFORO (P) de 162.5 a 162.5 a 260 kilos por hectáreas y PONTASIO (K) de 91 a 195 Kilos por hectárea. (6).

Se tienen algunos otros criterios de las cantidades de nutrientes que consumen las arvejas las cuales se detallan en el siguiente cuadro: (sig. hoja)

Cuadro 1 **DISTINTOS NIVELES DE EXTRACCION DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE LA ARVEJA PARA GRANO TIERNO EN (Kg/ha)**

| | knott (a) 1962 | knott (b) 1962 | Laumonier 1964 | Moule 1972 | Folquer 1974 | Giovani 1972 | Prats |
|------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|-------|
| N | 118.6 | 55.9 | 124.4 | 108 | - | 120 | 146 |
| P2O5 | 15.5 | 16.7 | 43.5 | 27 | 9-13 | 30 | 43 |
| k2O | 62.6 | 39.1 | 88.0 | 36 | 35-78 | 75 | 125 |
| CaO | 32.4 | - | 152.4 | 20 | - | - | 62 |
| Mg | 11.1 | - | - | - | - | - | 12 |

- Knott (a): Para una cosecha de 4447 Kg/ha de vainas y 26863 kg/ha de hojas y tallos.
- Knott (b): Para una cosecha de 2238 Kg/ha de vainas y 13432 Kg/ha de hojas y tallos.
- Laumonier: Para una cosecha normal.
- Moule: Para una cosecha de 10,000 Kg/ha de guisantes.
- Folquer: Para una cosecha de 3,000 Kg/ha de semillas.
- Giovani: Para una cosecha normal; variedad Gloria de Quimper.

Fuente: (12).

3.2.- MARCO REFERENCIAL:

3.2.1.- Antecedentes de la Fertilización Foliar:

Es del conocimiento general que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas; pero existen evidencias de la absorción de las sales minerales, sustancias orgánicas y algunos otros elementos a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de las plantas (5).

En el amplio sentido de la palabra, se entiende como nutrimentos vegetales a todas aquellas materias que son requeridas por la planta para su crecimiento y formación de sustancias orgánicas. Conforme a ésta definición, llamaremos nutrimentos vegetales a todas aquellas sustancias que después de ser asimiladas por la planta fomentan su desarrollo en cualquiera de las fases de crecimiento de la misma, desde su emergencia hasta la madurez completa mejorando por consiguiente el rendimiento de la planta (10).

Se tienen conocimientos que la mayor dificultad en suministrar Nitrógeno (N) y Potasio (K) en pulverizaciones foliares a los vegetales, es aplicar cantidades adecuadas sin que causen quemaduras de volúmenes de solución, o un gran número de aplicaciones de rociado. Su importancia estriba en que es una forma muy rápida, eficaz y segura de proporcionar los elementos

nutricionales que en un momento determinado necesita la planta para su buen desarrollo y funcionamiento (17).

Cuando los elementos principales de las plantas (NPK) son aplicados en aspersiones a las hojas y otras partes de las plantas, éstos elementos son rápidamente absorbidos y transportados a las demás partes de la planta. El porcentaje de transporte ha sido estimado en una pulgada cada 5 minutos. Los elementos en cuestión pueden ser reconocidos en cada parte de la planta después de una hora de la aplicación del tratamiento y más de la mitad de la aplicación pueden ser absorbidos por la planta en un período de veinticuatro horas. (11).

Los nutrientes que pueden ser aplicados efectivamente en aspersiones foliares son el Nitrógeno en forma de Urea, el fósforo, el Potasio, el Calcio, El Magnesio, el Hierro, el Zinc, el Azufre, el Manganeso y el Moliódeno (13).

La fertilización foliar consiste en la aplicación de sustancias nutritivas al follaje de las plantas, en pequeñas cantidades que pueden penetrar en las mismas, y posteriormente son incorporadas al proceso metabólico y utilizadas según las necesidades de la planta en los procesos internos de la misma (4).

Se puede considerar que la fertilización foliar y la fertilización edáfica son complementarias, ya que la primera nos

permite la aportación rápida directa y en el momento oportuno a las plantas de los elementos cuya absorción del suelo es lenta o imposible, mientras que la segunda nos asegura el mantenimiento de la fertilidad potencial del suelos (4).

Los fertilizantes foliares se deben de aplicar en los momentos de máximos requerimientos en las plantas como son lo siguientes:

A) En leguminosas cuando florecan y B) En la mayoría de las plantas cuando existen problemas de absorción por las raíces, cuando se requiere mejorar la calidad de un producto y cuando existen problemas en la fijación de nutrientes.

La soluciones de fertilizantes foliares que se aplican a las plantas, ya en el interior de ellas (los nutrientes que ingresan), se mueven de las hojas a las flores y a los frutos. Las soluciones deben de atravesar la cutícula de las hojas, ya que es un material hidrofóbico. Los estomas no son órganos especializados para que entre las soluciones por ellos; debido a que su función es el intercambio gaseoso. Los encargados de la absorción de las soluciones son los ectodesmos que son conexiones de la epidermis con la parte exterior de las hojas que atraviesan la cutículas; por lo que es adecuado utilizar boquillas finas en las aspersiones para que se rocien gotas pequeñas y las soluciones no se desperdicien. Además, es necesario para la buena absorción de las soluciones aplicadas a las plantas, que se les agreguen compuestos químicos adherentes que aumentan la superficie de contacto entre las

soluciones y las cutículas de las hojas para que ésta no las repela, así como también, compuestos surfactantes que dispersen las gotas de solución sobre las áreas de contactos con las plantas.

Debido a que alrededor de los estomas se encuentran los ectodesmos existe una relación directa en el número de estomas y la absorción foliar de los nutrientes.

Los macroelementos pueden ser aplicados en aspersiones únicamente como suplemento a los cultivos durante los períodos críticos de crecimiento. Esta tecnología de aplicación de nutrimentos por aspersiones se recomienda especialmente para el suministro de nutrientes a las plantas cuando éstos no están disponibles en el suelos o se encuentran deficientes en el mismo, y de ésta forma podemos proporcionarselos rápidamente a las plantas (13).

El sistema de abonado foliar, tiene especial interés en los viveros, ya que la densidad de las plantas en el terreno implica una competencia extraordinaria en las raíces para obtener los elementos del suelo (1).

3.2.2.- FERTILIZACION FOLIAR:

Actualmente en Guatemala, se ha incrementando el uso de abonos foliares con el fin de obtener mejoras en cuanto a calidad y

cantidad de los rendimientos que se tienen en cultivos tradicionales (maíz, frijol, arroz, etc), hortalizas tradicionales (zanahoria, papa, tomate, chile pimiento etc), y en cultivos no tradicionales o de exportación (brócoli, cebollín, arvejas, suchinis, melones, okra etc).

La fertilización foliar se presenta como una alternativa práctica a la necesidad de modernizar la tecnología utilizada en la agricultura tradicional, y es por ello que se han realizado algunos experimentos y estudios básicos al respecto en diferentes cultivos y localidades, ya sea como complemento a la fertilización edáfica o como única fuente de fertilización al cultivo.

La fertilización foliar, con los llamados fertilizantes completos aún bajo las mejores condiciones climáticas y con aplicaciones repetidas en la mayoría de cultivos solamente pueden abastecer un pequeño porcentaje (+ ó - del 10 al 30 %) de total de nutrientes que las plantas necesitan para su buen desarrollo; es por ello que la efectividad de la fertilización foliar está en prevenir y corregir los desordenes nutricionales en el tiempo en que sea necesario y además, complementar la absorción de nutrientes por las raíces (4).

