

**“EVALUACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA CON
NUTRICION SUPLEMENTARIA EN ARVEJA CHINA
Pisum sativum L.”**

TESIS

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

POR:

RODRIGO BELTRANENA ORIVE

En acto de Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

RECTOR DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Dr. Roberto Valdeavellano

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano en Funciones:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal Segundo:	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Sergio A. Mollinedo B.
Vocal Cuarto:	P.A. Laureano Figueroa
Vocal Quinto:	P.A. Carlos Leonardo
Secretario Interino:	Ing. Agr. Ronaldo Prado

TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano en Funciones:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador:	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Examinador:	Ing. Agr. José A. Zúñiga
Secretario Interino:	Ing. Agr. Ronaldo Prado



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Aparado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

Guatemala, 24 de Noviembre de 1977.

Ing. Agr.
Rodolfo Estrada G.
Decano en Funciones
Facultad de Agronomía
Presente.

Señor Decano en Funciones:

De conformidad con la designación del Decanato, comunicamos que hemos asesorado al Estudiante RODRIGO BELTRANENA ORIVE, en la elaboración de su trabajo de tesis, intitulado "EVALUACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA CON NUTRICION SUPLEMENTARIA EN ARVEJA CHINA Pisum Sativum, L." el cual al haberse concluido consideramos que llena los requisitos para su aprobación, contribuyendo al desarrollo del Agro Guatemalteco.

Con muestras de nuestra más alta consideración nos suscribimos de Usted deferentemente;

(f) Ing. Agr. MSC. Carlos H. Aguirre C.
Director Depto. Horticultura.

ASESOR



(f) Ing. Agr. MSC. Edgar Alfredo Paniagua.

ASESOR

CHAC/mr

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA:

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

De conformidad con lo que establecen los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestro criterio y consideración el trabajo de tesis que se intitula:

**“EVALUACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA CON
NUTRICION SUPLEMENTARIA EN ARVEJA CHINA
Pisum sativum L.”**

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de INGENIERO AGRONOMO en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca su aprobación.

Sin otro particular, me complace presentarles mi respetuoso saludo, con las muestras de mi distinguida consideración.

(f) Rodrigo Beltranena Orive.

RECONOCIMIENTO

De manera especial, quiero hacer público mi agradecimiento al Ing. Agr. EDGAR ALFREDO PANIAGUA U. por su desinteresada ayuda y su dirección acertada en la realización del presente trabajo.

Quiero agradecer también al Ing. Agr. M.S. CARLOS H. AGUIRRE por la asesoría y oportuna colaboración al desarrollo del trabajo científico.

A la Srita. ANNABELLE SPRINGMUEHL, quien me ayudó a la recopilación de todos los datos del experimento.

Y, en general a todas aquellas personas que de una u otra forma, ayudaron a la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

I INTRODUCCION

II REVISION DE LITERATURA

III MATERIALES Y METODOS

1. Descripción de la Localidad
2. Descripción agronómica de la arveja china.
3. Descripción del experimento.
4. Manejo del Experimento.

IV RESULTADOS

V DISCUSION

VI CONCLUSIONES

VII RECOMENDACIONES

VIII BIBLIOGRAFIA

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Fotografía del área experimental con arveja china de 30 días de edad.	8
2	Fotografía de una planta de arveja china en completo desarrollo.	9
3	Fotografía del detalle de los camellones y sus respectivos tutores.	10
4	Fotografía de vainas de arveja china en su punto de cosecha.	11
5	Mapa del municipio de San José Pinula y localización de la Finca “La Luz”.	12
6	Gráfica del rendimiento promedio (Kg/parcela), obtenido, en los distintos tratamientos evaluados.	20

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Tratamientos experimentales evaluados.	13
2	Nivel de pH y contenido mineral del suelo experimental.	14
3	Rendimiento de vaina comercial (Kg/parcela experimental), obtenido en ocho cortes, bajo ocho tratamientos.	15
4	Análisis de Varianza del Rendimiento de vaina comercial (Kg/parcela) de arveja china creciendo con ocho tratamientos.	16
5	Comparación de medias de Rendimiento en peso de vaina comercial con el tratamiento testigo y los distintos sistemas de fertilización usados en el experimento, combinados con las dos distancias de siembra.	17
6	Comparación de Coeficientes de Variación de los ocho tratamientos evaluados en el experimento.	18
7	Nivel de pH y contenido mineral del suelo experimental.	21
8	Costos, Rendimientos y Ganancias aproximadas por manzana para las dos distancias evaluadas.	24

I. INTRODUCCION

La arveja china, Pisum sativum L., variedad Mammoth Melting Sugar Pea, como cultivo comercial, es de explotación reciente en Guatemala. Las estadísticas reportan en el año de 1975, una producción de 36,000 libras, que dieron un valor de Q.40,000.00. En el año de 1976 se produjeron 150,000 libras, que dejaron un ingreso aproximado de Q.160,000.00. Este último año de 1977, se produjeron alrededor de 300,000 libras, que dejaron un ingreso de divisas de más o menos 350,000.00 Quetzales.(17)

En el año de 1975 se inició la siembra de arveja china con 6 manzanas, despertando el interés en medianos agricultores, lográndose en la siguiente siembra un área de 18 manzanas; y en la última siembra correspondiente al presente año 40 manzanas del cultivo. (17)

