

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“EVALUACION DEL NUMERO DE POSTURAS POR HILERAS
EN ALMACIGOS DE CAFE SEMBRADOS EN BOLSA Y
DETERMINACION DEL TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA
EXPERIMENTAL, BAJO CONDICIONES DE LA FINCA
SAN JOSE EL VALENTON, VILLA CANALES”**

T E S I S

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

P O R:

JENNER OWALDO ESCOBAR ALFARO

En el acto de su investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1983

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER M.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Vocal Primero:	Ing. Agr. Oscar René Leiva S.
Vocal Segundo:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Rolando Lara A.
Vocal Cuarto:	Prof. Heber Arana
Vocal Quinto:	Prof. Francisco Muñoz N.
Secretario:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Examinador:	Ing. Agr. Carlos Molina Urizar
Examinador:	Ing. Agr. Rolando Lara A.
Examinador:	Ing. Agr. Manuel Martínez Ovalle
Secretario:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez

Ref.:

No.:

Guatemala, 21 de octubre de 1,983

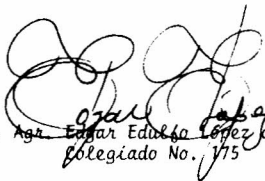
Ingeniero Agrónomo
César Castañeda
Decano de la Facultad de
Agronomía
Universidad de San Carlos
C I U D A D

Señor Decano:

Atentamente comunico a usted, que en cumplimiento a la designación - que me hiciera la Decanatura he procedido a asesorar el trabajo de tesis del Perito Agrónomo JENNER OWALDO ESCOBAR ALFARO, titulado: "EVALUACION DEL NUMERO DE POSTURAS POR HILERAS EN ALMÁCIGOS DE CAFE SEMBRADOS EN BOLSA Y DETERMINACION DEL TAMANO OPTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL, BAJO CONDICIONES DE LA FINCA SAN JOSE EL VALENTON, VILLA CANALES".

Considerando que el presente trabajo es satisfactorio por su contenido científico, que además constituye un valioso aporte a la investigación básica para la investigación de la caficultura, recomiendo su aprobación para ser publicado.

Atentamente,


Ing. Agr. Edgar Edulfo López de León
Colegiado No. 775

EELDEL/¿dema

Luis Manfredo Reyes Chávez

Ingeniero Agrónomo

Colegiado No. 585

Estadística - Programación de Computadoras

Sector C-1, Casa D-2 Valle Dorado

Ciudad San Cristóbal

Guatemala, 21 de octubre de 1983.

Exmo. Señor Decano
Ingeniero César Castañeda
Facultad de Agronomía


Su Excelencia:

En virtud de la presente, me permito manifestar a su persona, que he asesorado la Investigación de Tesis del Universitario JENNER O. ESCOBAR ALFARO, denominada:

"EVALUACION DEL NUMERO DE POSTURAS POR HILERAS EN AL MACIGOS DE CAFE SEMBRADOS EN BOLSA Y DETERMINACION DEL TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL, BAJO CON DICCIONES DE LA FINCA SAN JOSE EL VALENTON, VILLA CANALES".

Este trabajo ha sido concluido, y en opinión del suscrito, llena los requisitos mínimos de su aprobación, por lo cual me permito recomendar la misma.

Atentamente,


LUIS MANFREDO REYES
INGENIERO AGRÓNOMO
Colegiado No. 585
Ing. Agr. Luis Manfredo Reyes
Colegiado 585

LMR/amdef.

Guatemala,
Octubre de 1983.

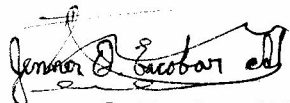
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR.

En cumplimiento con las normas establecidas en la LEY ORGANICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, someto a su consideración el trabajo de tesis titulado:

“EVALUACION DEL NUMERO DE POSTURAS POR HILERAS EN ALMACIGOS DE CAFE SEMBRADOS EN BOLSA Y DETERMINACION DEL TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL, BAJO CONDICIONES DE LA FINCA SAN JOSE EL VALENTON, VILLA CANALES”.

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



P. A. Jenner O. Escobar Alfaro

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS Fuente infalible de Sabiduría y bendición.
- A mis padres: Celina Alfaro de Escobar y Rigoberto Escobar Mazariegos
Respeto y honra a su existencia.
- A mis hermanos: Jenny, Ruth y Hanry.
- A mis abuelos: Antonia L. de Alfaro
Benjamín Escobar.
- A mi familia en general.
- Al Ingeniero Agrónomo: Edgar E. López de León.
- A la Srita: María de los Angeles Estrada.
- A la promoción: 1976-1978 del Instituto Técnico de Agricultura, Bárcena, Villa Nueva.
- A mis compañeros y amigos.

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A MI TIERRA NATAL SAN MARCOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

A LA CAFICULTURA GUATEMALTECA

**A LAS PERSONAS E INSTITUCIONES DEDICADAS A LA
INVESTIGACION AGRICOLA.**

AGRADECIMIENTO

Deseo poner de manifiesto mi gratitud por la ayuda recibida, que hizo posible la realización de este trabajo.

Particularmente a:

Ing. Agr. Edgar López e Ing. Agr. Luis Reyes, por su asesoría, revisión y corrección de la presente tesis.

Sr. Zootecnista Fredy Zamora, con mi reconocimiento por su valiosa colaboración, al haberme cedido la libertad para conducir el trabajo de campo en la Finca San José El Valentón, así como la disponibilidad de mano de obra siempre que se hizo necesario.

Ingeniero Tedy Plocharski, por su aporte en mi carrera universitaria.

Ing. Agr. Mario Melgar, por su contribución en la resolución del análisis estadístico.

Personal de Laboratorio y Campo de la Asociación Nacional del Café.

Mi hermano Henry Noel.

Srita. Evelia Barrera.

CONTENIDO	PAG
RESUMEN	1 1
1. INTRODUCCION	3
2. JUSTIFICACIONES	5
3. HIPOTESIS	7
4. OBJETIVOS	9
4.a. Generales	9
4.b. Específicos	9
5. REVISION BIBLIOGRAFICA	11
5.1. Generalidades	11
5.2. Antecedentes	18
5.3. Clasificación botánica y taxonómica del Cafeto .	19
6. MATERIALES Y METODOS	25
A. Localización.	25
B. Diseño Experimental .	25
C. Unidad Experimental .	26
D. Tratamientos y Subtratamientos .	26
E. Material empleado .	27
F. Manejo del Experimento .	27
7. RESULTADOS Y DISCUSION	31
8. CONCLUSIONES	53

	PAG
9. RECOMENDACIONES	55
10. BIBLIOGRAFIA	57

APENDICE

Plano del Diseño Experimental.

Relación de peso entre el sistema aéreo y radicular de las plantas en base húmeda.

Relación de peso entre el sistema radicular y aéreo de las plantas en base seca.

RESUMEN

En todo trabajo de investigación el error experimental determina el grado de diferenciación entre los tratamientos que se estén evaluando, de donde se infiere la necesidad de minimizarlo. Para ello es preciso tomar como unidad experimental un tamaño y forma óptima de parcela que permita reducir dicha influencia en los resultados.

Lo anterior sirvió de premisa para lograr los objetivos del presente trabajo, los cuales se describen así: Evaluación de número de posturas, número de hileras, su interacción y determinación de parcela óptima para experimentación en almácigos de café, bajo condiciones de la finca San José El Valentón, situada en Villa Canales, Guatemala.

El diseño experimental utilizado es un arreglo de parcela dividida con 4 tratamientos y 3 subtratamientos, distribuidos en cuadro latino de 4 X 4.

Los datos de rendimiento que sirvieron de base para efectuar esta investigación se tomaron de cada una de las bolsas de almácigo, siendo éstas en total 1200; en cuanto a 4 variables: Área foliar, Altura de plantas, Diámetro del tallo y Número de Cruces; habiendo agrupado las medias de cada bolsa para facilidad en gabinete.

Para los análisis respectivos, se procedió antes que nada a determinar el tamaño óptimo de parcela para cada combinación de tratamiento y subtratamiento, en donde se relacionó tamaños de parcela y los respectivos coeficientes de variación, en función de las 4 variables ya mencionadas, utilizando el método de Máxima Curvatura.

Para el análisis de varianza se tomaron tantas medias por bolsa de almácigo, como así lo indicara el resultado de la determinación realizada por inspección en los puntos de máxima curvatura. Finalmente se llegó a la comparación de medias, tanto de tratamientos (número de filas) como de subtratamientos (número de posturas), por medio de la prueba de Tukey; a partir de lo anterior se definió la forma óptima de parcela, es decir, la mejor opción en cuanto al ancho de la misma, resultado que se unificó al encontrado por la técnica de máxima curvatura.

Al verificar tanto las hipótesis como los objetivos planteados, finalmente se obtuvieron conclusiones que originaron recomendaciones tanto para el caficultor como el técnico investigador. En la propagación de almácigos de café, se recomienda un arreglo de 2 hileras o filas de bolsas, el empleo de una sola postura por bolsa, puesto que con ello se obtiene un rendimiento productivo significativamente superior. Para los ensayos de campo se sugiere la siguiente forma y tamaño óptimo de parcela experimental. 2 bolsas (2 filas) de ancho y 6 bolsas de largo (por fila), equivalente a un tamaño de 12 bolsas de almácigo. Adicionalmente se menciona que por características propias de este estado del cultivo, se colocarán bolsas de almácigo como protección al efecto de borde solamente al inicio y final de las 2 filas o hileras.

1. INTRODUCCION

En Guatemala el cultivo del cafeto reviste una gran importancia, tanto en el sector económico como en el sector social; representando el 31.8% del valor total de la producción agrícola, lo que a su vez significa un tercio (1/3) del total de las exportaciones del país. En realidad, los resultados de esta noble tarea se reflejan en la generación de divisas, así como la existencia de fuentes de trabajo para un sector guatemalteco.

En términos generales, la caficultura constituye un constante reto si consideramos la participación en el proceso de una serie de factores, entre los cuales se pueden mencionar: encarecimiento de insumos, transporte y otros; inactualización de impuestos, malos precios en el mercado exterior y ahora el problema que implica la Roya del Cafeto, cuyo daño ha despertado un fuerte interés en la investigación. Atendiendo a lo anterior, surge la necesidad de encontrar mediante la investigación misma una modalidad tecnológica que permita un manejo mejor y por supuesto, más efectivo de los recursos. Es de lamentar que en este sentido otros países caficultores, inclusive del área centroamericana, tienen ventaja considerable y por lo cual se dan la libertad de pagar salarios más altos, puesto que su rendimiento supera al nuestro.