3.2.3.- Factores que influyen en la Absorción Foliar:

Existen diferentes factores que influyen en la asimilación de

nutrientes aplicados por la vía foliar los más importantes son:

- la luz
- la temperatura
- el rango de pH.

La absorción foliar es una función en la cual, la solución aplicada entra en contacto con las células cercanas de la superficie de la hoja, de manera que cuando el área de contacto es mayor, mayor será la absorción de los elementos en las hojas (16).

En el proceso de absorción foliar, se deben de considerar varios factores para lograr la máxima eficiencia de la práctica de la suplementación de nutrientes mediante aplicaciones foliares. Dentro de los factores se menciona el ángulo de contacto entre la solución y la superficie de contacto de la hoja; la manera de reducir el ángulo de contacto dentro de ambos, es mediante el uso de productos químicos surfactantes, incrementando de ésta forma la absorción de nutrientes por las hojas (4).

3.2.4.- Indicadores de la absorción foliar:

El primer indicador de la absorción de nutrientes es la corrección de los desordenes nutricionales en las plantas, es decir, el primer criterio usado como indicador de la absorción foliar es el reverdecimiento de las plantas; el crecimiento constituye un segundo índice de la absorción foliar y un tercero lo

constituyen los cambios en la composición del tejido de las plantas tratadas.

Algunos autores concluyen en relación al tema que aún falta mucho por aprender y por investigar a cerca de las aplicaciones de soluciones foliares indicando que debe de determinar su valor en suplementar los programas de fertilidad combinada (foliar + edáfica) (4).

3.2.5.- Trabajos Realizados con Fertilizantes Foliares:

Existen algunos trabajos realizados sobre fertilizantes foliares en diferentes cultivos evaluando diferentes variables respuestas en distintas localidades del país y otros a nivel centroamericano. Se han efectuado además, algunos estudios donde se ha medido principalmente el efecto de la fertilización foliar sobre el rendimiento, combinando tratamientos con fertilización al suelo y evaluando algunos testigos, de lo cual podemos dar una pequeña reseña a continuación:

Berdaña (2), trabajó con fertilización foliar en sorgo, y concluyó que no se incrementó el rendimiento de aquellas parcelas a las que les aplicó fertilizantes foliares (ENVY), como complemento a la fertilización edáfica, realizó únicamente tres aplicaciones de fertilizantes foliares, hubo una mejora aparente en el material tratado.

Rodríguez, citado por Coosemans (4), condujo experimentos con fertilizantes foliares en frijoles y sorgos, y concluyó que no tenían ninguna diferencia estadísticamente en cuanto a rendimiento.

Plateros (14), concluyó que en el cultivo del tomate aplicando fertilizaciones foliares y fertilizaciones edáficas, combinadas y por separado, los mejores resultados en cuanto a rendimiento se obtuvieron cuando las aplicaciones fueron únicamente de fertilizantes foliares.

Hernández citado por Coosemans (4), concluyó que en el cultivo del frijol el rendimiento mostró significancia al efecto de la fertilización foliar aplicada al inicio del crecimiento de las vainas florales terciarias.

Hernández C. (7) trabajando con fertilización foliar en trigo, y luego de realizar el análisis estadístico respectivo, concluyó que no hubo diferencia significativa en el rendimiento entre los diferentes tratamientos.

Coosemans (4), trabajando con fertilización foliar en piña, concluyó que se observó una respuesta positiva de las plantas a la fertilización foliar, ya que todos los tratamientos provocaron un incremento en comparación con el testigo, pero estadísticamente no fué significativa la diferencia, él realizó una sola aplicación en el momento de la floración de cultivo.

4.- OBJETIVOS :

4.1.- General:

Evaluar el efecto de dos densidades de siembra y 3 programas de fertilización sobre el rendimiento de vaina comercial de arveja dulce (Pisum sativum L.) Kg/ha expresados en peso fresco, de la variedad Sugar Snap, en el Municipio de Santiago Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez.

4.2.- Específicos:

4.2.1.- Evaluar dos distanciamientos diferentes entre surcos y determinar cual ofrece mejores rendimientos en cuanto a peso de vaina comercial en el cultivo de arveja dulce (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap.

4.2.2.- Evaluar tres programas de fertilización en el cultivo de arveja dulce (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap y determinar cual ofrece los mejores resultados en cuanto a peso de vaina fresca.

5.- HIPOTESIS :

- 5.1.- El distanciamiento entre surcos en el cultivo de arveja dulce (Pisum Sativum L.) var. Sugar Snap, no influye en el rendimiento de vaina fresca comercial por unidad de área; en el municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
- 5.2.- La utilización de distintos programas de fertilización no influyen en los rendimientos en peso de vaina fresca comercial en el cultivo de arveja dulce (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap, en el municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

6.- MATERIALES Y METODOLOGIA :

6.1.- Localización del Ensayo:

El ensayo de campo se llevó a cabo en una parcela del proyecto de Minirriego con Aprovechamiento de Aguas Subterráneas denominado Fuente Manantial, ubicado en el municipio de Santiago Sacatepéquez, en el departamento de Sacatepéquez, y se encuentra localizado en las coordenadas geográficas de 14 37' 50" latitud norte y 90 41' 45" longitud oeste, y se encuentra a una altura aproximada de 2015 metros sobre el nivel del mar (9).

6.2- Condiciones Climáticas:

El municipio de Santiago Sacatepéquez presenta una humedad relativa promedio anual de 84.2%, una temperatura media anual de 12 grados centígrados, y una precipitación anual de 914 milímetros (promedio de los últimos 8 años) (15).

6.3.- Condiciones Edáficas:

Según Simmons (15), los suelos del municipio de Santiago Sacatepéquez están ubicados dentro de la serie de la Altiplanicie Central, que se caracterizan por ser profundos y desarrollados sobre cenizas volcánicas, son de color claro, café amarillento a café rojizo, con una textura franco a franco-arcillosa.

El territorio pertenece al tipo de zona de vida de bosque húmedo montano bajo Subtropical (3).

6.4.- Análisis de Suelo:

Previo a establecer el cultivo, se realizó un muestreo de suelos en el área experimental, el producto de dicho muestreo fué objeto de un análisis químico (Cuadro 2.) y los resultados del mismo sirvieron para determinar la cantidad del fertilizante necesario en el paquete de fertilización que toma en cuenta los requerimientos nutricionales de la planta y el contenido de nutrientes en el suelo.

Cuadro 2. Resultados del Análisis químico de suelos del área Experimental.

| TEXTURA | pH | Microgramos / ml. | | | Meq/ 100 ml de Suelo | |
|-----------|-----|-------------------|-----|--|----------------------|------|
| | | P | K | | Ca | Mg |
| FRANCO | 7.0 | 40.95 | 158 | | 6.69 | 1.08 |
| ARCILLOSO | | | | | | |

Análisis realizado por el Laboratorio de Suelos del ICTA.

De acuerdo a los resultados del análisis de suelos el pH que se reporta es 7.0 (neutro), y es adecuado para el crecimiento y

desarrollo del cultivo de arveja dulce. En relación con el Fósforo (P), y el Potasio (K), la cantidad reportada por el laboratorio y los requerimientos del cultivo investigados, nos indican que no es necesario la aplicación al suelo de ambos elementos, únicamente de la aportación de Nitrógeno (N).

6.5.- Método Experimental:

Para el desarrollo del presente trabajo, los factores que se estudiaron fueron Programas de Fertilización (incluyendo aplicaciones foliares y al suelo), y Densidades de Siembra; los que se observan con mayor detalle en el Cuadro 3, y los niveles de los mismos, se describen con detalle en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Niveles de los Factores evaluados en el cultivo de Arveja dulce (Pisum sativum L.) var. Sugar snap

| FACTORES | NIVELES UTILIZADOS |
|----------------------------|---------------------------------|
| DENSIDAD | 333,333 Y 400,000 PLANTAS/HA. * |
| PROGRAMAS DE FERTILIZACION | PROGRAMA 1,2,3 Y TESTIGO |

* nota: La densidad de 333,333 plantas/a, equivale a un distanciamiento de 0.9 metros entre surco; y la densidad de 400,000 plantas/Ha, equivale a 1.1 metros entre surco.