Por ser la arveja china una leguminosa, al sembrarla en los suelos del altiplano, habría la posibilidad de mejorarles su fertilidad. De ésta manera se lograría una adecuada rotación de cultivos con lo que se evitaría la siembra continuada de maíz y obtener un incremento en la producción con mayor ingreso per-cápita para los campesinos y pequeños agricultores. Sin embargo, el cultivo es bastante nuevo en nuestro medio, por lo que hace falta su difusión entre los pequeños y medianos agricultores, para que sea aceptado por ellos en su plan de rotación con los cultivos tradicionales del maíz y del frijol. Ello no parece difícil por la aceptación que la arveja china obtiene cada año entre los agricultores.

Por otro lado, según las estadísticas anteriores se puede observar, que la cantidad de divisas que ingresan al país, por concepto de exportaciones, es considerable. Además, es un cultivo que está siendo producido por pequeños y medianos agricultores con un precio adecuado en el mercado de los Estados Unidos, todo lo cual redundaría en una mejora del nivel de vida de toda esta gente.

Por tales razones, es necesario evaluar aquellas prácticas culturales que mejoren la producción y el rendimiento en peso de vaina verde en arveja china, para luego darlas a conocer al nivel de mediano y pequeño agricultor.

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito, evaluar en arveja china, dos densidades de siembra con cuatro métodos de fertilización en la variedad comercial Mammoth Melting Sugar Pea, para poder encontrar con las condiciones ecológicas y edáficas de la región estudiada, el método que ofrezca los mejores resultados.

OBJETIVOS:

1. Evaluar aquellas prácticas culturales que mejoren la producción y el rendimiento en peso de vaina verde en arveja china.
2. Evaluar dos densidades de siembra y seleccionar aquella que ofrezca los mejores rendimientos en peso de vaina comercial.
3. Dar a conocer a los agricultores de la región, los resultados obtenidos en el presente trabajo.

II. REVISIO DE LITERATURA

En Guatemala se han evaluado, a nivel comercial, distintas variedades de arveja china, de las cuales la que ha reportado los mejores resultados tanto en adaptación como en producción es la variedad Mammoth Melting Sugar Pea. (15)

Datos obtenidos de la región hortícola del municipio de San José Pinula, reportan que la distancia de siembra que aparentemente produce un mejor rendimiento en vaina, es la de sembrar surcos con una distancia de 100 centímetros entre ellos y plantar cada semilla a una distancia de 1.5 centímetros.(16) Esta distancia de siembra presentaba inconvenientes al momento de realizar operaciones de fumigación o prevensión, entre la plantación.(15)

Warren, D. (19), en cambio, recomendaba una distancia entre surcos de 150 centímetros y entre plantas de 1.5 centímetros, aludiendo un mejor desarrollo vegetativo de la planta. Igualmente, en relación a densidad de siembra, reportó que por cada libra de semilla sembrada, se obtenía 100 libras de vaina comercial. Atendiendo a esta cifra, Warren recomienda sembrar 50 libras por manzana.

Suchité, W. (18), en Guatemala reporta, que en el altiplano occidental, la mejor distancia de siembra es de 60 centímetros entre surcos y 2.5 centímetros entre plantas, para las variedades comerciales ALASKA 14A y EARLY PERFECTION No.3019. En cambio la variedad Mammoth Melting Sugar Pea no estaba estudiada completamente.

En relación a sistemas y cantidades de fertilización suplementaria, experiencias concretas no se habían reportado antes de 1976 en Guatemala.

Warren, D. (19), sugiere que un fertilizante de la fórmula 15-15-15, en una cantidad de 300 libras/manzana, al momento de la siembra, con 100 libras de urea al 46o/o por manzana durante la floración, reportaría beneficios en el rendimiento.

Dow, A.I. (5), reporta en Estados Unidos, que la producción de arveja tiende a decrecer en medida que se incrementa la aplicación de fertilizante nitrogenado. Mondoñedo, reafirma éstos conceptos y agrega que otras leguminosas como el frijol, *Phaseolus vulgaris*, L. si han respondido a la adición de nitrógeno con fósforo.

Hester, et al, (9), reportan en Holanda, que la arveja responde positivamente a adiciones de fertilizantes en la proporción 1:1:1, para nitrógeno fósforo y potasio.

En cambio en Costa Rica, Hernández (8), obtuvo los mejores rendimientos, con aplicaciones de 230 libras de nitrógeno y 350 libras de fósforo por manzana al momento de la siembra.

Stewart y Reed (14), en Estados Unidos, estudiaron el efecto de la fertilización de arveja, en el rendimiento y su composición mineral. Encontraron que adiciones de 54 libras de nitrógeno y 360 libras de fósforo por manzana, ofrecían los mejores rendimientos, aumentando no sólo la producción de vaina comercial, sino también el contenido de calcio y magnesio en la misma.

En España, García Romero (6), encontró que la arveja es exigente en fósforo y potasio, no sucediendo lo mismo con adiciones de nitrógeno, el que produce un desarrollo acelerado y contrarresta la formación de frutos.