Se debe por consiguiente reflexionar por cuanto es necesario elevar el nivel tecnológico, ya que el proceso de la agricultura viene a resolver muchos problemas socioeconómicos. Es preciso tomar en consideración que las alternativas están en manos del hombre y que existe una fundamental: LA INVESTIGACION AGRICOLA.

El presente estudio se orientó a encontrar el tamaño óptimo de parcela experimental en almácigos de café, aplicando el método de máxima curvatura por adoptarse mejor a características del cultivo. Seguidamente se definió por Análisis de Varianza y pruebas de comparación la forma de la parcela óptima experimental, de acuerdo a otro de los objetivos se encontró el número de posturas e hileras, justamente representativos, del uso más efectivo del material de propagación en las fincas o áreas cafetaleras (soldaditos o mariposas), que a la vez nos produzca un almácigo de excelente calidad.

Para la aplicación de dichas técnicas de análisis se tomaron en cuenta los resultados de rendimiento en las siguientes variables: Área foliar, Altura de plantas, Diámetro del tallo y Número de cruces, de cada unidad básica del experimento con almácigos de café (Variedad Catuaí), localizado en la finca San José El Valentón, Villa Canales, Guatemala.

2. JUSTIFICACIONES

No existe un criterio uniforme en cuanto al arreglo del número de hileras en almácigos de café, puesto que independientemente una finca de otra adapta la distribución entre 1 y 4 hileras, algunas fincas aún más, pero prácticamente las labores culturales se limitan en la medida como se excede al número de 4 hileras.

Es necesario evaluar el número de posturas por bolsa, para definir y recomendar el que posea mayor rendimiento. En relación con el primer planteamiento, establecer si existe o no interacción entre ambos factores y con ello borrar posibles especulaciones.

No existen experiencias anteriores y la literatura cita muy poco, en relación al tamaño y forma óptima de parcela experimental en almácigos de café, con lo cual pueda eliminarse el empirismo en la investigación, al lograr el mínimo error experimental.

3. HIPOTESIS

1. A diferente arreglo en cuanto al número de hileras y número de posturas en almácigos de café, corresponden diferencias significativas en relación a su crecimiento y desarrollo vegetativo.
2. Existe un tamaño y forma óptima de parcela que puede usarse como unidad experimental en ensayos de campo en almácigos de café (Coffea arabica L.), que nos permite minimizar el error experimental.

4. OBJETIVOS

4.a. Generales

- Llevar a cabo un estudio básico que genere la mejor manera de propagación en almácigos de café, en sustitución de otras formas empíricas y no recomendables estadísticamente.
- Crear una base más confiable para futuros ensayos en almácigos de café, bajo condiciones de la finca San José El Valentón.

4.b. Específicos

- Evaluar el número de posturas, número de hileras y su interacción, con la aplicación de fertilizante diluido a una concentración del 7.1%, para encontrar el tratamiento con mayor rendimiento vegetativo (área foliar, altura de las plantas, diámetro del tallo y el número de cruces), bajo las condiciones de esa zona.
- Determinar el tamaño y forma óptima de parcela experimental en almácigos de café, sembrados a 1, 2 y 3 posturas, con un arreglo de 1, 2, 3 y 4 hileras.

5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1 Generalidades:

Los programas de experimentación agrícola persiguen objetivos fundamentales, que se relacionan íntimamente con el logro de información confiable cuya aplicabilidad práctica persiga superar la productividad de las empresas agrícolas actuales o potenciales. La confiabilidad de tal información, aumenta como consecuencia de originarla en experiencias de carácter local, pues es evidente el riesgo que se corre al usar incondicionalmente la de otros países por las condiciones ecológicas presentes en el medio, las cuales no solamente varían de un lugar a otro, sino aún dentro de áreas aparentemente uniformes. (13).

ALVAREZ V. M. (1), cita a AMEZQUITA Y MUÑOZ, quienes señalan: en la experimentación agrícola se hace indispensable usar eficientemente los recursos disponibles, especialmente por la limitación de las áreas de los centros experimentales, que día a día aumentan sus programas manteniendo el recurso "terreno" relativamente constante. El estudio del tamaño, forma, número apropiado de repeticiones y efecto de bordes en los diferentes cultivos, dirige al investigador hacia el uso eficiente de los recursos, en la medida en que le permite obtener resultados confiables. En un experimento pueden presentarse dos situaciones en las cuales se desperdician recursos: la primera, cuando se utiliza un tamaño o número de parcelas mayor que el necesario, y la segunda, cuando por utilizar un menor tamaño no es posible detectar diferencias significativas entre los tratamientos.

REYES, C. P., citado por HERNÁNDEZ (10), hace el planteamiento (Diseño) del experimento (s), el cual incluirá:

- Lugar de la experiencia.
- "Tamaño de la parcela o Unidad Experimental".
- Número de repeticiones por tratamiento.
- Distribución de los tratamientos.
- Instrumentos, equipos, semillas, etc.
- Métodos de evaluación de resultados experimentales.

Además expone que es característica de las unidades experimentales que muestren variación aún cuando se les apliquen iguales tratamientos.

Al aplicar tratamientos a dichas unidades, en los resultados se manifiestan variaciones debidas a los efectos de los tratamientos (Pertinentes) y variaciones debidas a causas extrañas que disfrazan los efectos de los tratamientos (No pertinentes), estas variaciones constituyen el Error Experimental el cual tiene dos fuentes:

- Variaciones de las Unidades Experimentales (en experimentos de campo, la heterogeneidad del suelo).
- Variaciones por falta de uniformidad en el manejo de las parcelas.

Para el caso de la heterogeneidad del suelo, con el empleo de un número definitivo de parcelas con determinada forma y tamaño se logra reducir su incidencia en los resultados, pero no puede eliminarse el error experimental, en este sentido obtenemos al final una mejor estimación de los efectos de los tratamientos, a la vez que para la reducción del mismo da las siguientes recomendaciones:

- Utilización de unidades básicas tan uniformes como sea posible.

- Uso de tamaño óptimo de la Unidad Experimental.
- Aplicación de los métodos estadísticos que permitan reparar las diversas causas de variación y obtener el mejor provecho, de los resultados.
- Eliminación de efectos de orilla y competencia mutua entre tratamientos (uso de parcela útil).
- Poner un número de repeticiones adecuado para cada tratamiento.
- Poner los tratamientos en igualdad de condiciones y distribuirlos por sorteos estratificados.

MENDEZ, citado por BARRIENTOS (5), expresa que en cualquier serie de observaciones cuantitativas originadas en una localidad geográfica específica, existe la posibilidad de que sus valores estén ligados a ella de alguna manera, tomando tendencias en los mismos. Tipo de tendencias observado y anotado en los rendimientos de ensayos de uniformidad (*) debidas a la fertilidad del suelo y a otros factores como la dispersión de plagas y enfermedades, vientos, prácticas de irrigación, efectos de maquinaria agrícola, variables climatológicas, etc. Es posible entonces representar a las variables aleatorias surgidas en una localidad específica por dos componentes:

- El primero directamente relacionado con ella, llamado función de tendencia y,
- un segundo no relacionado con ella.

(*) Ver definición propuesta por Franco.

Ideas postuladas entre otros por: Pichey (1926), Van Uven (1935), Stephens y Vinall (1928) y, Wellman et al (1948).

ARNON (3), se refiere a lo anterior cuando escribe que mientras la mayor parte de las formas de investigación son de aplicación mundial, la medicina por ejemplo, la investigación agrícola por su propia naturaleza tiene que ser regional. Prácticamente ningún descubrimiento de la investigación puede adoptarse sin antes estudiar las consecuencias de su aplicación bajo el infinito número de situaciones ecológicas que confrontan los agricultores en todo el mundo, es decir, que cada país necesita una investigación agrícola propia que proporcione las orientaciones necesarias para mejorar los métodos seguidos por sus agricultores, - de acuerdo con las exigencias de su propio medio o de sus diferentes medios, pues es notoria la diversidad no sólo ecológica, - que prevalece entre las diferentes regiones de la mayoría de los países.

HARRIS, citado por de la LOMA (12), establece la conclusión siguiente: "La comprobación de que los campos de cultivo en que se han llevado a cabo ensayos y experiencias en diversas ocasiones son tan heterogéneos que han influido profundamente - en los resultados obtenidos, pone de manifiesto la necesidad de observar el mayor cuidado en la técnica agronómica y de hacer un uso más frecuente y general de los métodos estadísticos en el análisis de los datos que proporcionen las parcelas experimentales, si ha de asignárseles algún valor en la solución de los problemas agrícolas".

Para la resolución del problema que ahora tratamos relativo a la determinación del tamaño de parcela a usar como unidad experimental, Chacin (6) resume lo que por lo general se hace, de la siguiente manera:

- a) Seguir criterios de tipo personal sin ninguna consideración ni estadística, ni económica,
- b) Revisar literatura extranjera, lo cual no es totalmente deseable, ya que el tamaño de parcela es una característica muy local, influenciada por las características de la zona donde se desarrolle el experimento.

Los resultados a obtener en cualquier experimento de naturaleza probabilística, tal el caso de la agronomía son en gran medida impredecibles, ya que estarán determinados tanto por la acción de las distintas modalidades del factor (*), (considerado como variable independiente) o combinación de modalidades (*) en el caso de emplearse dos o más factores, también por otra serie de causas ajenas a él (o ellos), que tienden a encubrir sus efectos, designados comunmente como error experimental (4,7). COCHRAN y COX (7), establecen dos fuentes principales de errores experimentales, a saber: La primera, como la variabilidad inherente al material experimental al cual se aplican los tratamientos, cuya causa más común es la heterogeneidad edáfica debida a características físicas, químicas, biológicas y agrológicas presentes en el suelo, a factores de manejo o a tratamientos previamente aplicados (diferentes grados de fertilización, tipo de cultivo, etc.) Además de la variabilidad genética del material (2, 4). La segunda fuente de variabilidad es la falta de uniformidad en la conducción física del experimento, es decir, la diferencia de poder uniformizar la técnica experimental, por ejemplo: Distancias de siembra, labores de cultivo, pesadas, mediciones, etc. (4, 7).