Cuadro 4. Detalle de los Tratamientos evaluados en el Estudio sobre Densidades y Programas de Fertilización en el cultivo de Arveja dulce (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap.

| TRATAMIENTOS | PROGRAMA DE FERTILIZACION | DENSIDAD DE SIEMBRA |
|--------------|---------------------------|---------------------|
| 1 | Programa # 1 | 333,333 Plantas/ha* |
| 2 | Programa # 2 | 333,333 Plantas/ha* |
| 3 | Programa # 3 | 333,333 Plantas/ha* |
| 4 | Testigo | 333,333 Plantas/ha* |
| 5 | Programa # 1 | 400,000 Plantas/ha* |
| 6 | Programa # 2 | 400,000 Plantas/ha* |
| 7 | Programa # 3 | 400,000 Plantas/ha* |
| 8 | Testigo | 400,000 Plantas/ha* |

* nota: La densidad de 333,333 plantas/a, equivale a un distanciamiento de 0.9 metros entre surco; y la densidad de 400,000 plantas/Ha, equivale a 1.1 metros entre surco.

6.5.1.- Fuente de Nutrientes del Fertilizante Foliar Utilizado:

La Fuente del Fertilizante Foliar utilizado en el presente estudio de investigación, es una fórmula química comercialmente denominada Bayfolan simple, y está catalogado como un fertilizante completo, en forma líquida que contiene los principales elementos nutritivos que utilizan las plantas, y se detallan a continuación: Como elementos mayores; Nitrógeno (N) 11% como NO_3 y NH_4 ; Fósforo

(P) 8% como (P_2O_5); Potasio (K) 6% como (k_2O); y como elementos menores los siguientes, expresadas todas las cantidades en miligramos por litro: Boro (B) 102; Cobalto (Co) 4; Cobre (Cu) 80; Hierro (Fe) 190; Manganeso (Mn) 160; Magnesio (Mg) 9; Molibdeno (Mo) 9; Zinc (Zn) 61; todos en forma de quelatos. Por el carácter del presente trabajo, llamaremos a la fuente únicamente como fertilizante foliar.

6.6.- Descripción de los Programas de Fertilización:

Los Programas de Fertilización utilizados en el presente trabajo experimental, utilizan las formas de fertilización edáfica y foliar (combinadas y solas), y los cuales se detallan a continuación:

6.6.1.- Programa # 1:

El presente Programa de fertilización es el que recomiendan las compañías agroexportadoras que trabajan con éste cultivo, y contempla la utilización de la fertilización edáfica y la foliar; no se basa necesariamente en un análisis de suelos, y las cantidades de fertilizantes recomendadas son: A) Fertilización al Suelo, 2 quintales de (15-15-15) y un quintal de (46-0-0) por cuerda de (40x40) varas cuadradas y B) Fertilización Foliar, 3 aplicaciones de cualquier abono foliar, siguiendo las indicaciones de dosis de la compañía responsable del mencionado producto; lo que se traduce a las siguientes cantidades:

A) Fertilización Edáfica:

| | |
|-----------------|-----------|
| Nitrógeno (N) : | 304 Kg/ha |
| Fósforo (P) : | 120 kg/ha |
| Potasio (K) : | 120 Kg/ha |

B) Fertilización Foliar:

| | |
|-----------------|--------------|
| Nitrógeno (N) : | 99 grs/ha |
| Fósforo (P) : | 72 grs/ha |
| Potasio (K) : | 54 grs/ha |
| Boro (B) : | 0.9 grs/ha |
| Cobalto (Co) : | 0.036 grs/ha |
| Cobre (Cu) : | 0.72 grs/ha |
| Hierro (Fe) : | 1.71 grs/ha |
| Manganeso (Mn): | 1.44 grs/ha |
| Magnesio (Mg) : | 0.081grs/ha |
| Zinc (Zn) : | 0.549grs/ha |

6.6.2.- Programa # 2.

Este programa de fertilización, toma de base un muestreo de suelos con fines de fertilidad, y los requerimientos nutricionales del cultivo; denominándose programa técnico; y para el presente estudio, tomando en cuenta los resultados del laboratorio de suelos del ICTA, se concluyó que se necesitaba aplicar únicamente Nitrógeno (N), en la siguiente cantidad: 1 quintal de (46-0-0) por cuerda de (40x40) varas cuadradas, y tres aplicaciones de Fertilizante Foliar utilizando las dosis que recomiendan las casas comerciales que distribuyen el producto ; lo que se traduce a las

siguientes cantidades:

A) Fertilización Edáfica:

Nitrógeno (N) : 184 Kg/ha

B) Fertilización Foliar:

Nitrógeno (N) : 99 grs/ha

Fósforo (P) : 72 grs/ha

Potasio (K) : 54 grs/ha

Boro (B) : 0.9 grs/ha

Cobalto (Co) : 0.036 grs/ha

Cobre (Cu) : 0.72 grs/ha

Hierro (Fe) : 1.71 grs/ha

Manganeso (Mn): 1.44 grs/ha

Magnesio (Mg) : 0.081grs/ha

Zinc (Zn) : 0.549grs/ha

6.6.3.- Programa #3:

Este programa de fertilización es el que utilizan (principalmente) los agricultores del municipio de Santiago Sacatepéquez, en el Departamento de Sacatepéquez, generalmente no toman en cuenta un análisis de suelos con fines de fertilidad, sino que únicamente su experiencia, y la necesidad o nó de realizar aplicaciones de pesticidas a su cultivo, ya que cada aplicación (de insecticidas o fungicidas), generalmente va acompañada de Fertilizantes Foliar; las cantidades de fertilizantes que aplican son: 1 quintal de (15-15-15) y un quintal de (46-0-0) por cuerda de

(40x40) varas cuadradas, y como mínimo 8 aplicaciones de Fertilizantes Foliar, utilizando las dosis recomendadas, lo que se traduce en las siguientes cantidades:

A) Fertilización Edáfica:

| | |
|-----------------|-----------|
| Nitrógeno (N) : | 245 Kg/ha |
| Fósforo (P) : | 60 kg/ha |
| Potasio (K) : | 60 Kg/ha |

B) Fertilización Foliar:

| | |
|-----------------|--------------|
| Nitrógeno (N) : | 264 grs/ha |
| Fósforo (P) : | 192 grs/ha |
| Potasio (K) : | 144 grs/ha |
| Boro (B) : | 2.4 grs/ha |
| Cobalto (Co) : | 0.096 grs/ha |
| Cobre (Cu) : | 1.92 grs/ha |
| Hierro (Fe) : | 4.56 grs/ha |
| Manganeso (Mn): | 3.84 grs/ha |
| Magnesio (Mg) : | 0.216 grs/ha |
| Zinc (Zn) : | 1.464 grs/ha |

6.7.- Diseño Experimental:

El diseño Experimental utilizado en el presente estudio de investigación fué en Bloques al Azar con arreglo en Parcelas Divididas con 7 repeticiones.