Almengor, (1), en Guatemala, estudió la adición de 3 niveles de fertilizante de la fórmula 16-20-0 en arveja, comparándolos contra un testigo, bajo las condiciones del Quiché. En todos los resultados obtenidos, el rendimiento en peso de vaina fue inferior al agregar el fertilizante. Solamente el número de vainas y número de granos por vaina fue superior al testigo, cuando se adicionó 600 libras por manzana del fertilizante evaluado.

Asif y Greig (2), en Estados Unidos, estudiaron la interacción del nitrógeno fósforo y potasio agregándolos en forma de fertilizante ; en la producción y contenido del frijol común. Obtuvieron incrementos en la producción de vainas al aumentar el nitrógeno. La aplicación de fósforo y potasio redujo ésta producción, pero aumentó el contenido de hierro en la planta, lo que antagonizó con la absorción del manganeso y zinc. Así mismo observaron que la hoja acumulaba la mayoría del potasio, calcio y hierro. La vaina acumulaba el nitrógeno y los tallos la mayoría del cobre.

Distintos investigadores, (4,11;15), en Estados Unidos, encontraron que la forma de suplir el nitrógeno influye grandemente en la absorción de nutrientes por la planta. Una forma de suprimir la absorción de cationes e incrementar la absorción de aniones (especialmente los fosfatos), es adicionando nitrógeno en la fórmula de ión amonio (NH_4^+). Cuando la adición de nitrógeno se hace en forma de ión nitrato (NO_3^-), produce lo contrario, perdiéndose los fosfatos por fijación.

III. MATERIALES Y METODOS

III.1 Descripción de la localidad

El experimento se llevó a cabo en la finca "La Luz", situada en el municipio de San José Pinula, departamento de Guatemala; con 1800 metros sobre el nivel del mar, y una precipitación pluvial anual de 1250 milímetros, distribuidos en un promedio de 120 días de lluvia. La temperatura máxima es de 28 grados centígrados y mínima de 4 grados, con un promedio de 17 grados aproximadamente.

El clima es templado, con invierno benigno (10), la zona ecológica, según Holdrige, corresponde a Bosque Húmedo Tropical de Montaña. Simmons, et al. (13), dicen, que el área del experimento corresponde a la serie de suelos Pinula, profundos, bien drenados y desarrollados sobre toba volcánica. La topografía del terreno es inclinada, con vientos predominantes del Norte.

III.2 Descripción agronómica de la arveja china

La arveja china usada en el experimento pertenece a la variedad Mammoth Melting Sugar Pea; su nombre científico es *Pisum sativum* L. y pertenece a la familia Fabaceae del Orden Leguminales, clase Angiospermas, sub-clase Dicotiledóneas, Reino Vegetal.

La arveja china es una planta semi-anual, con un ciclo vegetativo de 120 días. Su consistencia es carnosas y de color verde claro. Su hábito de crecimiento es trepador alcanzando una altura media de 1.75 m. Sus hojas son acorazonadas y chatas de la punta, con una longitud de 6 centímetros y un ancho de 3.5 centímetros. La flor es papilionácea con corola de color blanco. Las vainas son verdes y se cosechan, cuando alcanzan 2.5 centímetros de ancho y 10 centímetros de largo promedio, cuando el grano aún no ha llenado. (14)

III.3 Descripción del Experimento

El experimento fue conducido para evaluar la producción en vaina comercial de arveja china creciendo bajo dos distancias de siembra (1.50 m. y 1.35 m. entre surcos, con 2.5 centímetros entre plantas) y cuatro sistemas de fertilización suplementaria (incluyendo un tratamiento sin tratar-Testigo). El diseño experimental fue de Parcelas divididas en Bloques al Azar, con 3 repeticiones. El área de cada parcela fue de 27 metros cuadrados (6 surcos de 3.00 m. de largo, para la distancia de 1.50 m.; y, 6 surcos de 3,35 m. de largo, para la distancia de 1.35 m.), con una distancia entre calles de 1.50 metros (ver detalle en la Figura 1).



Figura 1. Fotografía del área experimental con arveja china de 30 días de edad.

III.4 Manejo del Experimento

La arveja se sembró en suelos debidamente tratados y preparados con Agallol y Aldrín al 24o/o en dosis de 1 Medida Bayer por bomba de 4 galones, respectivamente, para combatir plagas y enfermedades. El terreno se preparó en camellones de ancho variable, dependiendo de los tratamientos a evaluar, procediéndose a la siembra el 27 de septiembre de 1976. Inmediatamente después de la siembra, en aquellos tratamientos en que se evaluaría el fertilizante granulado, éste se aplicó en banda lateral a la postura de siembra, enterrándose posteriormente para evitar pérdidas por distintas causas.



Figura 2. Fotografía de una planta de arveja china en completo desarrollo.



Figura 3. Fotografía del detalle de los camellones y sus respectivos tutores.

En el follaje hubo ataque de *Trips Thrips Sp*, y de mariposa de la Col *Pieris rapae*., los cuales fueron combatidos con *Sevín* y *Lannate*. Las principales enfermedades presentadas fueron el Mildiú Polvoriento *Oidium Sp.* y *Ascochita* *Ascochyta pisi*, *A. Pinodella* y *Mycosphaerella pinodes*; su ataque fue controlado, con fumigaciones regulares cada 5 días de *Dithane M-45*, *Benlate*, *Afugán*, *Kolospray* y *Sulfato de Cobre*. La aplicación de fertilizante durante la época prefloración, se hizo en aquellos tratamientos que lo requerían, adicionando *Nitrato de potasio* al suelo en banda, y/o *Culbac*, asperjado directamente sobre el follaje.