Este enmascaramiento de los verdaderos efectos de los tratamientos hace que se corra el riesgo de adoptar conclusiones erra-

(*) llamados tratamientos.

das, es aquí donde la investigación de los métodos ha desempeñado un papel importante en la investigación experimental, COCHRAN (7), clasifica de manera general a dichos métodos en tres tipos:

- El primero consiste en aumentar la magnitud del experimento ya sea por medio de más repeticiones, o bien por la adición de más tratamientos.
- El segundo consiste en refinar la técnica experimental, siendo sus principales propósitos:
 - a) Asegurar la uniformidad en la aplicación de los tratamientos.
 - b) Ejercitar suficiente control sobre las influencias externas de tal manera que cada tratamiento produzca su efecto, bajo condiciones deseables y comparables.
 - c) Proyectar medidas convenientes y no aseguradas de los efectos de los tratamientos, y,
 - d) Prevenir errores importantes, de los cuales parece que ningún tipo de experimentación está enteramente libre.
- El tercero, manejar el material experimental de tal manera que los efectos de la variabilidad se reduzcan lo cual puede hacerse por medio de una selección cuidadosa del material, tomando medidas adicionales que proporcionen información respecto al material o por medio de un hábil agrupamiento de las unidades experimentales, en tal forma que las unidades a las que se les aplique un tratamiento, queden estrechamente comparables con aquellas a las que les aplique otro tratamiento.

Posteriormente el mismo autor, señala que dentro de la selección del material experimental, la elección de la unidad experimental puede ser de importancia y que en la planeación de experimentos de campo, se han hecho numerosos estudios de variabilidad entre los rendimientos de cultivos en parcelas de diferentes tamaños y formas, bajo tratamiento uniforme, de los cuales se selecciona el mejor tamaño y forma.

FRANCO (8), de los ensayos de uniformidad o blancos opina que hacen posible agrupaciones de unidades adyacentes a fin de que se puedan tener observaciones para parcelas de tamaños y formas diferentes y así lograr estimaciones de parcelas óptimas, (citando a Smith).

ALVAREZ (1), hace mención de los siguientes autores. Baeza et al, el cual a su vez coincide con Aviles Ramírez, BARRIENTOS, CHACIN LUGO, CORRALES y MARTINEZ, al indicar la importancia que tiene para el investigador el conocimiento de las dimensiones de la unidad experimental, ha conllevado a proponer diferentes métodos estadísticos para estimar el tamaño y la forma óptimos de la parcela, a partir de la información sobre rendimiento obtenida en ensayos de uniformidad.

A manera de información, a continuación se enumeran algunos métodos para el cálculo de las dimensiones de la unidad experimental:

- Método del error probable.
- Método de máxima curvatura.
- Método de máxima curvatura modificado.
- Método de Smith.
- Método de Gateway.
- Método de Koch y Rianey.
- Método de la forma canónica.

- Método de Regresión múltiple.
- Método de máxima curvatura bivariada.

BARRIENTOS (5), Determinó que el método que mejor estima el tamaño óptimo de parcela (y también la forma) es el de MAXIMA CURVATURA BIVARIADA y el de REGRESION MULTIPLE.

5.2 Antecedentes

El tamaño de parcela experimental es un aspecto muy importante, sin embargo en relación con el cultivo de café es muy poca la investigación que se ha realizado en el mundo.

PEARCE (14), solamente cita un trabajo realizado en relación con esta materia, efectuando por S.M. Gilbert. - "Plot size in field experiments with Coffea arabica", quien recomienda el uso de veinte arbustos por parcela.

PEREZ (15), en plantación definitiva de 4 a 5 años de edad, (Híbrido Tico), tomó como base la producción de 432 individuos, cuyos datos de cosecha variaron desde 0-0 (cero) hasta 30.8 libras, con un promedio general por planta de 12.55 libras. Sobre estos datos diseñó un experimento hipotético de seis tratamientos exactamente iguales, siguiendo estrictamente los requisitos de sorteo, estos tratamientos ficticios fueron asignados a parcelas compuestas por diferente número de plantas, variando simultáneamente el número de repeticiones y dando a las parcelas la forma más adecuada, con el fin de abarcar en cada caso la totalidad de los 432 datos de cosecha. Con ello estudió nueve diferentes experimentos imaginarios; se calcularon sus análisis de varianza, sus respectivos coeficientes de variación (C. V.) y diferencias mínimas significativas (D. M. S.)

5.3 Clasificación botánica y taxonómica del Cafeto

Según CHEVALIER Y JORDAN, citados por RAMIREZ BERMUDEZ, y a su vez por SANCHEZ CASTILLO (16), el cafeto está comprendido dentro de la siguiente clasificación botánica general:

Reino:	Vegetal (grupo de todas las plantas en los seres vivos).
Sub-reino:	Angiosperma (grupo de plantas con semillas en fruto).
Clase:	Dicotiledóneas (dos cotiledones).
Sub-clase:	Simpetalas (flores con pétalos unidos entre sí).
Orden:	Rubiales (grupo de simpetales con hojas simples y opuestas).
Familia:	Rubiaceas o Rubiaceae (grupo de rubiales con flores hermafroditas).
Género:	<u>Coffea</u> (grupo de rubiales que se distinguen bajo la denominación de cafeto).

Los autores ya mencionados distinguen alrededor de setenta especies en 1929, las que desde luego, han aumentado en el presente; resaltando las dos especies que más se conocen en el mundo: Coffea arabica L. y Coffea canephora Pierre.

De las especies más importantes, arábica y canephora, se desprenden las siguientes variedades:

<u>Especie:</u>	<u>Variiedad:</u>
<u>Coffea arabica.</u>	Typica Bourbón Caturra Maragogipe Columnaris San Ramón.
<u>Coffea canephora</u>	Robusta.

5.4 Ecología del Cafeto (16)

- La especie arábica en las plantaciones naturales de Etiopía están a 1300 y 1800 m.s.n.m.; 6 y 9 grados de latitud norte, estación seca con 4 a 5 meses. Precipitación pluvial de 1500 a 1800 mm. anuales.

La temperatura media es de 20 a 25 grados C., la mínima de 4 a 5 grados C., y la máxima entre 30 y 31 grados.

En Colombia, Costa Rica, Guatemala, México, Camerun e Indonesia, la cantidad de lluvias sobrepasan los 1800 milímetros anuales.

La especie arábica en temperaturas de 0 hasta -2 grados C., que no son raras en el estado de Paraná (Brasil), durante el invierno austral mueren los cafetos. También los ascensos de temperatura por encima de 30 grados C., afectan a la especie, especialmente si el aire es seco; que incrementa la deshidratación del arbusto y finalmente éste se ennegrece y cae.

- La especie canephora se adapta a climas de 24 y 36 grados

C., con un número mínimo de lluvia 2000 m.m anuales y - humedad atmosférica próxima a saturarse. A 8 y 10 grados C., mueren los cafetos.

Las probabilidades de establecer una plantación ideal son mayores, cuando se hacen dentro del límite óptimo de sus factores climáticos y edafológicos.

Precipitación:

Es muy importante para el cultivo, a pesar que en el Africa se encuentra desde regiones muy secas con riego, hasta los 5000 m.m. anuales.

Generalmente los niveles óptimos de lluvia para el cafeto varían entre los 1500 a 2000 mm. anuales. Observándose niveles más altos para robusta y libérica. No debe estimarse la importancia de las lluvias por su cantidad durante el año únicamente, sino también por su distribución durante el período y sus variaciones año con año, (16). En Guatemala oscilan los límites pluviométricos desde los 500 a 4000 mm. anuales.

Temperatura:

La temperatura media anual óptima varía entre los 20 y 25 grados C., de acuerdo a las especies. En Guatemala nuestros límites termométricos fluctúan desde los 6 grados C., promedio anual hasta temperaturas mayores a 24 grados C., \bar{X} anual = 17 grados C., y 23 grados C., día y noche respectivamente.

Luminosidad:

La intensidad, la duración diaria y distribución durante el año de la luz; es importante en el cultivo R.W. RAYNER citado

por HAARNER, demuestra su convencimiento cuando dice que un cafeto asimila al máximo a pleno sol cuando no hay otros factores limitantes.

Para los efectos de la aplicación del ciclo anual del crecimiento, donde el mayor crecimiento se obtiene a más luz y viceversa, resulta conveniente interpretar bien este punto.

Los vientos:

Tienen dos efectos destructivos en el cafeto. Mecánicos y ambientales, los mecánicos consisten desde la ruptura de las hojas, plantas enteras, defoliaciones, caída de los frutos y ruptura de los árboles de sombra.

Los cambios observados en el ambiente por parte de los vientos son: transpiración fuerte que se manifiesta en falta de hidratación de las hojas. Este desbalance hídrico solamente lo puede determinar la humedad ambiente del lugar. La humedad relativa de muchas zonas cafetaleras es bastante alta, siendo contraria a la observada en otras zonas secas y ventosas.

La altura:

El efecto de la altura varía de acuerdo a la latitud del lugar y a sus condiciones locales. Al variar ésta, se modifican la temperatura, los vientos, la nubosidad, etc. La calidad del café es afectada mundialmente por la altura. En Guatemala se siembra el cafeto desde alturas menores de 1000 hasta más de 4500 pies, estando la mayoría de las fincas comprendidas dentro de los límites altitudinales para la especie arábica.

El suelo:

Como medio de sostén y alimentación de la planta desempeña un lugar preferencial en el habitat del cafeto. La textura y la profundidad del suelo es importante. Suelos francos y profundos proporcionan a la planta excelentes condiciones para el desarrollo de las raíces en comparación con los suelos muy arcillosos, compactos o pedregosos.

Condiciones de PH. 4.5 y 5.0 recomiendan diversos autores, resultando evidente que se han dado cafetos altamente productivos, en suelos mucho menos ácidos y próximos a neutralidad.

De hecho, la reacción ácida o alcalina de los suelos no afecta directamente a la planta. Su importancia radica en que algunos elementos son más aprovechables por ésta dependiendo del rango PH. existente. La mejor proporción de cantidades solubles de los distintos elementos parece ser a PH. de 6.5.

En base a las experiencias logradas en los suelos cafetaleros por parte de ANACAFE., se considera bajo el PH, cuando es menor de 5.5.

6. MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo que hizo posible lograr los objetivos perseguidos, dio inicio en Julio de 1982, habiendo finalizado en Junio de 1983.

A. Localización

El diseño experimental se ubicó en un lote representativo - del área destinada a la producción comercial de almácigos, en la finca San José El Valentón, Jurisdicción del Municipio de Villa Canales, Departamento de Guatemala, cuyas condiciones ecológicas son: (9).

Latitud	= 14° 21' 11"
Longitud	= 90° 31' 40"
Elevación	= 1,120 metros sobre el nivel del mar.
Temperatura media anual	= 22.6°C.
Humedad Relativa media anual	= 79%
Precipitación media anual	= 1,469.7 mms.
Insolación media anual	= 2,050.8 Horas.

Por sus condiciones características se le considera como una zona de "Bosque Húmedo Montano Bajo" (11).