El Diseño Experimental estuvo constituido de la siguiente manera:

- A) Los Bloques fueron representados por las repeticiones.
- B) Las Parcelas Grandes fueron representadas por las Densidades de siembra (que incluyeron 2 niveles); y
- C) Las Parcelas Pequeñas fueron representadas por los Programas de Fertilización (que incluyeron 3 niveles); y se agregó además un testigo para cada parcela grande, el cual fué absoluto ya que no se le aplicó ningún tipo de Fertilizantes

6.8.- Modelo Estadístico

El Modelo Estadístico utilizado para la interpretación de los resultados fué el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + A_j + N_{ij} + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}.$$

Donde:

Y_{ijk} = Efecto de la variable respuesta.

M = Efecto de la Media General.

B_i = Efecto de los Bloques i (repeticiones),

donde: $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$.

A_j = Efecto de las Densidades de Siembra j , donde: $j = 1, 2$.

N_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la parcela grande.

B_k = Efecto de los Programas de Fertilización k ,

donde $k = 1, 2, 3, 4$ (el cuatro es el testigo absoluto).

AB_{jk} = Efecto debido a la interacción de las Densidades de Siembra j y a los Paquetes de Fertilización k .

E_{ijk} = Efecto del error experimental asociado a la parcela pequeña.

6.9.- Tamaño de la Unidad Experimental:

La unidad Experimental consistió en cuatro surcos de 3.25 m. de largo, y una distancia entre surcos según tratamiento, con un distanciamiento entre plantas de 2.5 cms. lo que nos dió los siguientes datos:

Parcela Bruta = 14.30 metros cuadrados.

Parcela Neta = 2.75 metros cuadrados.

Area por Repetición = 114.40 metros cuadrados.

Surcos por parcela Bruta = 4 surcos.

Surcos por parcela Neta = 2 surcos.

Distanciamiento entre Plantas = 2.5 centímetros.

Distanciamiento entre Surcos = Según tratamiento.

Plantas por Surco en Parcela Bruta = 130 Plantas.

Plantas por Surco en Parcela Neta = 50 Plantas.

6.10.- Variables Respuesta:

Para probar las hipótesis planteadas en la presente investigación fué necesario considerar las siguientes variables:

- .1.- Longitud de vaina.
- .2.- Ancho de vaina.
- .3.- Número de Flores por Planta.
- .4.- Número de Vainas por Planta.
- .5.- Rendimiento en kg/ha de vainas frescas.
- .6.- Rendimiento en kg/ha en peso seco de las vainas.

Para las variables numeradas del 1 al 4, se muestreó un 10% de la población de la parcela neta, en el caso de la variable 5 se tomó en cuenta la población completa de la parcela bruta, y en el caso de la variable 6 se tomó una muestra de 20 gramos colocada al horno a 110°C. por un tiempo de 24 horas

6.11.- Manejo del Experimento:

.1.- Preparación del Terreno:

El área experimental fué preparada en la forma tradicional que la realizan los agricultores del área de estudio, removiendo el suelo con azadón a una profundidad promedio de 30 centímetros posteriormente se desinfectó el suelo con Carbofuran a razón de 6 kg/ha. Luego se delimitó el área de estudio y dentro de ella cada una de las parcelas o unidades experimentales, las que se identificaron plenamente.

.2.- Siembra:

Esta se realizó en el mes de febrero (4-91) colocando una semilla por postura a una distancia de 2.5 centímetros y 1.5 centímetros de profundidad, y los distanciamientos entre surcos según tratamiento.

.3.- Tutoreado:

Por el hábito trepador del cultivo, fué necesario colocar sobre el surco y cada 5 metros, una caña de bambú, en las cuales se pusieron hiladas de pita plástica (rafia) a cada 10 centímetros, lo que les sirvió de escalera.

.4.- Limpias

Estas se realizaron manualmente con azadón, la primera a los 25 días después de sembrada, la segunda a los 30 días después, y la tercera, 30 días después de la segunda.

.5.- Fertilización:

La fertilización se realizó según cada tratamiento.

.6.- Control de Plagas y Enfermedades:

El control de Plagas y Enfermedades se realizó en forma preventiva realizando aplicaciones periódicas cada 10 a 15 días utilizando para el efecto los insecticidas siguientes, malathion, endosulfan, chlorpyrifos, y piretrinas; y como fungicidas se utilizaron: Azufres, Ferban, Ziram y Compuestos de Cobre, alternandolos para evitar resistencia.

.7.- Riegos:

Por la época de Siembra, hubo necesidad de utilizar riego para ejecución de la presente investigación, y se realizaron semanalmente (uno a la semana) con una duración las primeras 8 semanas de 4 horas y luego se incrementó a 6 horas semanales.

7.- Resultados :

A continuación se describen los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación, para cada variable respuesta:

7.1.- Largo de vaina: Para ésta variable respuesta se tomaron los datos de un 10% de la población de la parcela neta, teniendo el cuidado de identificar las plantas muestreadas y tomando de ellas siempre los datos de ésta variable, los resultados obtenidos se encuentran en el apéndice, y fueron sometidos a un análisis de varianza, que se presenta a continuación:

Cuadro 5. Análisis de Varianza para la variable Largo de Vainas (en m.m.) en arveja (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap.

| Fuente de Grados de Cuadrados | | F | F Tabulada | | | |
|-------------------------------|----------|--------|------------------|--------|-------|------|
| Variación | Libertad | Medios | Calculada (0.05) | (0.01) | | |
| Bloques | 6 | 3.901 | 0.694 | 4.28 | 8.47 | N.S. |
| Densidad (A) | 1 | 20.750 | 3.689 | 5.99 | 13.75 | N.S. |
| Error (a) | 6 | 5.625 | | | | |
| Subtotal (a)13 | | | | | | |
| Programa (B) | 3 | 22.990 | 5.173 | 2.88 | 4.41 | ** |
| Inter. AB | 3 | 4.969 | 1.118 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Error (b) | 35 | 4.444 | | | | |
| Total | 55 | | | | | |

Coefficiente de Variación (A): 3.458 ** = Altamente Significativo

Coefficiente de Variación (B): 3.074 N.S. = No Significativo.

En el ANDEVA realizado, puede observarse que entre las densidades evaluadas no hubo significancia en el Largo de vainas (en m.m.). Si se notó alta significancia en cuanto a los programas de fertilización en la misma variable respuesta.

No se notó significancia en cuanto a la interacción de las densidades de siembra y los programas de fertilización.

Debido a la alta significancia presentada por los paquetes de fertilización utilizados, se sometieron a una comparación múltiple de medias por medio de la prueba Tukey y los resultados se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de Tukey para la variable Largo de Vainas (en m.m.) en cuanto a Programas de Fertilización.

| Programas de Fertilización | Largo promedio de vainas (m.m.) | |
|----------------------------|---------------------------------|-----|
| Programa 3 | 70.15 | A |
| Programa 2 | 69.03 | AB |
| Programa 1 | 67.92 | ABC |
| Testigo | 67.22 | BCD |

Comparador de Tukey al 5% = 2.7

Como se nota en el cuadro 6, el Paquete de Fertilización que implica el mayor largo de vaina es el número 3 (Programa del Agricultor), y el que implica el menor largo es el testigo.