La cosecha se inició la primera semana de diciembre de 1976 y, después de ocho cortes se finalizó el 21 de Enero de 1977.

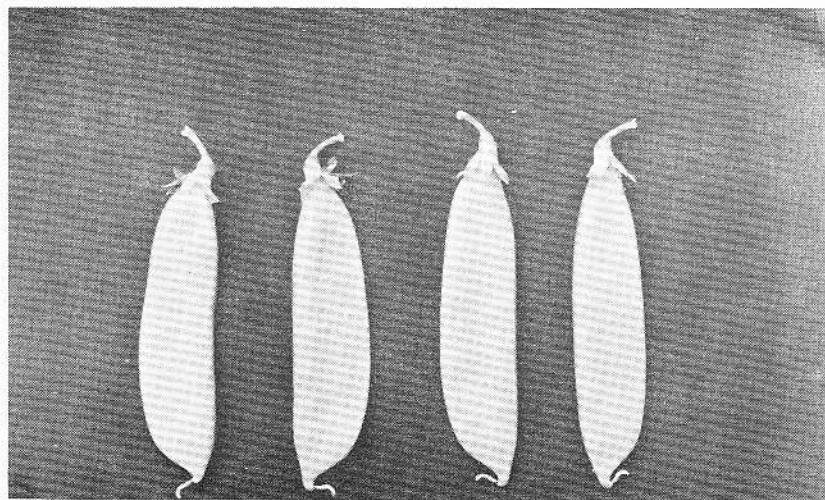


Figura 4. Fotografía de vainas de arveja en su punto para cosecha.

La descripción de los distintos tratamientos evaluados, se encuentra resumida en el Cuadro 1, que a continuación se muestra:

Cuadro 1. Tratamientos experimentales evaluados.

Tratamiento	Distancia entre surcos en metros	Fertilizante	Sistema de aplicación	Cantidad
1	1.50	Testigo		
2	1.50	17-17-17 + KNO_3	En Banda (s) En Banda (f)	3 qq/Mz. 1 qq/Mz.
3	1.50	17-17-17 + Culbac	En Banda (s) Foliar (f)	3 qq/Mz. 1.5 lt/Mz.
4	1.50	Culbac	Foliar (f)	1.5 lt/Mz.
5	1.35	Testigo		
6	1.35	17-17-17 + KNO_3	En Banda (s) En Banda (f)	3 qq/Mz. 1 qq/Mz.
7	1.35	17-17-17 + Culbac	En Banda (s) Foliar (f)	3 qq/Mz. 1.5 lt/Mz.
8	1.35	Culbac	Foliar (f)	1.5 lt/Mz.

(s): Al momento de la siembra.

(f): Aproximadamente a los 45 días de sembrada, antes de floración.

El Culbac es un nutriente foliar formado por un complejo de microorganismos, algas marinas, suero cultivado, ácido láctico y hormonas vegetales, haciéndolo un auxiliar nutritivo para las plantas.(3). Esta situación, hizo que se introdujera un tratamiento dentro del experimento, para evaluar el efecto demostrado por el compuesto en otros cultivos y comparar su beneficio en arveja china.

Las hipótesis estadísticas a someter a prueba fueron las siguientes:

- H_{O1} : La densidad de siembra no afecta el rendimiento en peso de vaina comercial.
- H_{O2} : La nutrición suplementaria no afecta el rendimiento en peso de vaina comercial.

Con el objeto de establecer las condiciones químicas del suelo en el área experimental, se hizo un muestreo de suelos para su análisis, reportándose los niveles detallados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Nivel de pH y contenido mineral del suelo experimental. Según Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA.

Muestra	pH	P (*)	K (*)	Ca (**)	Mg (**)
1.	6.3	7.25	240	6.60	3.40
2	6.0	7.00	205	6.40	2.70
3	6.5	6.50	220	6.40	2.80
4	6.2	7.00	200	7.40	3.20
Promedio	6.3	6.94	216	6.70	3.03

(*): Microgramos por mililitro.

(**): Miliequivalentes por 100 mililitros de suelo.

IV. RESULTADOS

Cada uno de los distintos cortes realizados en el experimento fueron debidamente pesados y el resultado total de cada tratamiento fue resumido en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Rendimiento de vaina comercial (Kg/parcela experimental) obtenido en ocho cortes, bajo ocho tratamientos.