B. Diseño Experimental

En un arreglo de parcela dividida con 4 tratamientos y 3 subtratamientos, distribuidos en cuadro latino de 4 x 4.

C. Unidad Experimental

Cada parcela experimental se describe así: 10 bolsas de almácigo por fila o hilera, sembradas a 1, 2 y 3 posturas respectivamente para cada tratamiento, siendo el arreglo de tratamientos de 1, 2, 3 y 4 hileras, mientras que para subtratamientos de 1, 2 y 3 posturas. Todas las bolsas que se incluyen en el diseño fueron tomadas en cuenta para efecto del análisis estadístico.

D. Tratamientos y Subtratamientos:

TRATAMIENTOS	SUBTRATAMIENTOS	No. BOLSAS POR SUBT.	No. BOLSAS POR TRAT.
--------------	-----------------	----------------------	----------------------

No.	<u>HILERAS DE:</u>	<u>No. de POSTURA</u>	No. BOLSAS POR SUBT.	No. BOLSAS POR TRAT.
1	Una bolsa	a. de una postura	10	30
		b. de dos posturas	10	
		c. de tres posturas	10	
2	Dos bolsas	a. de una postura	20	60
		b. de dos posturas	20	
		c. de tres posturas	20	
3	Tres bolsas	a. de una postura	30	90
		b. de dos posturas	30	
		c. de tres posturas	30	
4	Cuatro bolsas	a. de una postura	40	120
		b. de dos posturas	40	
		c. de tres posturas	40	
		Subtotal: 1 repetición	=	300
		Total: 4 repeticiones	=	1200

E. Material empleado

- 1200 bolsas de polietileno de 9 X 12"
- 2400 soldaditos de café de la variedad Catuai
- Aspersora manual de 4 galones (Carpi)
- 50 libras de fertilizante granulado del tipo 20-20-0
- 2 libras de fertilizante foliar 20-20-20
- Nu-Z y Solu Boro para 2 aplicaciones (15 y 20 grs/4 gls).
- Temik, Difolátán, Ferbam y Cobre Sandoz
- Libreta de campo
- Un vernier, una cinta métrica o regla graduada
- Equipo de laboratorio necesario.

F. Manejo del Experimento

A la población de almácigos se le proporcionó un manejo uniforme, a fin de eliminar causas ajenas a la heterogeneidad del suelo, que producen variabilidad a los resultados. Básicamente se realizaron las siguientes labores:

- Llenado de bolsas de polietileno de 9 X 12" con el sustrato preparado para el efecto.
- Colocación adecuada y correspondiente de las bolsas de acuerdo al diseño.
- Desinfección del suelo de las bolsas con Banrot a razón de: 1gr/galón de agua/50 bolsas.
- Transplante de soldaditos de café idénticos: 1, 2 y 3 por bolsa, de acuerdo a la distribución en el diseño experimental (ver plano)

5. Aplicación de Temik a los 30 días de haberse sembrado el almácigo y repetida a los 60 días.
6. A cada mes se fertilizó con 20-20-0 en forma diluida al 7.1% de la concentración, durante los primeros 5 meses (2 libras de 20-20-0/4 galones de agua/400 bolsas). Se continuó con fertilización foliar y a un intervalo de un mes.
7. Se efectuó un control fitosanitario a cada 15 días por lo regular, alternando Difolatán y Ferbam, a razón de 150 grs/8 galones de agua (3 medidas bayer por 4 galones). Debido al apareamiento incipiente de Rhizoctonia sp. se redujo el intervalo a 8 días, y durante un mes para aplicar Difolatán bajo la técnica empleada por ANACAFE.
8. Como prevención ante la amenaza de Roya del cafeto en la misma finca, se aplicó Cobre sandoz en dos oportunidades a una frecuencia de 90 días y a razón de 150 grs/8 galones de agua.
9. El experimento se mantuvo despejado de malas hierbas.
10. Se realizaron otras prácticas culturales como riego adecuado, regulación de sombra, calza de plantitas, etc., cuando fue necesario.
11. Se tomaron fotografías a color o transparencias del experimento.
12. Se tomaron datos en el campo en relación a las variables: Area foliar, Altura de plantas, Diámetro del tallo y Número de cruces, a todas las plantas, bolsa por bolsa, subtrata

miento por subtratamiento, tratamiento por tratamiento y -
réplica por réplica.

13. A nivel de laboratorio se hicieron los análisis relativos al área foliar y área radicular.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos de cada variable en particular fueron anotados en hojas de agrupación por hileras, identificando la ubicación de cada una de las bolsas de almácigo, lo cual logró facilitar el cálculo inicial de medias (\bar{X}) por bolsa.

Las cuatro réplicas se redujeron a una sola, cuando se procedió a obtener la media de rendimientos presentada por cada bolsa en las cuatro repeticiones, y esto en función de las variables ya descritas en el presente trabajo. Las razones son las siguientes:

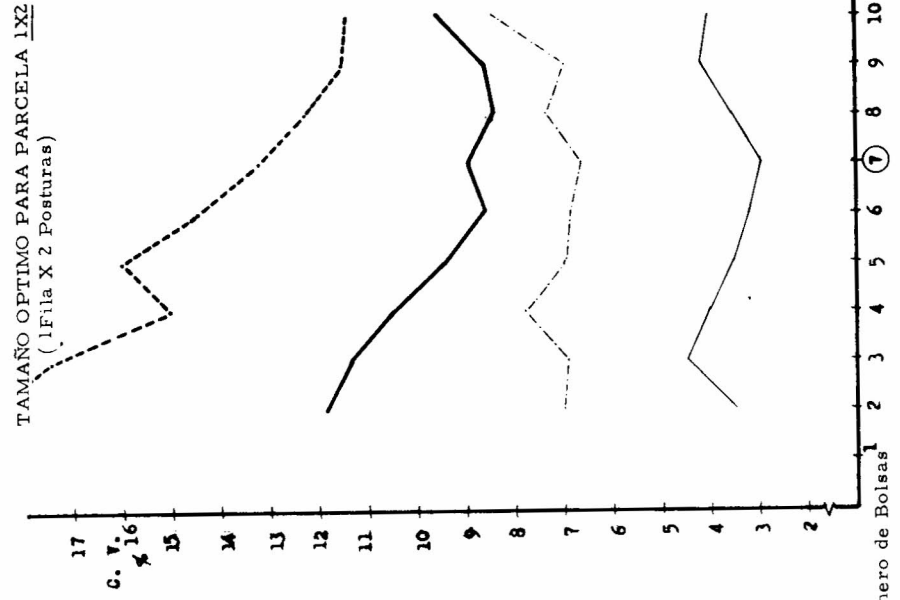
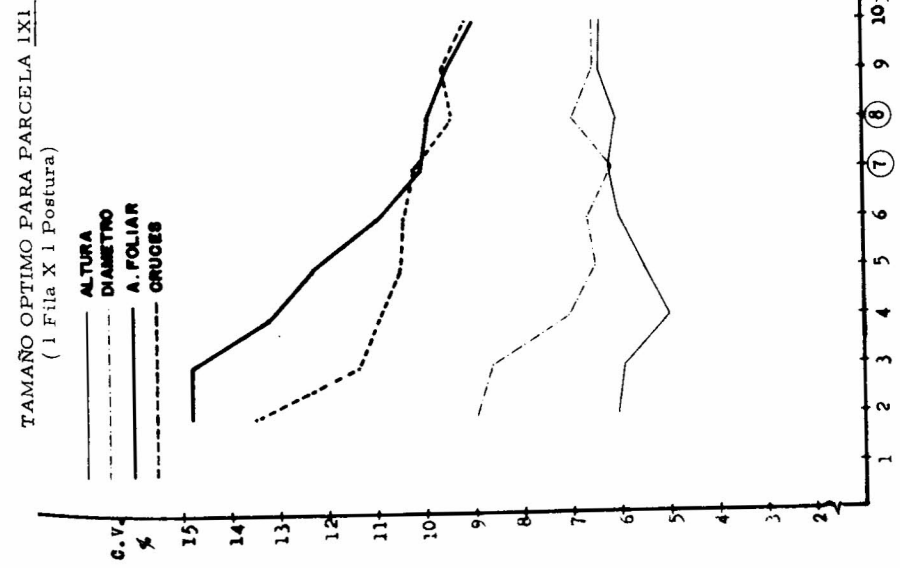
(1) La premisa en la técnica de análisis para este trabajo lo fue la determinación del tamaño de parcela, o sea, el número de unidades o bolsas necesarias para reducir el error experimental en cada forma de parcela asociada a su vez con el número de posturas, dando un total de 12 combinaciones óptimas por variable analizada.

La metodología empleada fue la de "Máxima Curvatura", - en donde se hizo necesario el cálculo de media (\bar{X}) y desviación estandard (S) para hallar el coeficiente de variación (C.V.) para cada arreglo o combinación de unidades básicas (bolsas de almácigo).

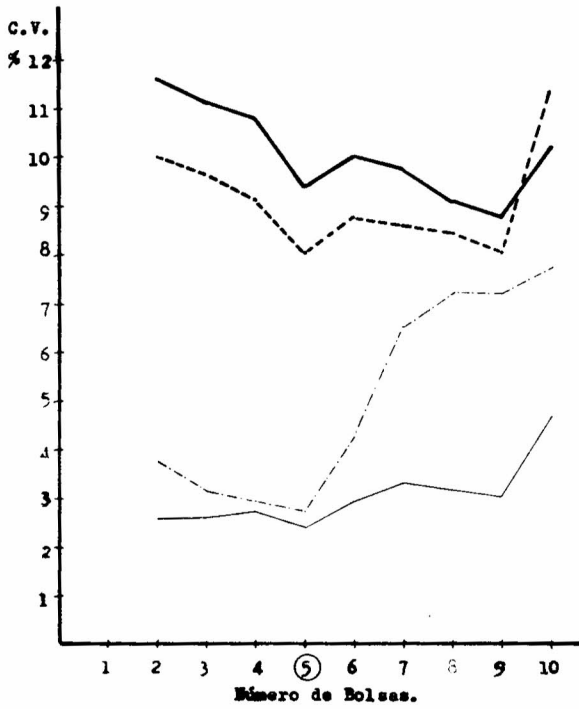
(2) La estimación del número de bolsas por parcela en el punto de máxima curvatura en las gráficas, aportó una base sólida

para el "Análisis de Varianza" correspondiente, dado a que la media de cada tratamiento y subtratamiento se encontró del número de bolsas que sugirió cada curva graficada.