7.2.- Ancho de vaina: Para ésta variable respuesta se tomaron los datos de un 10% de la población de la parcela neta, teniendo el cuidado de identificar las plantas muestreadas y tomando de ellas siempre los datos de ésta variable, los datos obtenidos se encuentran en el apéndice, y los cuales se sometieron a un análisis de varianza y los resultados se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de Varianza para la variable Ancho de Vainas (en m.m.) en arveja (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap.

| Fuente de Grados de Cuadrados | | F | F Tabulada | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------------|------------|------|-------|-------|
| Variación | Libertad Medios | Calculada (0.05) | (0.01) | | | |
| Bloques | 6 | 0.357 | 0.992 | 4.28 | 8.47 | N.S. |
| Densidad (A) | 1 | 0.119 | 0.331 | 5.99 | 13.75 | N.S. |
| Error (a) | 6 | 0.360 | | | | |
| Subtotal (a) | 13 | | | | | |
| Programa (B) | 3 | 1.244 | 4.488 | 2.88 | 4.41 | ** |
| Inter. AB | 3 | 0.950 | 2.571 | 2.88 | 4.41 | N. S. |
| Error (b) | 35 | 0.277 | | | | |
| Total | 55 | | | | | |

Coefficiente de Variación (A): 4.409

Coefficiente de Variación (B): 3.870

** = Altamente Significativo

* = Significativo

N.S. = No Significativo

En el ANDEVA realizado para la variable respuesta de Ancho de Vainas, puede observarse, que no hubo significancia entre las Densidades de Siembra.

Se nota además, que no hubo significancia en cuanto a la interacción de Densidades de Siembra y Programas de Fertilización, por el contrario, se nota alta significancia en cuanto a los Programas de Fertilización, por lo que hubo necesidad de realizar una comparación múltiple de medias y los resultados se muestran en los cuadros 8.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para la variable Ancho de Vainas en (m.m.) en cuanto a Programas de Fertilización.

| | | |
|------------|-------|------|
| Programa 3 | 14.01 | A |
| Programa 2 | 13.58 | AB |
| Programa 1 | 13.52 | ABC |
| Testigo | 13.29 | ABCD |

Comparador de Tukey al 1% = 1.95

Como podemos observar en el cuadro 8, el programa de Fertilización que implica el mayor Ancho de Vainas, es el número 3 (Programa del Agricultor), y el que implica el menor Ancho es el testigo, también podemos apreciar, que al 5% de significancia aún los tratamientos no son estadísticamente diferentes

7.3.- Flores por Planta: Para ésta variable respuesta se tomaron los datos de un 10% de la población de la parcela neta, teniendo el cuidado de identificar las plantas muestreadas y tomando de ellas siempre los datos de ésta variable, los resultados obtenidos se encuentran en el apéndice, y los cuales se sometieron a un análisis de varianza y los resultados se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de Varianza para la variable # de Flores por Planta en arveja (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap.

| Fuente de Grados de Cuadrados | | F | F Tabulada | | | |
|-------------------------------|----------|--------|------------------|--------|-------|------|
| Variación | Libertad | Medios | Calculada (0.05) | (0.01) | | |
| Bloques | 6 | 0.087 | 0.223 | 4.28 | 8.47 | N.S. |
| Densidad (A) | 1 | 0.285 | 0.729 | 5.99 | 13.75 | N.S. |
| Error (a) | 6 | 0.392 | | | | |
| Subtotal (a) | | 13 | | | | |
| Programa (B) | 3 | 0.012 | 0.061 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Inter. AB | 3 | 0.198 | 1.020 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Error (b) | 35 | 0.194 | | | | |
| Total | 55 | | | | | |

Coefficiente de Variación (A): 7.711

Coefficiente de Variación (B): 5.427

N.S. = No Significativo.

En el ANDEVA realizado para la variable respuesta Número de Flores por Planta, se puede observar lo siguiente:

- No existe significancia entre las Densidades de Siembra.
- No existe significancia entre los Paquetes de Fertilización.
- No existe significancia entre la interacción de las Densidades de Siembra y los Programas de fertilización.

7.4.- Vainas por Planta: Para ésta variable respuesta se tomaron los datos de un 10% de la población de la parcela neta, teniendo el cuidado de identificar las plantas muestreadas y tomando de ellas siempre los datos de ésta variable, los que se presentan en el apéndice y los cuales se sometieron a un análisis de varianza y los resultados se muestran en el Cuadro 10. (sig. pag.)

Cuadro 10. Análisis de Varianza para la variable # de Vainas por Planta en arveja (Pisum sativum L.) .

| Fuente de Grados de Cuadrados | | F | | F Tabulada | | |
|-------------------------------|-----------------|-----------|--------|------------|-------|------|
| Variación | Libertad Medios | Calculada | (0.05) | (0.01) | | |
| Bloques | 6 | 0.040 | 0.086 | 4.28 | 8.47 | N.S. |
| Densidad (A) | 1 | 0.003 | 0.006 | 5.99 | 13.75 | N.S. |
| Error (a) | 6 | 0.458 | | | | |
| Subtotal (a) | 13 | | | | | |
| Programa (B) | 3 | 0.192 | 1.510 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Inter. AB | 3 | 0.166 | 1.307 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Error (b) | 35 | 0.127 | | | | |
| Total | 55 | | | | | |

Coefficiente de Variación (A): 8.849

Coefficiente de Variación (B): 4.660

N. S. = No Significativo

En el ANDEVA realizado para la variable respuesta Número de Vainas por Planta, se puede observar lo siguiente:

- No existe significancia entre las Densidades de Siembra.
- No existe significancia entre los Programas de Fertilización.
- No existe significancia entre la interacción de las Densidades de Siembra y los Programas de fertilización.

7.5.- Rendimiento en Kg/ha de vainas frescas: Para ésta variable respuesta se tomaron los datos de la totalidad de la parcela bruta, teniendo el cuidado de incluir dentro de éstas, las vainas que fueron utilizadas para las variables anteriores, los datos obtenidos se encuentran en el apéndice y se sometieron a un análisis de varianza y los resultados se muestran en el Cuadro 11.

Cuadro 11 . . . Análisis de Varianza para la variable Rendimiento en Kg/ha de vainas frescas en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap.

| Fuente de Grados de Cuadrados | | F | F Tabulada | | | |
|-------------------------------|----------|----------|------------------|--------|-------|------|
| Variación | Libertad | Medios | Calculada (0.05) | (0.01) | | |
| Bloques | 6 | 236202 | 0.462 | 4.28 | 8.47 | N.S. |
| Densidad (A) | 1 | 26118150 | 51.046 | 5.99 | 13.75 | ** |
| Error (a) | 6 | 511658 | | | | |
| Subtotal (a) | 13 | | | | | |
| Programa (B) | 3 | 60928 | 0.240 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Inter. AB | 3 | 499882 | 1.970 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Error (b) | 35 | 253767 | | | | |
| Total | 55 | | | | | |

Coefficiente de Variación (A): 7.684

Coefficiente de Variación (B): 5.411

N. S. = No Significativo

** = Altamente Significativo.

En el ANDEVA realizado para la variable de Rendimiento en (Kg/ha) de vainas frescas, puede observarse lo siguiente:

Existe alta significancia entre las Densidades Evaluadas.

No existe Significancia entre los Programas de Fertilización utilizados.

No existe Significancia en la interacción de las Densidades de Siembra y los Programas de Fertilización utilizados.

Debido a la alta significancia presentada en las densidades de Siembra, fué necesario someterlas a una comparación múltiple de medias por medio de la prueba de Tukey y los resultados se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12. Prueba de Tukey para la variable Rendimiento en Kg/ha de Vainas Frescas, en cuanto a Densidades de Siembra.

| Densidades de Siembra | Rendimiento X Kg/ha de Vainas Frescas. |
|-----------------------|--|
|-----------------------|--|

| | |
|------------|----------|
| Densidad 2 | 9992.000 |
|------------|----------|

| | |
|------------|----------|
| Densidad 1 | 8626.142 |
|------------|----------|

Comparador calculado de Tukey al 0.01% = 711.04

Como se indica en el cuadro anterior, es la Densidad 2 (1.10 mts) la que propicia mayor Rendimiento en cuanto peso de vainas frescas.