Tratamiento	R e p e t i c i ó n			Total	Media
	I	II	III		
1	19.05	17.24	18.60	54.89	18.30
2	23.59	27.22	24.04	74.85	24.95
3	18.14	14.97	21.77	54.88	18.29
4	21.77	15.88	21.32	58.97	19.66
5	19.96	23.13	19.96	63.05	21.02
6	32.20	28.12	23.59	83.91	27.97
7	24.04	25.85	15.42	65.31	21.77
8	18.60	29.04	17.24	64.88	21.63
Total	177.35	181.45	161.94	520.74	173.59
Media	22.16	22.68	20.24	65.09	21.70

Como podemos ver el Cuadro número 3, nos informa que aparentemente los rendimientos más altos se obtuvieron en los tratamientos 2 y 6 con distancias entre surcos de 1.50 m. y 1.35 m. respectivamente. A ambos tratamientos se les aplicó fertilizante de la fórmula 17-17-17 + KNO_3 . Por otro lado, al haber tratado la parcela No.3 con fertilizante de la fórmula 17-17-17 + Culbac, el rendimiento también aparentemente, fue inferior al producido por la parcela No.4 tratada únicamente con Culbac. Y fue inferior también al tratamiento No.1 (Testigo).

También podemos concluir del Cuadro anterior, que la distancia de siembra entre surcos si influye marcadamente en el rendimiento de vaina comercial, comparando los tratamientos No.2 contra el No.6.

El análisis estadístico de los datos del Cuadro No.3, de un diseño experimental de parcelas dividias en bloques al azar con tres repeticiones, se encuentra resumido en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de Varianza del Rendimiento de vaina comercial (Kg/parcela) de arveja china creciendo con ocho tratamientos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado medio (Varianza)	Significancia
Parcelas principales	5		
Repeticiones	2	23.23	
Distancia entre surco	1	46.92	
Error "a"	2	50.99	
Sistemas de Fertilización	3	61.47	(*)
Fertilizante x Distancia	3	0.60	
Error "b"	12	16.44	
Total	23	20.72	

MDS₀₅: 7.21 Kg/parcela

(*): Diferencia estadística con significancia al nivel del 5o/o.

El Cuadro anterior describe el análisis de varianza de la diferencia en pesos obtenidos atendiendo los distintos tratamientos evaluados. Se puede observar, que únicamente la fuente de variación debida al efecto de los sistemas de fertilización muestra diferencia significativa al nivel del 50/o, lo que hace ver, que existe algún tratamiento que está ocasionando variación en los resultados, por lo que se hizo una prueba de comparación de medias, utilizando el método de Mínima Diferencia Significativa ($MDS_{.05}$), al nivel del 50/o de probabilidad, debido a que se están comparando los resultados contra un testigo.

El Cuadro 5 muestra los distintos tratamientos ordenados descendientemente, atendiendo a su rendimiento en kilogramos por parcela.

Cuadro 5. Comparación de medias de Rendimiento en peso de vaina comercial, con el tratamiento testigo y los distintos sistemas de fertilización usados en el experimento, combinados con las dos distancias de siembra.

Tratamiento	Peso medio (Kg/parcela)	Diferencia del Testigo
Distancia 1.35 m. con 17-17-17 + KNO_3	27.97	6.95 (n.s.)
Distancia 1.50 m. con 17-17-17 + KNO_3	24.95	6.66 (n.s.)
Distancia 1.35 m. con 17-17-17 + Culbac	21.77	0.75 (n.s.)
Distancia 1.35 m. con Culbac	21.63	0.61 (n.s.)
Testigo para la distancia entre surco de 1.35 m.	21.02	
Distancia 1.50 m. con Culbac	19.65	1.36 (n.s.)
Testigo para la distancia entre surco de 1.50 m.	18.29	
Distancia 1.50 m. con 17-17-17 + Culbac	18.29	0.00 (n.s.)

En el Cuadro número 5, podemos observar, que ningún tratamiento al compararlo contra su respectivo testigo, muestra diferencia significativa estadística, más sin embargo, si promediamos los testigos, ésta significancia se hace presente en los tratamientos donde se usó fertilizante de la fórmula 17-17-17 y Nitrato de Potasio (KNO_3), para ambas distancias de siembra. (Ver Cuadro 5).

Debido a esta situación presentada en la comparación de medias por el método utilizado, se compararon los Coeficientes de Variación de los distintos tratamientos, cuyos resultados se encuentran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Comparación de Coeficientes de Variación de los ocho tratamientos evaluados en el experimento.

Tratamiento	Coeficiente de Variación o/o	Rendimiento Medio Kg/parcela.
Testigo para la distancia entre surco de 1.50 m	5.15	18.29
Distancia de 1.50 m. con 17-17-17 + KNO_3	7.93	24.95
Distancia de 1.50 m. con 17-17-17 + Culbac	18.60	18.29
Distancia de 1.50 m. con Culbac	16.68	19.65
Testigo para la distancia entre surco de 1.35 m.	8.71	21.02
Distancia de 1.35 m. con 17-17-17 + KNO_3	15.40	27.97
Distancia de 1.35 m. con 17-17-17 + Culbac	25.60	21.77
Distancia de 1.35 m. con Culbac	29.85	21.63

En el Cuadro anterior se comparan las medias de los rendimientos obtenidos en los distintos tratamientos evaluados, usando como comparador el Coeficiente de Variación, expresado

en por ciento, de cada tratamiento. El mayor resultado, lo presentan los tratamientos en que se usó Culbac a un distanciamiento entre surcos de 1.35 metros; con un Coeficiente de Variación de 29.85o/o; le sigue el tratamiento en que se usó la misma distancia de siembra de 1.35 metros entre surcos y la adición de la fórmula de fertilización 17-17-17 + Culbac, con un C.V. de 25.60o/o; el tratamiento que evaluó la distancia de 1.50 metros entre surcos y la adición de fertilizante 17-17-17 + Culbac, ocupó el tercer lugar, con un C.V. de 18.60o/o. Los tratamientos que observan el menor Coeficiente de Variación son los dos testigos con 5.15o/o para la distancia de 1.50 metros y 8.71o/o para la distancia entre surco de 1.35 metros; así como el tratamiento con la distancia de 1.50 metros y el tratamiento con la adición de fertilizante de la fórmula 17-17-17 — Nitrato de Potasio, con un Coeficiente de Variación de 7.93o/o.