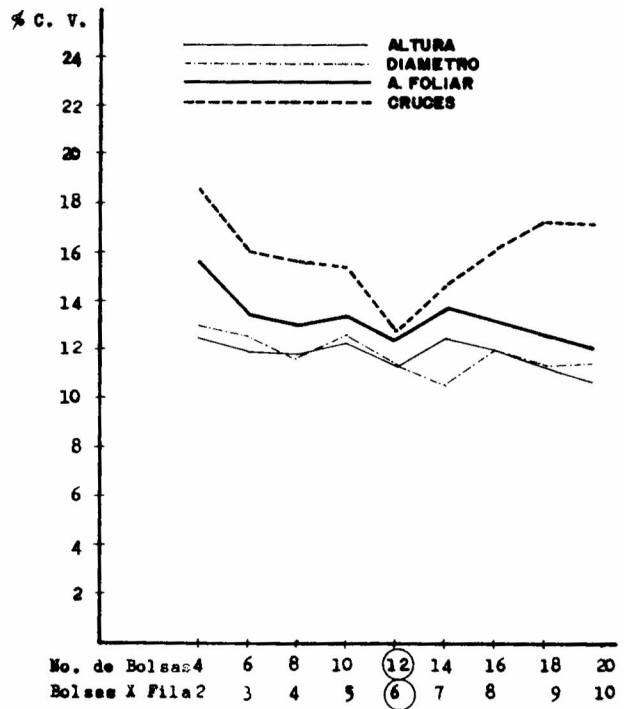
Las gráficas que se presentan detallan el comportamiento del coeficiente de variación, en relación al tamaño de parcela.



TAMAÑO OPTIMO PARA PARCELA 1X3
(1 Fila X 3 Posturas)

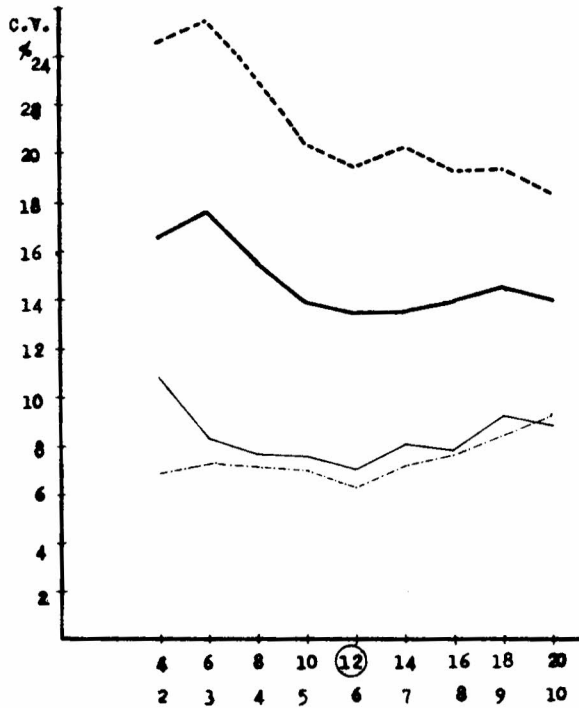


TAMAÑO OPTIMA PARA PARCELA 2X1
(2 Filas X 1 Postura)

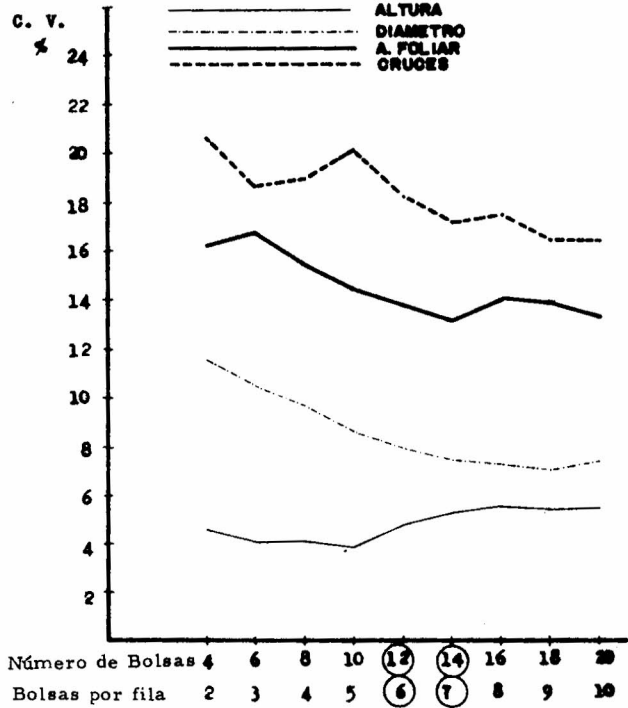


- 34 -

TAMAÑO OPTIMO PARA PARCELA 2X2
(2 Filas X 2 Posturas)

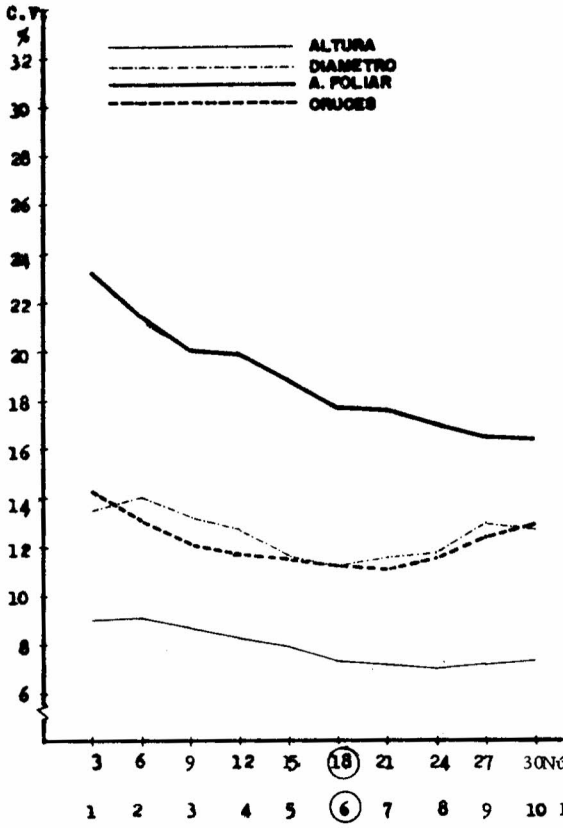


TAMAÑO OPTIMO PARA PARCELA 2X3
(2 Filas X 3 Posturas)

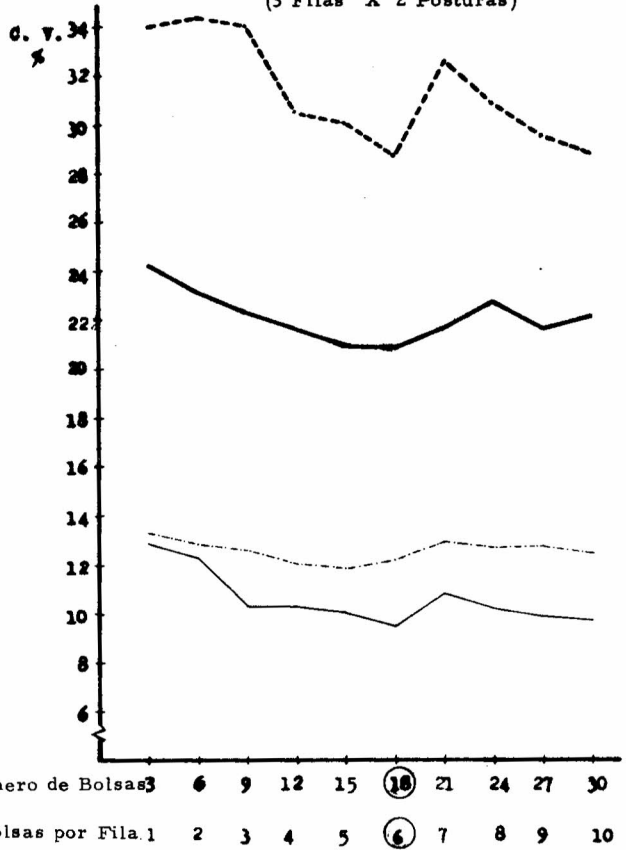


- 35 -

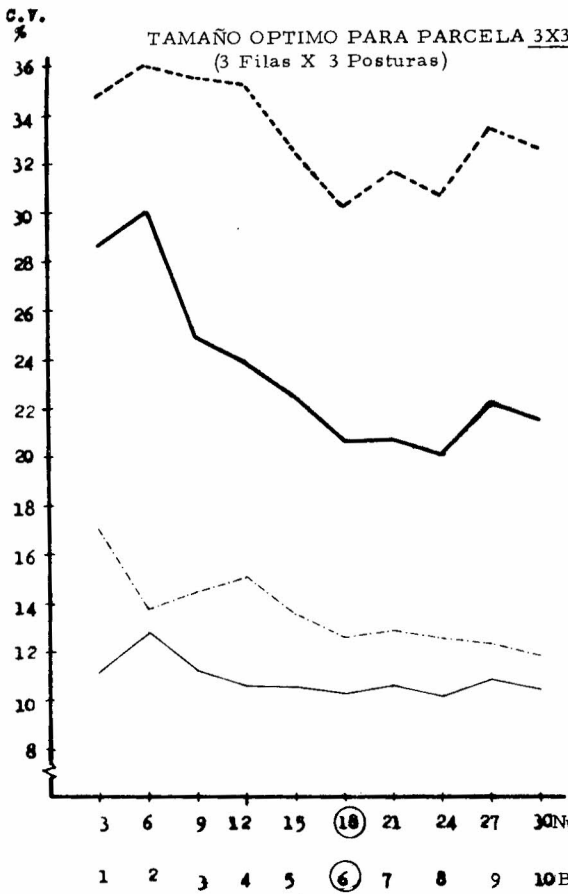
TAMAÑO OPTIMO PARA PARCELA 3X1
(3 Filas X 1 Postura)