7.6.- Rendimiento en Kg/ha de Peso Seco: Para ésta variable respuesta, se tomaron 20 gramos y se colocaron al horno a 110° C. por un período de 24 horas, los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y los resultados se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 13. Análisis de Varianza para la variable Rendimiento en Kg/ha de Peso Seco de vainas en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.) var. Sugar Snap.

| Fuente de Grados de Cuadrados | | F | F Tabulada | | | |
|-------------------------------|----------|----------|------------------|--------|-------|------|
| Variación | Libertad | Medios | Calculada (0.05) | (0.01) | | |
| Bloques | 6 | 2252.000 | 0.689 | 4.28 | 8.47 | N.S. |
| Densidad (A) | 1 | 180460.0 | 55.175 | 5.99 | 13.75 | ** |
| Error (a) | 6 | 3270.667 | | | | |
| Subtotal (a)13 | | | | | | |
| Programa (B) | 3 | 142.6670 | 0.070 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Inter. AB | 3 | 3488.000 | 1.705 | 2.88 | 4.41 | N.S. |
| Error (b) | 35 | 2045.889 | | | | |
| Total | 55 | | | | | |

Coefficiente de Variación (A): 7.121

Coefficiente de Variación (B): 5.632

En el ANDEVA realizado para la variable de Rendimiento en (Kg/ha) de Peso Seco, puede observarse lo siguiente:

Existe alta significancia entre las Densidades Evaluadas.

No existe Significancia entre los Programas de Fertilización utilizados.

No existe Significancia en la interacción de las Densidades de Siembra y los Programas de Fertilización utilizados.

Debido a la alta significancia presentada en las densidades de Siembra, fué necesario someterlas a una comparación múltiple de medias por medio de la prueba de Tukey y los resultados se muestran en el cuadro 14.

Cuadro 14. Prueba de Tukey para la variable Rendimiento en Kg/ha Peso Seco, en cuanto a Densidades de Siembra.

| Densidades de Siembra | Rendimiento X Kg/ha de Peso Seco. |
|-----------------------|-----------------------------------|
|-----------------------|-----------------------------------|

| | |
|------------|---------|
| Densidad 2 | 859.840 |
|------------|---------|

| | |
|------------|---------|
| Densidad 1 | 746.303 |
|------------|---------|

Comparador calculado de Tukey al 0.01% = 56.84

Como se indica en el cuadro anterior, es la Densidad 2 (1.10 mts) la que propicia mayor Rendimiento en cuanto peso seco en Kg/ha.

Cuadro 15. Resultados de los análisis de correlación entre las variables estudiadas.

| | # flores | # vainas | Largo V. | Ancho V | Peso F. | Peso S. |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| # flores | 1 | | | | | |
| # vainas | 0.642 NS | 1 | | | | |
| Largo v. | 0.134 NS | 0.136 NS | 1 | | | |
| Ancho v. | 0.188 NS | 0.441 NS | 0.018 NS | 1 | | |
| R. P. F. | 0.709 * | 0.183 NS | 0.401 NS | 0.069 NS | 1 | |
| R. P. S. | 0.714 * | 0.212 NS | 0.042 NS | 0.016 NS | 0.998 ** | 1 |

NS = no significativo (las variables no se relacionan)

* = significativo al 5%; ** = altamente significativo al 1% (las variables se relacionan marcadamente).

Referencia de las variables:

flores = Número de flores por planta; # vainas = Número de vainas por planta; largo v. = Largo de vaina; ancho v. = ancho de vaina; R.P.F. = Rendimiento en peso de vainas frescas; R.P.S. = Rendimiento en peso seco de vainas.

El cuadro anterior nos indica, que en cuanto a las variables de peso fresco y peso seco se relacionan con la variable # de flores por planta, ya que existe significancia al 5% en ambos casos.

También podemos observar que entre las variables peso fresco y peso seco existe una alta significancia al 1%, lo que indica que tienen

una relación directa. En ambos casos y con fines de análisis de correlación, el modelo que mayor se ajustó fué el logarítmico. Podemos observar también, que en cuanto a las interacciones de las otras variables respuesta, no existe significancia alguna, por lo que podemos deducir que son variables totalmente independientes.

Cuadro 16. Resultados de los análisis de regresión correspondientes a las variables estudiadas.

| VARIABLES | | | |
|--------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|
| DEPENDIENTE Y = | DEPENDIENTE X = | MODELO LOGARITMICO | COEFICIENTE DE DETERMINACION |
| Ancho vaina | peso seco | $Y = 904 x^{0.046}$ | 0.000 |
| largo vaina | peso seco | $Y = 11.6 x^{1.213}$ | 0.000 |
| vainas/planta | peso seco | $Y = 142.8 x^{0.847}$ | 0.045 |
| flores/planta | peso seco | $Y = 0.617 x^{3.423}$ | 0.509 |
| peso fresco | peso seco | $Y = 0.128 x^{0.956}$ | 0.982 |
| ancho vaina | peso fresco | $Y = 16,107 x^{0.212}$ | 0.004 |
| largo vaina | peso fresco | $Y = 6,106 x^{1.006}$ | 0.167 |
| vainas/planta | peso fresco | $Y = 2,045 x^{0.949}$ | 0.033 |
| flores/planta | peso fresco | $Y = 5.826 x^{3.522}$ | 0.503 |
| flores/planta | vainas/planta | $Y = 1.521 x^{0.771}$ | 0.492 |
| flores/planta | largo vaina | $Y = 293.04 x^{0.707}$ | 0.018 |
| flores/planta | ancho vaina | $Y = 7.010 x^{0.319}$ | 0.034 |

En el cuadro 16, podemos observar que los coeficientes de determinación para la mayoría de variables es muy pequeño y en algunos casos es 0, por lo que de esto podemos concluir del análisis de regresión efectuado que las variables son independientes dentro de ellas. Las variables que si tienen un alto grado de dependencia son las de rendimiento en peso fresco de vainas con respecto a la de rendimiento en peso seco de vainas, ya que el coeficiente de determinación dentro de ambas es de 0.982.

7.7 Análisis Económico:

Se realizó un análisis económico del presente trabajo de investigación, que consiste en un análisis de presupuesto parcial, que nos sirve de base para realizar un análisis de dominancia para obtener de éste último el análisis de la tasa marginal de retorno. Los cuadros Obtenidos se presentan a continuación:

Cuadro 17. Análisis de presupuesto parcial

| TRATA- MIENTO | PRECIO KG. | RENDIMIENTO KG/HA | BENEFICIO BRUTO Q. | COSTO VARIABLE Q. | BENEFICIO NETO Q. |
|------------------|---------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Q.5.45 | 8,517.43 | 46,419.99 | 4,771.95 | 41,648.04 |
| 2 | Q.5.45 | 8,725.71 | 47,555.12 | 4,575.83 | 42,979.29 |
| 3 | Q.5.45 | 8,857.00 | 48,270.65 | 4,251.24 | 44,019.41 |
| 4 | Q.5.45 | 8,404.42 | 45,804.09 | 5,259.83 | 40,544.26 |
| 5 | Q.5.45 | 10,162.71 | 55,386.77 | 4,704.61 | 50,682.16 |
| 6 | Q.5.45 | 9,913.00 | 54,025.85 | 4,183.90 | 49,841.95 |
| 7 | Q.5.45 | 10,141.86 | 55,273.13 | 4,723.45 | 50,549.68 |
| 8 | Q.5.45 | 9,750.43 | 53,139.84 | 4,463.38 | 48,676.46 |

Cuadro 18. Análisis de Dominancia:

| BN | CV |
|--------------|-------------|
| Q. 50,682.16 | Q. 4,771.95 |
| Q. 50,549.68 | Q. 4,463.38 |
| Q. 49,841.95 | Q. 4,704.61 |
| Q. 48,676.46 | Q. 5,259.83 |
| Q. 44,019.41 | Q.4,575.83 |
| Q. 42,979.29 | Q. 4,251.24 |
| Q. 41,648.04 | Q. 4,183.90 |
| Q. 40,544.26 | Q. 4,723.45 |

De éste cuadro se deriva el siguiente, y es el de la tasa marginal de retorno.