En la Figura 6, se presenta una gráfica, que resume los rendimientos medios en kilogramos por parcela, de vaina comercial de arveja china, obtenidos en los distintos tratamientos estudiados, en la que se observa que el tratamiento en que se usó la distancia entre surco de 1.35 m. y se adicionó fertilizante de la fórmula 17-17-17 + Nitrato de Potasio, reportó los mayores rendimientos promedios (27.97 Kg.). por parcela experimental; le sigue en orden descendente, el tratamiento que usó el mismo sistema de fertilización, pero a la distancia de 1.50 metros (24.95 Kg); y el tercer lugar lo obtuvo el tratamiento en que se usó únicamente Culbac, en la distancia de 1.35 metros (21.77 Kg.), por parcela.

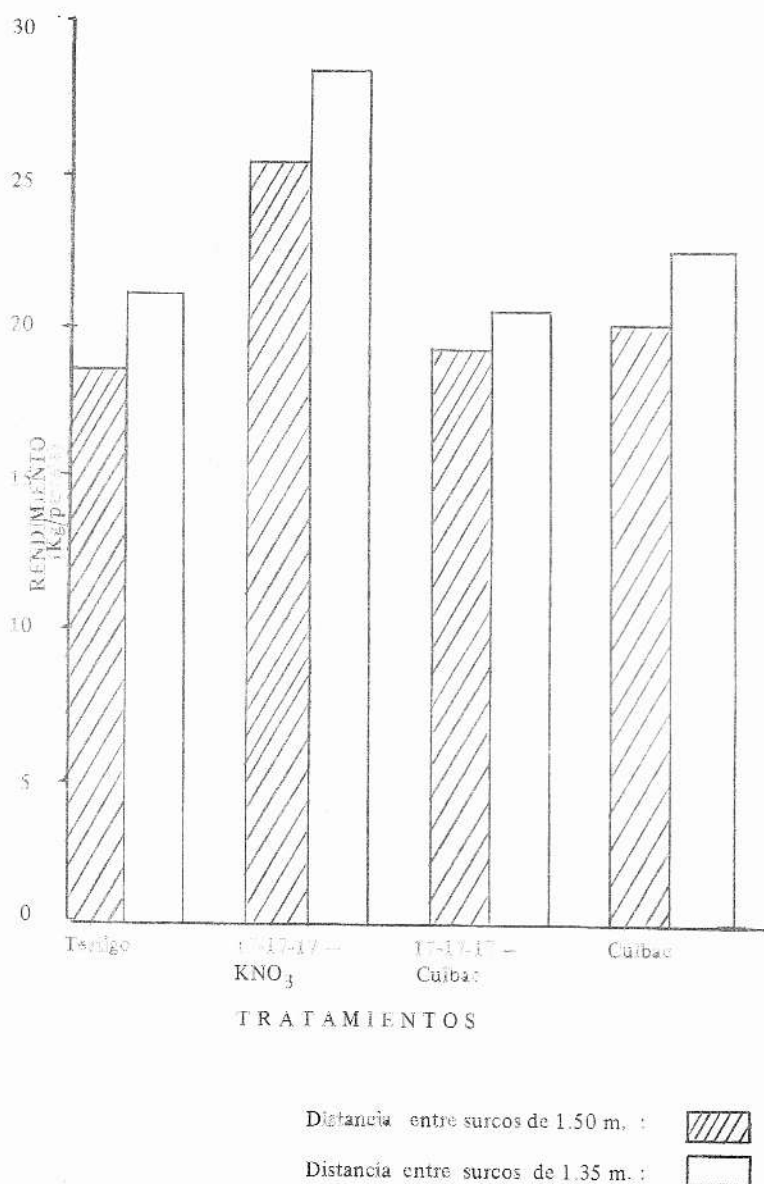


Figura 6. Gráfica del rendimiento promedio (Kg/parcela), obtenido en los distintos tratamientos evaluados.

V. DISCUSION

El cuadro 2, muestra el estado nutricional del suelo en relación a los elementos disponibles, observándose que todas las muestras del suelo tenían al momento de la siembra, un pH adecuado en cuanto a la disponibilidad de elementos, favoreciendo a la nutrición de la arveja.

El fósforo de acuerdo a los niveles críticos señalados por el ICTA (20) se encuentra en su punto crítico.

El elemento potasio se encuentra en cantidades suficientes y adecuadas.

El elemento calcio se encuentra ligeramente bajo y bien correlacionado con el pH, lo que sugiere que el suelo puede aceptar enmiendas de cal, con el fin de llenar el nivel de dicho elemento, mayormente tratándose de una leguminosa (arveja china).

El elemento magnesio se encuentra en cantidades adecuadas. La relación de las bases (calcio-magnesio), es aproximadamente 2:1, sin embargo la relación 4:1 ó 6:1, pudiera ser la más indicada para este cultivo.

En el cuadro 7 se muestran los análisis de suelo después de la cosecha.

Cuadro 7. Nivel de pH y contenido mineral del suelo experimental después de la cosecha.

Muestra	pH	P (*)	K(*)	Ca(**)	Mg (**)
1	6.0	5.25	550	7.40	2.60
2	6.0	4.50	350	7.00	2.00
3	5.9	6.25	440	6.80	2.20
4	5.9	3.75	400	6.40	2.20
Promedio	5.9	4.75	435	6.90	2.25

(*): Microgramos por mililitro.

(**): Miliequivalentes por 100 mililitros de suelo.

De sus niveles se deduce lo siguiente:

El pH se mantuvo similar, pero se nota una tendencia a bajar, lo que seguramente se puede deber a la baja aparente del contenido de Magnesio en el suelo.

Con respecto al fósforo, definitivamente se observa una baja en su contenido, es indiscutible que dicha pérdida de fósforo se deba no solamente a las exigencias del cultivo sino a una posible fijación. Esto se vé corroborado con el hecho observado en la forma que se adicionó el nitrógeno en el experimento (en forma de ión NO_3), lo que es posible que favoreciera a la pérdida de fosfatos por fijación. Seguramente, la arveja tiene un consumo elevado de este elemento. Los resultados obtenidos lo confirman, al observar que la planta se comporta mejor con adiciones de fórmulas 1:1:1, corroborándose lo sostenido por Hester y colaboradores (9), y demás investigadores (8,6,14), que han encontrado que la arveja china es exigente en fósforo.

Con respecto al elemento potasio se nota una tendencia a subir, lo cual se debe a que por un lado los niveles de potasio en el suelo son altos; y por el otro lado, las aplicaciones de potasio fueron suficientes para suplir los requerimientos de la planta y para dejar potasio residual en el suelo. Debido a la movilidad del potasio en el suelo, y considerando la topografía y textura que tenía el área experimental, seguramente favoreció a que el potasio aplicado en algunos tratamientos, se lixiviera hacia áreas aledañas sin aplicación.

VI. CONCLUSIONES

1. Al observar el Cuadro 4, se encuentra que, para las dos distancias evaluadas en el experimento, no hubo diferencia estadística que resultara significativa, por consiguiente se acepta la hipótesis nula propuesta en la página 14:

H_{01} : La densidad de siembra no afecta el rendimiento de peso en vaina comercial de arveja china.

2. En el mismo Cuadro, se observa, que la interacción de distancia entre surco y el sistema de fertilización evaluado, no mostró significancia estadística alguna, por consiguiente no es un efecto que merezca evaluación.

3. El Análisis de Varianza realizado, solamente mostró diferencia estadística significativa para los distintos sistemas de fertilización estudiados. Por consiguiente, la hipótesis nula propuesta en la página 14 se rechaza, concluyéndose, que la nutrición suplementaria afecta estadísticamente el rendimiento en peso de vaina comercial de arveja china.

4. Los tratamientos más heterogéneos, en cuanto a su comportamiento en el rendimiento promedio, fueron los que evaluaron el Culbac y la mezcla de 17-17-17 + Culbac.

5. El mejor rendimiento en vaina comercial lo reportaron los tratamientos en los que se evaluó la fertilización con 17-17-17 + Nitrato de Potasio (KNO_3), en las dos distancias estudiadas.

6. Aunque estadísticamente cuando la arveja se siembra ya sea a 1.35 m. o a 1.50 metros entre surcos, con fertilización de 17-17-17 + Nitrato de potasio no hay diferencia; desde el punto de vista práctico, es mejor utilizar la distancia de 1.35 metros entre surcos ya que representa un incremento en la producción de 2,000 libras/manzana entre una distancia y otra y una ganancia de Q.500.00/manzana. (Ver cuadro 8).

Cuadro 8. Costos, Rendimientos y Ganancias aproximadas por manzana para las dos distancias de siembra evaluadas.

Costos por manzana (Q.)		Rendimiento Lbs/mz.		Ganancias (Q.)	
1.35 m.	1.50 m.	1.35 m.	1.50 m.	1.35 m.	1.50 m.
2,500.00	2,500.00	18,000	16,000	4,500.00	4,000.00

Precio de Venta al mercado local: Q. 0.25/lb.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para las condiciones ecológicas y edáficas bajo estudio, es recomendable que la variedad de arveja china Mammoth Melting Sugar Pea, produzca los mejores resultados en rendimiento, al estar sembrada a una distancia de 1.35 m. entre surcos: con 2.5 centímetros entre plantas, y con un sistema de fertilización suplementaria, adicionando una fórmula completa de fertilizante 17-17-17 en la dosis de 3 qq/Manzana al momento de la siembra, con 1 qq/Manzana de Nitrato de Potasio antes de que la planta inicie su período de floración.
2. Debido a que las condiciones químicas del suelo se verán afectadas por aplicaciones sucesivas de la formulación recomendada, es necesario continuar evaluaciones de futuros resultados, comparando los rendimientos en futuras cosechas y los cambios cuantitativos de los niveles nutritivos del suelo, con análisis químicos de laboratorio.
3. Es interesante estudiar el efecto de aplicaciones suplementarias de nitrógeno en forma de ión amonio (NH_4^+), comparativamente con nitrógeno en forma de ión nitrato (NO_3^-), observando los cambios que manifieste la planta en su asimilación, nodulación, y rendimiento en vaina comercial, principalmente.
4. Para poder hacer análisis e interpretaciones fisiológicas del comportamiento de la arveja china, u otras leguminosas, es necesario contar con análisis cuantitativos, por lo menos, del comportamiento del nitrógeno antes de aplicar cualquier nutriente al suelo; durante su aplicación y al momento de la cosecha. Actualmente ya no se tiene como práctica rutinaria en los laboratorios de análisis de suelo, la determinación de nitrógeno, lo que es útil para estudios de investigación.
5. Igualmente, por razones propias de este tipo de trabajo de investigación, y no cometer errores de inferencia, es

conveniente analizar cuantitativamente los fertilizantes por usar, con los mismos métodos analíticos de los suelos, para tener mayor precisión en la interpretación de los resultados.

6. Para la serie de suelos donde se efectuó el experimento, se recomienda hacer aplicaciones de cal, con el fin de elevar el nivel de Calcio, que se encuentra ligeramente bajo en sus niveles de suministro para la planta.

7. Se recomienda también, que para futuras fertilizaciones, se añada al suelo fertilizantes de la fórmula 16-20-0 o similares, debido a los niveles residuales altos, que quedaron en el suelo de Potasio. (Ver Cuadro 7).

BIBLIOGRAFIA

1. ALMENGOR VALENZUELA L.F. Ensayo de Fertilización de Arveja *Pisum sativum* L. Bajo condiciones de Patzite (Quiché). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. 18 p. (Tesis Ing. Agr.)
2. ASIF Y GEEIG J.K. 1969. Effects of seasonal interactions of nitrogen phosphorus and potassium fertilizers on yield and nutrient content of snap beans. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 94 (5): 527-529 pp.
3. ARRIAGA GAMBOA, G.F. Efecto de lactobase (Culbac) en una plantación de café infestada con Broca (*Hypothenemus hampei*). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 44 p. (Tesis Ing. Agr.).
4. BARKER A.V., VOLK R.J. 1969. Growth and nitrogen distribution patterns in Bean Plants (*Phaseolus vulgaris*), subjected to ammonium nutrition. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 96 (3): 745-750 pp.
5. DOW A.I. 1956. Test with Peas. *Horticultural Abstract*: 44-47 pp.
6. GARCIA ROMERO H. *Horticultura*. Barcelona. Editorial Salvat, 1952.
7. ———, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas; Instituto Geográfico Nacional. *Atlas Nacional de Guatemala*. 1972. 2.9 pp.
8. HERNANDEZ F. Ensayo de NPK a 3 niveles de aplicación en Arveja (*Pisum sativum* L.). Costa Rica, Ministerio de Agricultura, Estación experimental Agrícola Favio Bauditrim, 1956. 29 p.

9. HESTER J.B. y SMITH G.E. 1951. Fertilizer Experiment with processing Peas. Horticultural Abstract: 129-134 pp.
10. —————, Ministerio de Agricultura, Observatorio Metereológico Nacional. Mapa climatológico de la República de Guatemala, según el sistema del Dr. L.H. Holdridge. 1964. 104-106 pp.
11. KIRKBY E.A. AND MENGEL K. 1968. Ionic balance in different tissues of the Tomate plant in relation to Nitrate, urea or ammonium nutrition. Journal of the American Society for Horticultural Science. 95 (1): 542-544 pp.
12. SHEAR C.B. AND FAUST M. 1969. Nutritional factors influencing the mineral content of apple leaves. Journal of the American Society for Horticultural Science. 94 (3): 234-240 pp.
13. SIMMONS CHARLES, TARANO T. JOSE MANUEL Y PINTO, JOSE HUMBERTO. Clasificación de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Educación Pública, Ed. "José de Pineda Ibarra" y Ministerio de Agricultura IAN-SCIDA, 1959. 1000 p.
14. STEWART Y REED. 1969. El efecto de la fertilización en la producción crecimiento y composición mineral de la Arveja. Journal of the American Society for Horticultural Science. 94 (4): 310-314 pp.
15. BELTRANENA ORIVE R. Experiencias personales con siembras comerciales anteriores. 1975-1976-1977.
16. CONTRERAS L. Consulta personal. San José Pinula. 1975.
17. M & S IMEXPORT AGRO INDUSTRIA, CIA. LTDA. Entrevista personal. Guatemala Ciudad. 1975-1977.

18. SUCHITE W.A. Entrevista personal. Alimentos Kern's de Guatemala, S.A. 1975.
19. WARREN D. Consulta personal. ROCAP. Guatemala 1975.
20. ——— Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

IMPRIMASE:

A large, stylized handwritten signature in dark ink, appearing to read 'R. Estrada'.

Ing. Agr. Rodolfo Estrada González
DECANO EN FUNCIONES