Cuadro 19. Tasa Marginal de Retorno.

| BN | CV | INCREMENTO BN | INCREMENTO CV | TMR |
|-----------|----------|------------------|------------------|-------|
| 50,682.16 | 4,771.95 | 840.48 | 67.34 | 1248 |
| 49,841.08 | 4,704.61 | 5,822.27 | 128.78 | 4521 |
| 44,019.41 | 4,575.83 | 1,040.12 | 324.59 | 320 |
| 42,979.29 | 4,251.24 | 1,331.25 | 67.34 | 1976 |
| 648.04 | 4,183.90 | ----- | ----- | ----- |

De acuerdo con el resultado anterior, la tasa marginal de retorno más alta es de 45.21, esto significa que por cada quetzal que el agricultor invierte, espera recobrar su quetzal invertido y 45 adicionales, es decir que la recomendación sería utilizar el

distanciamiento de 1.10 metros entre surcos y el programa técnico de fertilización, que es basado en un muestreo de suelos con fines de fertilidad y los requerimientos nutricionales del cultivo.

8.- CONCLUSIONES :

1.- Las dos Densidades de Siembra evaluadas, afectaron únicamente las variables Rendimiento en peso de Vainas Frescas y Rendimiento en Peso Seco (de vainas), ambas variables expresadas en Kg/ha y en los dos casos fué la densidad de 1.10 metros entre surcos la que proporcionó el mejor rendimiento según las pruebas estadísticas realizadas.

2.- Los Programas de Fertilización evaluados, afectaron únicamente las variables Largo de Vaina y Ancho de Vaina, ambas expresadas en (m.m.), y en los dos casos, fué el Programa de Fertilización del Agricultor el que presentó los mejores resultados, según las pruebas estadísticas realizadas.

3.- Las interacciones de las Densidades de Siembra y los Programas de Fertilización, no afectaron a ninguna de las variables estudiadas en la presente investigación.

4.- Según el análisis económico realizado, el tratamiento que proporcionó la mayor tasa de retorno a capital fué el que involucra el programa técnico de fertilización y la densidad de siembra equivalente a 1.10 metros entre surcos.

5.- Del análisis de regresión efectuado a las variables respuesta (cuadro 16), podemos concluir que las únicas que tienen un alto grado de dependencia son la variable Rendimiento en peso fresco de vaina y la variable de rendimiento en peso seco de vainas, las demás presentan coeficientes de determinación muy bajos, lo que nos indica que son variables independientes.

9.- RECOMENDACIONES :

1.- Para los agricultores del municipio de Santiago Sacatepéquez y sus alrededores que se dedican al cultivo de la arveja dulce (Pisum sativum L.) var Sugar Snap, se les recomienda que utilicen la densidad de siembra de 333,333 plantas/Ha, (equivalente a 1.10 metros entre surcos y 2.5 centímetros entre plantas), ya que es el que propició los mejores rendimientos en kg/ha de peso fresco.

2.- En relación a los programas de fertilización, se recomienda a los productores de arveja dulce del área, que realicen muestreos de suelos con fines de fertilidad, y basados en los requerimientos nutricionales del cultivo, preparen sus programas de fertilización, ya que según el presente estudio, de ésta forma obtenemos los mejores rendimientos de vaina fresca y también la mayor tasa marginal de retorno.

10.- B I B L I O G R A F I A :

1. AGUILAR, A.F.; VIRGILLI, A.G. 1965. Las plantas pueden abonarse por las hojas. La Hacienda. (EE.UU.) 60(6):72-77
2. BENDAÑA GARCIA, G. 1968. Efecto de la fertilización foliar complementaria sobre el rendimiento del grano del sorgo (Sorghum vulgare pears) variedad Dekalb E-564. Tesis Ing. Agr. Managua, Universidad de Nicaragua, Escuela de Agricultura. 37 p.
3. COOSEMANS NORIEGA, A.F. 1982. Efecto de la fertilización foliar en la aceleración de la maduración y rendimiento en el cultivo de la piña (Ananas comosus marr.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 48 p.
4. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. FRANK, W. 1967. Mechanims of foliar penetration of sotution. Annual Review of Plant Physiology. (EE.UU:) 17(3): 282-300.
6. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES (GUA.). 1988. Arveja dulce, guia de producción manejo poscosecha y mercado. Guatemala. 28 p.
7. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1983. Hoja cartográfica de ciudad de Guatemala; no 20591-I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color
8. HERNANDEZ CAMPOLLO, J.L. 1979 Fertilización foliar en trigo (Triticum aestivum L.) con N-P-K-S, manteniendo los niveles de P fijos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 77 p.
9. HOLDRIGE, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San Jose, Costa Rica, IICA. 216 p.
10. JACOB, A.; UEXKULL, H. 1966. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. por López Martinez de Alva. Alemania, Hannover Verlagasfella Chaft Fur Ackerbamb. 665 p.
11. LANDIESEL, M. 1961. Aplicación de nutrimentos foliares. Mexico. Campell's. 38 p.

12. MAROTO BORREGO, J.V. 1987. Horticultura especial. 2 ed Madrid, España, Mundi Prensa. 715 p.
13. PERDOMO, R.; HAMPTON, H. 1970. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. s.p.
14. PLATEROS, R. 1969. Efectividad de la fertilización foliar como suplemento a la fertilización edáfica en tomate (Lycopersicon esculentum) var. Santa Rita. Tesis Ing. Agr. Nicaragua, Universidad de Managua, Escuela de Agricultura. 39 p.
15. SIMMONS, CH.; TARAMO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
16. SMITH, R.C.; EPSTEIN, E. 1964. Ion absorption by shoot tissue technique and first findings with excised leaf tissue of corn. Plant Physiology. (EE.UU.) 39(1): 338-344.
17. TYSDALE, S.L.; NELSON, W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y los fertilizantes. Trad. por Jorge Balash y Larmen pinto. Barcelona, España, Montaner y Simmons. 600 p.

Vo. Bo.
P. Aguilar



11.- A P E N D I C E :

CUADRO 20 A

VARIABLE: RENDIMIENTO EN PESO DE VAINAS VERDES (Kg/Ha)

| PAQUETE | DENSIDAD | R E P E T I C I O N | | | | | | | |
|------------------------|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | X |
| PROGRAMA AGRICULTOR | 0.9 | 8656 | 8540 | 8660 | 9522 | 7827 | 8896 | 8121 | 8,517.43 |
| | 1.1 | 10715 | 10307 | 9896 | 9554 | 9263 | 10260 | 11144 | 10,162.71 |
| CASA COMERCIAL | 0.9 | 8587 | 8587 | 8494 | 8554 | 8561 | 9103 | 9147 | 8,747.57 |
| | 1.1 | 10293 | 8827 | 9616 | 9678 | 10202 | 9450 | 10184 | 9,750.00 |
| PROGRAMA TECNICO | 0.9 | 7794 | 7961 | 8707 | 8212 | 8980 | 8485 | 8692 | 8,404.43 |
| | 1.1 | 10296 | 10038 | 10125 | 10133 | 10660 | 9496 | 10245 | 10,141.86 |
| TESTIGO | 0.9 | 7885 | 9685 | 8919 | 9936 | 8078 | 8667 | 8887 | 8,865.29 |
| | 1.1 | 10096 | 9929 | 9340 | 9987 | 9083 | 10638 | 10318 | 9,913.00 |

CUADRO 21 A

VARIABLE: PESO SECO DE VAINAS DE ARVEJA DULCE EXPRESADAS EN Kg/Ha.

| PAQUETE | DENSIDAD | R E P E T I C I O N | | | | | | | |
|------------------------|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | X |
| PROGRAMA AGRICULTOR | 0.9 | 705.2 | 735 | 754.3 | 808.4 | 667.6 | 771.3 | 698.4 | 734.31 |
| | 1.1 | 909.9 | 901.9 | 854 | 807.3 | 792 | 885.4 | 937.2 | 689.64 |
| CASA COMERCIAL | 0.9 | 755.7 | 767.1 | 729.6 | 762.3 | 742.2 | 812 | 798.5 | 766.77 |
| | 1.1 | 899.9 | 762.3 | 845.2 | 843 | 843 | 829.7 | 881.9 | 845.70 |
| PROGRAMA TECNICO | 0.9 | 677.3 | 700.6 | 742.7 | 721 | 777.7 | 750.1 | 758.8 | 732.59 |
| | 1.1 | 888.5 | 876.6 | 860.6 | 888.6 | 927.4 | 829 | 870.8 | 877.38 |
| TESTIGO | 0.9 | 656.8 | 826.1 | 749.2 | 856.5 | 686.6 | 721.1 | 763.5 | 751.40 |
| | 1.1 | 847.1 | 855.9 | 789.2 | 857.9 | 774.8 | 915.9 | 885.3 | 846.57 |

CUADRO 22 A

VARIABLE: LARGO VAINA (en m.m.)

| PAQUETE | DENSIDAD | R E P E T I C I O N | | | | | | | |
|------------|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | X |
| PROGRAMA | 0.9 | 66.4 | 67.1 | 69.13 | 65.12 | 66.15 | 66.8 | 67.12 | 66.83 |
| AGRICULTOR | 1.1 | 71.9 | 68.2 | 69.5 | 67.7 | 70.75 | 69.05 | 66.12 | 69.02 |
| CASA | 0.9 | 68.5 | 29.2 | 72 | 66.9 | 8.15 | 65.1 | 69.9 | 54.25 |
| COMERCIAL | 1.1 | 71.5 | 66.15 | 69.2 | 72.15 | 70.5 | 66.1 | 71.12 | 69.53 |
| PROGRAMA | 0.9 | 70.1 | 68.15 | 67.9 | 66.12 | 69.15 | 71.5 | 70.9 | 69.12 |
| TECNICO | 1.1 | 73.6 | 71.5 | 68.6 | 72.1 | 69.2 | 70.5 | 73.1 | 71.19 |
| TESTIGO | 0.9 | 63 | 69.1 | 67.4 | 69.5 | 66.7 | 66.5 | 69.7 | 67.41 |
| | 1.1 | 64.9 | 69.1 | 65.3 | 66.2 | 70.1 | 63.6 | 69.5 | 67.04 |

CUADRO 23 A

VARIABLE: ANCHO DE VAINAS (en m.m.)

| PAQUETE | DENSIDAD | R E P E T I C I O N | | | | | | | |
|------------|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | X |
| PROGRAMA | 0.9 | 13.3 | 12.05 | 13.2 | 13.7 | 14.05 | 13.25 | 13.4 | 13.28 |
| AGRICULTOR | 1.1 | 14.1 | 14.5 | 13.05 | 13.7 | 13.9 | 14.25 | 12.9 | 13.77 |
| CASA | 0.9 | 13.7 | 14 | 12.95 | 13.5 | 14.5 | 13.75 | 13.9 | 13.76 |
| COMERCIAL | 1.1 | 13.3 | 14.25 | 12.9 | 12.7 | 13.75 | 13.25 | 13.75 | 13.41 |
| PROGRAMA | 0.9 | 14.1 | 14.5 | 13.3 | 14.5 | 13.9 | 12.7 | 14.5 | 13.993 |
| TECNICO | 1.1 | 14.3 | 14.1 | 13.05 | 13.75 | 14.55 | 13.95 | 14.95 | 14.09 |
| TESTIGO | 0.9 | 13.8 | 12.9 | 14.1 | 13.5 | 13.95 | 13.7 | 13.95 | 13.70 |
| | 1.1 | 13 | 13.1 | 13.5 | 12.5 | 12.6 | 13.05 | 12.95 | 12.96 |

CUADRO 24 A

VARIABLE: NUMERO DE VAINAS POR PLANTA

| PAQUETE | DENSIDAD | R E P E T I C I O N | | | | | | | |
|------------------------|----------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | X |
| PROGRAMA AGRICULTOR | 0.9 | 7.3 | 7.5 | 7.9 | 8.2 | 7 | 8.2 | 8 | 7.73 |
| | 1.1 | 8.8 | 8 | 7.4 | 7.7 | 7.3 | 7.5 | 8 | 7.81 |
| CASA COMERCIAL | 0.9 | 7 | 7.9 | 8.2 | 7.7 | 7.9 | 8.1 | 7.4 | 7.74 |
| | 1.1 | 8.5 | 7.1 | 7.9 | 7.4 | 7.6 | 7.4 | 7.9 | 7.69 |
| PROGRAMA TECNICO | 0.9 | 7.4 | 7.1 | 7.4 | 7.7 | 8 | 7.3 | 7.4 | 7.47 |
| | 1.1 | 8 | 7.5 | 8 | 7.7 | 7.9 | 7.4 | 7.8 | 7.76 |
| TESTIGO | 0.9 | 7.1 | 7.8 | 8.1 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.6 | 7.63 |
| | 1.1 | 7.5 | 7.1 | 7.2 | 8 | 7.1 | 7.5 | 7.3 | 7.39 |

CUADRO 25 A

VARIABLE: NUMERO DE FLORES POR PLANTA

| PAQUETE | DENSIDAD | R E P E T I C I O N | | | | | | | |
|------------|----------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | X |
| PROGRAMA | 0.9 | 7.7 | 7.5 | 8.3 | 8.7 | 7.3 | 8.6 | 8.1 | 8.04 |
| AGRICULTOR | 1.1 | 9.4 | 8.3 | 7.7 | 7.8 | 7.9 | 8.2 | 8.3 | 8.23 |
| CASA | 0.9 | 7.4 | 8.6 | 8.4 | 7.9 | 8.4 | 8.6 | 8 | 8.19 |
| COMERCIAL | 1.1 | 8.9 | 8 | 7.9 | 8.6 | 7.7 | 7.6 | 8 | 8.10 |
| PROGRAMA | 0.9 | 7.4 | 7.7 | 7.7 | 8.3 | 8.3 | 7.7 | 7.9 | 7.86 |
| TECNICO | 1.1 | 8.1 | 7.7 | 8.7 | 8.6 | 8.9 | 7.7 | 8.3 | 8.29 |
| TESTIGO | 0.9 | 7.7 | 8.3 | 8.2 | 8.5 | 8.3 | 7.6 | 8 | 8.09 |
| | 1.1 | 8.3 | 7.9 | 7.9 | 8.3 | 7.6 | 8.8 | 7.9 | 8.10 |



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

Ref. Sem. 030-93

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE DOS DENSIDADES DE SIEMBRA Y RESPUESTA A DIFERENTES PROGRAMAS DE FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE LA ARVEJA DULCE (Pisum sativum L.) var. Sugar. Snap. EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: PEDRO ANTONIO FILIPPI GALICIA

CARNET No: 80-10006

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Efraín Medina
 Ing. Agr. Fernando Rodríguez
 Ing. Agr. Eugenio Orozco
 Ing. Agr. Raúl Escobar

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. Juan Alfonso De León García
 ASESOR



Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.

IMPRIMASE

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO