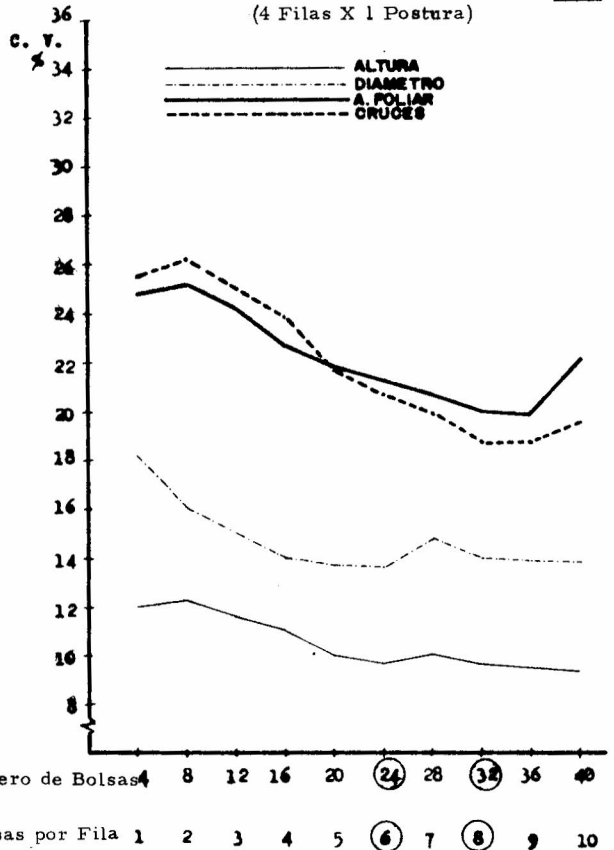
TAMAÑO OPTIMO PARA PARCELA 3X2
(3 Filas X 2 Posturas)

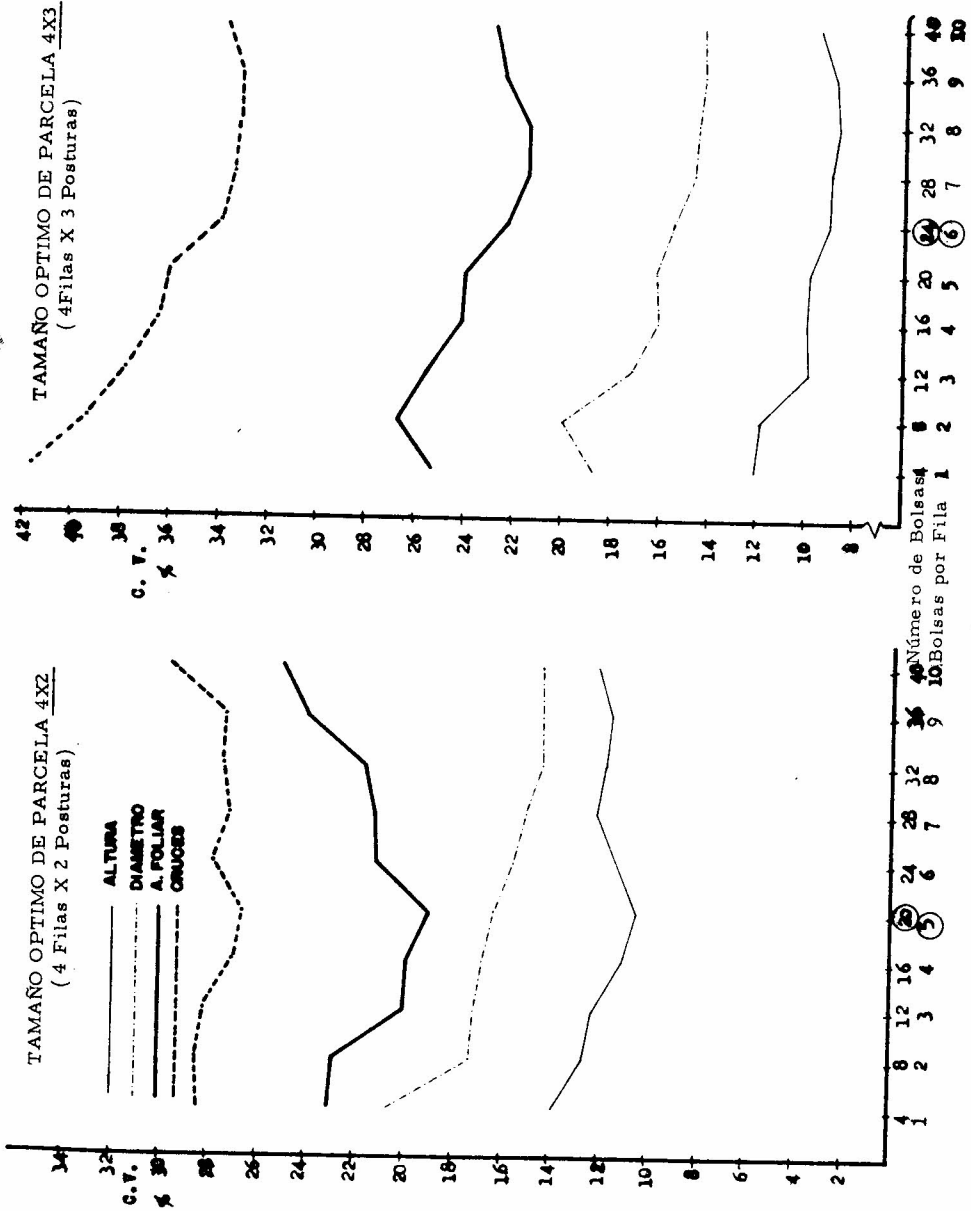


TAMAÑO OPTIMO PARA PARCELA 3X3
(3 Filas X 3 Posturas)



TAMAÑO OPTIMO PARA PARCELA 4X1
(4 Filas X 1 Postura)



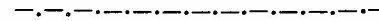


Para que haya mayor comprensión en la discusión que merece la información que se obtiene de las gráficas, puede empezarse por identificar a las variables: Altura de plantas y Diámetro del tallo como las más estables por poseer menor variabilidad en relación a las otras dos variables. Area foliar y Número de cruces, especialmente ésta última que debe su variabilidad básicamente a la ausencia de cruces en muchas plantas y más que todo en los subtratamientos de 3 posturas.

La mínima variabilidad es manifestada por Altura de plantas, la cual se representa en las gráficas así:



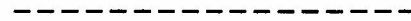
En segundo plano se encuentra Diámetro del tallo, que a su vez se representa en las gráficas de la siguiente forma:



Atrás y en tercer lugar, en términos generales, Area foliar cuya curva se describe así:



Número de cruces posee el mayor rango de variación por la razón ya expuesta, la curva es representada por esta forma:



Lo más interesante de la interpretación es que la inspección visual en cada curva trazada, permite estimar el número de bolsas con el cual el coeficiente de variación es mínimo, que coincide con el punto de máxima curvatura. Esta determinación realizada en las 4 variables permite unificar el criterio para de-

cidir finalmente el tamaño de parcela, que a su vez ofrezca facilidades en el uso del mismo.

En otro orden de ideas, lo anterior puede asociarse con lo que enuncia Muñoz Orozco, citado por Barrientos (5). "El punto óptimo será el punto de inflexión de dicha curva, pero el investigador puede escoger tamaños cercanos al óptimo en función del coeficiente de variación y de las facilidades en el uso de dicho tamaño".

En la presentación de gráficas, en el eje de las "X" o "abscisas" se encierra en un círculo, un número o dos que equivale a la estimación del Tamaño de cada parcela, implicando un número de bolsas tal que una vez hecho el cómputo de su media (\bar{X}) e incluido en el análisis de varianza permite desenmascarar diferencias aunque sean mínimas, entre tratamientos ya sea en experimentos como éste u otros realizados en almácigos de café.

Ahora ya es posible realizar la agrupación de datos de las 4 variables medidas en el campo, para efectuar el Análisis de Varianza respectivo. Para ello se tomaron las 6 bolsas de almácigo centrales, quedando; dos bolsas como bordura al inicio y final de cada fila o hilera; criterio que se generalizó para los cuatro tratamientos (1, 2, 3 y 4 hileras) por facilidad contemplada para labores de campo y en este caso particular para el trabajo de gabinete.

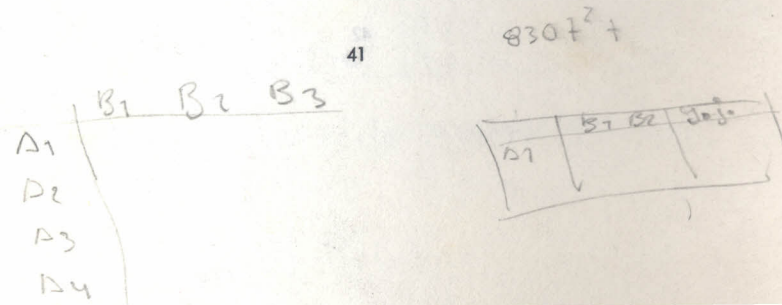
En relación a la evaluación del número de posturas e hileras, se detalla la información estadística en cuadros elaborados para cada variable, cuyos resultados facilitarán también la determinación de la Forma óptima económica a utilizar en parcelas experimentales. Ésto estará en función del tratamiento que exprese ser el mejor con diferencias significativas al compararlo con los demás.

EM: AGRUPACION DE DATOS DE LA VARIABLE: AREA FOLIAR EN CMS²

TRATAMIENTO	SUBTRATAMIENTO	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
		I	II	III	IV		
Una fila de bolsas	No. de filas						
	No. de posturas por bolsa						
	1 postura	2167	2519	1525	2096	8307	2077
	2 posturas	1377	1401	1395	1643	5816	1454
	3 posturas	1115	1227	1108	889	4339	1085
	Subtotales	4659	5147	4028	4628	18462	1538
Dos filas de bolsas	1 postura	2322	1807	2753	2434	9316	2329
	2 posturas	1828	1354	1429	1433	6044	1511
	3 posturas	1113	1155	1061	1059	4388	1097
	Subtotales	5263	4316	5243	4926	19748	1646
Tres filas de bolsas	1 postura	2165	2063	1727	1739	7694	1923
	2 posturas	1133	1269	1150	985	4537	1134
	3 posturas	1262	981	910	905	4058	1014
	Subtotales	4560	4313	3787	3629	16289	1357
Cuatro filas de bolsas	1 postura	1868	1851	1621	2050	7390	1847
	2 posturas	1197	1176	1082	1101	4556	1139
	3 posturas	976	911	822	1219	3928	982
	Subtotales	4041	3938	3525	4370	15874	1323
TOTALES:		18523	17714	16583	17553	70373	1466
Subtratamientos:		1 postura	2 posturas	3 posturas			
Totales:		32707	20953	16713	70373		
Medias:		2044	1310	1045	1466		

ANALISIS DE VARIANZA						
Fuente	G. Lib.	S. Cuad.	C. M.	Fc.	F0.05	F0.01
Hileras	3	158585.2				
Columnas	3	316570.0				
Filas bolsas (A)	3	838028.7	279342.9	* 6.91	4.76	9.78
Error (a)	6	242561.7	40426.95			
Parcela grande	15	1555745.6				
Posturas	2	8582276.6	4291138.3	** 105.97	3.40	5.61
Fila X Post	6	225483.0	37580.5	N.S. 0.93	2.51	3.67
Error (b)	24	971819.8	40492.49			
Total	47	11335325.0				

CV (a) = 13.72% CV (b) = 13.73%



AGRUPACION DE DATOS DE LA VARIABLE: ALTURA DE PLANTAS EN CMS

TRATAMIENTO No. de filas	SUBTRATAMIENTO No. de posturas - por bolsa	REPETICIONES				TOTAL T	MEDIA X̄
		I	II	III	IV		
Una fila de bolsas	1 postura	28.47	35.57	28.35	38.95	131.34	32.83
	2 posturas	26.24	28.90	31.13	37.30	123.57	30.89
	3 posturas	24.17	31.82	25.79	31.41	113.19	28.30
Subtotales		78.88	96.29	85.27	107.66	368.10	30.67
Dos filas de bolsas	1 postura	34.42	28.69	34.96	43.16	141.23	35.31
	2 posturas	35.10	30.15	30.45	38.05	133.75	33.44
	3 posturas	31.48	25.17	29.29	30.85	116.79	29.20
Subtotales		101.00	84.01	94.70	112.06	391.77	32.65
Tres filas de bolsas	1 postura	37.80	35.28	36.31	33.74	143.13	35.78
	2 posturas	29.66	27.92	31.19	31.13	119.90	29.97
	3 posturas	28.58	27.65	30.94	29.80	116.97	29.24
Subtotales		96.04	90.85	98.44	94.67	380.00	31.67
Cuatro filas de bolsas	1 postura	31.78	33.63	32.49	38.40	136.30	34.07
	2 posturas	27.02	31.06	31.35	30.22	119.65	29.91
	3 posturas	28.55	28.60	29.12	35.68	121.95	30.49
Subtotales		87.35	93.29	92.96	104.30	377.90	31.49
TOTALES		363.27	364.44	371.37	418.69	1517.77	31.62
Subtratamientos:		1 postura	2 posturas	3 posturas			
Totales:		552.00	496.87	468.90	1517.77		
Medias:		34.50	31.05	29.31	31.62		

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	G. Lib.	S. Cuad.	C. M.	Fc.	F0.05	F0.01
Hileras	3	174.346				
Columnas	3	162.28579				
Filas bolsas	3	23.60874	7.86958	N.S. 2.16	4.76	9.78
Error (a)	6	21.8973	3.64955			
Parcela grande	15	382.13783				
Posturas	2	223.48393	111.74197	** 24.67	3.40	5.61
Fila X post	6	39.80305	6.6338417	N.S. 1.46	2.51	3.67
Error (b)	24	108.71229	4.5296788			
Total	47	754.1371				

CV (a) = 6.04% CV (b) = 6.73%

AGRUPACION DE DATOS DE LA VARIABLE: DIAMETRO DEL TALLO EN MMS

TRATAMIENTO No. de filas	SUBTRATAMIENTO No. de posturas por bolsa	REPETICIONES				TOTAL T	MEDIA X̄
		I	II	III	IV		
Una fila de bolsas	1 postura	6.55	7.47	5.98	7.27	27.27	6.82
	2 posturas	4.55	4.82	5.19	5.07	19.63	4.91
	3 posturas	3.84	4.90	4.24	4.26	17.24	4.31
Subtotales		14.94	17.19	15.41	16.60	64.14	5.34
Dos filas de bolsas	1 postura	6.53	5.98	6.79	7.87	27.17	6.79
	2 posturas	5.60	4.86	4.77	5.42	20.65	5.16
	3 posturas	4.22	4.23	4.15	4.35	16.95	4.24
Subtotales		16.35	15.07	15.71	17.64	64.77	5.40
Tres filas de bolsas	1 postura	6.28	6.58	6.10	6.26	25.22	6.30
	2 posturas	4.62	4.63	4.36	4.86	18.47	4.62
	3 posturas	4.02	3.98	4.26	3.81	16.07	4.02
Subtotales		14.92	15.19	14.72	14.93	59.76	4.98
Cuatro filas de bolsas	1 postura	5.75	5.21	5.43	6.45	22.84	5.71
	2 posturas	4.25	4.68	4.34	4.59	17.86	4.46
	3 posturas	3.90	3.85	3.79	4.80	16.34	4.08
Subtotales		13.90	13.74	13.56	15.84	57.04	4.75
TOTALES:		60.11	61.19	59.40	65.01	245.71	5.12
Subtratamientos:		1 postura	2 posturas	3 posturas			
Totales:		102.50	76.61	66.60	245.71		
Medias:		6.41	4.79	4.16	5.12		

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	G. Lib.	S. Cuad.	C. M.	Fc.	F0.05	F0.01
Hileras	3	1.561391				
Columnas	3	0.674258				
Filas bolsas	3	3.380008	1.1266693	* 5.56	4.76	9.78
Error (a)	6	1.215543	0.2025905			
Parcela grande	15	6.8312				
Posturas	2	42.902081	21.451041	** 159.77	3.40	5.61
Fila X Post	6	1.242686	0.2071143	N.S. 1.54	2.51	3.67
Error (b)	24	3.222233	0.1342597			
Total	47	54.1982				

CV (a) = 8.79% CV (b) = 7.16%

AGRUPACION DE DATOS DE LA VARIABLE: NUMERO DE CRUCES

TRATAMIENTO	SUBTRATAMIENTO	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
No. de filas	No. de posturas por bolsa	I	II	III	IV	T	\bar{X}
Una fila de bolsas	1 postura	4.50	4.67	2.67	4.17	16.01	4.00
	2 posturas	2.50	3.17	2.50	3.75	11.92	2.98
	3 posturas	2.06	3.28	2.11	1.50	8.95	2.24
Subtotales		9.06	11.12	7.28	9.42	36.88	3.07
Dos filas de bolsas	1 postura	4.25	3.00	4.25	4.50	16.00	4.00
	2 posturas	3.71	2.83	3.04	3.33	12.91	3.23
	3 posturas	1.94	2.22	2.47	2.53	9.16	2.29
Subtotales		9.90	8.05	9.76	10.36	38.07	3.17
Tres filas de bolsas	1 postura	4.67	4.50	3.61	3.17	15.95	3.99
	2 posturas	2.86	3.00	2.11	1.75	9.72	2.43
	3 posturas	2.25	2.22	2.09	1.48	8.04	2.01
Subtotales		9.78	9.72	7.81	6.40	33.71	2.81
Cuatro filas de bolsas	1 postura	3.46	3.75	3.46	4.04	14.71	3.68
	2 posturas	2.29	2.60	2.64	2.44	9.97	2.49
	3 posturas	1.35	1.46	1.97	2.65	7.43	1.86
Subtotales		7.10	7.81	8.07	9.13	32.11	2.68
TOTALES		35.84	36.70	32.92	35.31	140.77	2.93
Subtratamientos:		1 postura	2 posturas	3 posturas			
Totales		62.67	44.52	33.58	140.77		
Medias		3.92	2.78	2.10	2.93		

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente	G. Lib.	S. Cuad.	C. M.	Fc.	F0.05	F0.01
Hileras	3	0.655825				
Columnas	3	5.3168416				
Filas bolsas	3	1.902275	0.6340916	N.S. 4.22	4.76	9.78
Error (a)	6	0.9021417	0.1503569			
Parcela grande	15	8.7770833				
Posturas	2	26.986131	13.493066	** 67.66	3.40	5.61
Fila X Post	6	0.673019	0.1121698	N.S. 0.56	2.51	3.67
Error (b)	24	4.7865167	0.1994382			
Total	47	41.22275				

CV (a) = 13.23% CV (b) = 15.24%

Variable Area Foliar:

Los coeficientes de variación tanto para el error "a" como para el error "b" son aceptables. Por otra parte el cuadro de análisis de varianza señala diferencias significativas entre tratamientos, esto es entre filas de bolsas, así también arroja diferencias altamente significativas entre subtratamientos, o sea, entre número de posturas por bolsa.

A fin de obtener una información más concreta se hace la agrupación de medias, tanto de tratamientos como de subtratamientos, de acuerdo a la prueba de Tukey de aditividad.

Para el error "a" se tiene un Error estandar ($S\bar{x}$) = 58.04 y un comparador Tukey (W_p) = 284.4 a un nivel de 5% de significancia. Para el error "b" se obtiene un Error estandar ($S\bar{x}$) = 50.31 y un comparador Tukey (W_p) de 177.59 y 222.41, respectivamente para 5% y 1% de significancia.

	2 Filas	1 Fila	3 Filas	4 Filas
	1646	1538	1357	1323
4 Filas	1323	323 *	215 N.S.	34 N.S.
3 Filas	1357	289 *	181 N.S.	---
1 Fila	1538	108 N.S.	---	---
2 Filas	1646	---	---	---

2 Filas	a	b
1 Fila	a	b
3 Filas	b	b
4 Filas	b	b

Estadísticamente 1, 3 y 4 Filas no poseen diferencias signi

ficativas, por lo que el mejor tratamiento es el de 2 Filas de bolsas.

		1 postura	2 posturas	3 posturas
		2044	1310	1045
1 postura	1045	999**	265**	--
2 posturas	1310	734**	---	
3 posturas	2044	---		

1 Postura	a		
2 Posturas		b	
3 Posturas			c

La diferencia es altamente significativa entre subtratamientos, en donde predomina como mejor el subtratamiento de una postura por bolsa.

Variable Altura de Plantas:

El coeficiente de variación para cada error, a y b respectivamente, es bajo y considerado bastante aceptable.

El análisis de varianza apunta diferencias altamente significativas entre subtratamientos, o sea, entre número de posturas.

Si se analizan las medias de los cuatro tratamientos, puede notarse la ventaja aritmética del grupo de dos filas de bolsas sobre el grupo de 1, 3 y 4 filas, sin embargo, estadísticamente no hay diferencias entre cuatro tratamientos para el caso exclusivo de esta variable estudiada.

A continuación se incluye una comparación de medias de

subtratamientos por medio de la técnica de Tukey. Se tiene un error estandar ($S\bar{x}$) = 0.532076 y un comparador Tukey (Wp) de 1.88 y 2.42 para niveles de 5% y 1% de significancia, respectivamente.

		1 postura	2 posturas	3 posturas
		34.50	31.05	29.31
3 posturas	29.31	5.19**	1.74 N.S.	---
2 posturas	31.05	3.45**	---	
1 postura	34.50	---		

1 postura	a	
2 posturas		b
3 posturas		b

Como puede apreciarse en esta comparación, los subtratamientos de dos y tres posturas no poseen diferencias significativas, por lo tanto el mejor subtratamiento es el de una postura por bolsa de almácigo.

Variable Diámetro del Tallo.

Tanto el error "a" como el error "b" poseen un coeficiente de variación deseable, 8.79% y 7.16% para cada uno.

El análisis de varianza presenta diferencias significativas entre tratamientos, o entre número de filas, lo cual permitirá conocer el tratamiento más importante, bajo el punto de vista de los objetivos del presente trabajo. Entre subtratamientos, o número de posturas por bolsa se reflejan diferencias altamente significativas.

Estos resultados pueden situarse en condiciones más intere-

santes, una vez hecha la comparación de medias por la metodología que viene empleándose.

Error "a":

$$\bar{Sx} = 0.1299328$$

$$Wp (0.05) = 0.64$$

Error "b":

$$\bar{Sx} = 0.1116462$$

$$Wp (0.05) = 0.39$$

$$Wp (0.01) = 0.51$$

		2 Filas	1 Fila	3 Filas	4 Filas
		5.40	5.34	4.98	4.75
4 Filas	4.75	0.65 *	0.59 N.S.	0.23 N.S.	----
3 Filas	4.98	0.42 N.S.	0.36 N.S.	----	
1 Fila	5.34	0.06 N.S.	----		
2 Filas	5.40	----			

2 Filas	a		
1 Fila	a	b	
3 Filas	a	b	c
4 Filas	b	b	c

La discusión puede derivarse de que en la comparación de los tratamientos de 1 Fila, 3 Filas, y 4 Filas de bolsas, no se encuentran diferencias significativas (Forma b b b), por lo que el tratamiento de 2 filas de bolsas se constituye automáticamente en el mejor.

	1 Postura	2 posturas	3 posturas
	6.41	4.79	4.16
3 Posturas	4.16	2.25**	0.63**
2 Posturas	4.79	1.62**	----
1 Postura	6.41	----	

1 Postura	a		
2 Posturas		b	
3 Posturas			c

Los tres subtratamientos son muy distintos uno de otro, en cuyo caso el subtratamiento de una postura por bolsa de almáci-go posee un rendimiento significativamente superior a los dos restantes.

Variable Número de Cruces

No obstante la variabilidad observada desde la toma de datos en el campo, los coeficientes de variación para el error "a" y el error "b" son aceptables.

El cuadro de análisis de varianza señala una vez más alta diferencia significativa a nivel de subtratamientos, o sea, en relación al número de posturas por bolsa.

En la tabla de agrupación de datos, el tratamiento de dos filas de bolsas presenta una media que es aritméticamente mayor a las demás medias relacionadas, lo cual aporta un valioso elemento de juicio que solidariza el respaldo estadístico obtenido en Área Foliar y Diámetro del Tallo, en donde este mismo tratamiento es el que posee mejores bondades de rendimiento.

A manera de uniformizar la técnica de análisis para las cuatro variables, que se estudian en este trabajo de tesis, se presenta también la comparación de medias en función de subtratamientos (número de posturas).

Error "b"
 $S\bar{x} = 0.1116462$
 $W_p (0.05) = 0.39$
 $W_p (0.01) = 0.51$

	1 Postura	2 Posturas	3 Posturas
3 Posturas	2.10	1.82**	0.68**
2 Posturas	2.78	1.14**	----
1 Postura	3.92	----	----

1 Postura	a		
2 Posturas		b	
3 Posturas			c

Se deja ver que la diferencia entre el número de posturas es significativamente alta. Las medias de cada una presentan el detalle de su rendimiento; tal que para 1 postura se producen 4 cruces, para 2 posturas son 3 cruces y para 3 posturas solamente 2 cruces. Claramente se considera la superioridad del subtratamiento de una postura sobre los demás.

De manera generalizada, en ningún análisis de varianza se halló diferencias por interacción del factor Filas de bolsas y el factor Número de posturas por bolsa, lo que permitió trabajar el análisis de un factor independientemente del otro.

Adicionalmente, se incluye en el apéndice el comportamiento del desarrollo radicular comparado con el desarrollo aéreo (tallo). De la interpretación de las gráficas se infiere que es necesario aumentar el número de fertilizaciones al suelo, en forma diluida y a una concentración de 7.1%, a fin de incrementar el crecimiento del sistema radicular y mejorar la relación denomi-

nada: "Efecto de campana". Cabe agregar que de acuerdo a la experiencia en el trabajo: "Comparación de 2 niveles de fertilización diluida (7.1 y 14.2% de concentración)", en la misma finca donde se realizara esta tesis, se considera no funcional una concentración de fertilizante mayor a la empleada en el manejo del presente experimento (esto es, no mayor a 7.1% de concentración en fertilizante 20-20-0).

Una vez que los resultados han sido discutidos, se tienen ya valiosos elementos de juicio que enriquecen la conciencia de trabajo en esta fase de la caficultura, la cual a su vez es producto del conocimiento adquirido en la investigación.

8. CONCLUSIONES

En función de los objetivos pretendidos y las hipótesis planteadas, por fin pueden derivarse y concretarse las siguientes conclusiones:

- 8.a El tamaño óptimo de parcela fue obtenido por el método de máxima curvatura, en consideración de las cuatro variables estudiadas.
- 8.b La forma óptima de parcela se definió en el análisis de varianza y una vez aplicada la técnica del comparador Tukey para las variables: Área foliar y Diámetro del tallo.
- 8.c Como resultado de la verificación de la hipótesis No. 1, el arreglo de 2 hileras es el que promete mayor crecimiento y desarrollo vegetativo, respuesta encontrada en las variables: Área foliar y Diámetro del tallo. Esto a la vez es independiente del número de posturas, por no haber interacción, en donde el uso de una postura por bolsa se diferencia por el mejor comportamiento en rendimiento, en cualquiera de las variables analizadas.
- 8.d Como consecuencia de la verificación de la hipótesis No. 2, la forma y tamaño de parcela que permite reducir al mínimo el error experimental, es de 2 bolsas (2 filas) de ancho y 6 bolsas de largo (por fila), para un tamaño de 12 bolsas de almácigo de café.

9. RECOMENDACIONES

- 9.a El arreglo en almácigos de café es mejor, si se ordenan las bolsas en 2 hileras o filas; debiendo colocar una postura - por bolsa, esto es por prometer al caficultor un mayor rendimiento con excelente calidad en el producto.
- 9.b Para los futuros trabajos de investigación con almácigos de café que se realicen en la finca San José El Valentón, o en lugares con características similares a ésta, debe emplearse una parcela de la siguiente forma y tamaño: 2 bolsas de ancho (2 filas) y un largo de 6 bolsas (por fila), equivalente a un tamaño de 12 bolsas de almácigo de café.

Para proteger a la unidad experimental del efecto de borde, se sugiere colocar bolsas de almácigo sólo al inicio y final de las 2 filas o hileras, esto es debido a características de esta etapa del cultivo.

- 9.c Se recomienda realizar un análisis más profundo, especialmente para determinación de forma y tamaño óptimo de parcela experimental en un estadio más avanzado del cultivo.

Este estudio debe hacerse en función de aspectos como los siguientes:

- Metodología de agrupación de las unidades básicas para dar origen a forma y tamaño de parcela.
- Aplicación de otros métodos de análisis, como "Máxima Curvatura Bivariada" y "Regresión Múltiple" sugeridos por Barrientos (5).

10. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ CAJAS, V. M. Determinación del tamaño óptimo de parcela experimental en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) bajo condiciones de la Finca Bulbuxya. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 44 p.
2. AMEZQUITA, M. C. y MUÑOZ, J. E. Manual estadístico para la experimentación en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, C.I.A.T., Unidad de Biometría, 1979. p. irr.
3. ARNON, I. Organización y administración de la investigación agrícola. Trad., por Carlos J. Molestina y Edilberto Camacho. San José, Costa Rica, I.I.C.A., 1978. 433 p.
4. BARRIENTOS GARCIA, M. La matriz experimental Plan Puebla para la determinación de dosis óptimas económicas de capital ilimitado y dosis óptimas económicas de capital limitado en experimentos agrícolas. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 36 p.
5. ————. Evaluación de 4 métodos para la determinación de tamaño y forma óptimos de parcela para experimentación agrícola. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 75 p.
6. CHACIN LUGO, F. Tamaño de parcela experimental y su forma. Revista de la Facultad de Agronomía, (Maracay, Universidad Central de Venezuela), 9(3). 55-74. 1977.
7. COCHRAN, W.G. y COX, G. M. Diseños experimentales Trad., por el Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura. México, Trillas, 1980. 661 p.
8. FRANCO D., J. E. Uso de las superficies de respuesta en el cálculo del tamaño óptimo de la parcela experimental; un

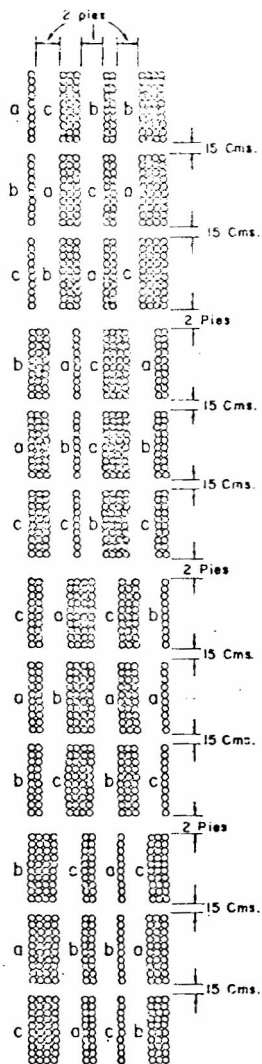
ensayo metodológico. Revista I.C.A. Colombia 12(3). 325-341. 1977.

9. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, SECCION DE CLIMATOLOGIA. Datos meteorológicos año 1978. Guatemala, 1981. 360 p.
10. HERNANDEZ DAVILA, A. G. Determinación de tamaño óptimo de parcelas para estudios experimentales en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Altiplano Central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 54 p.
11. HOLDRIDGE, L.M. *et al.* Los Bosques de Guatemala (Informe del proyecto I.N.F.O.P.), Guatemala, I.I.C.A., 1950.
12. LOMA, J. L. DE LA. Experimentación agrícola, 2a. ed. México, U.T.E.H.A., 1966. 433 p.
13. PALENCIA, A. e IBARRA, E. Determinación de tamaño óptimo de parcela para estudios experimentales en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) bajo las condiciones de la experimental agrícola "Sabana Grande". Sección científica. Revista Agronomía. (Guatemala), No. 1, 1966. 30 p.
14. PEARCE, S.C. Field Experimentation with Fruit Trees and other Perennial Plants. Commonwealth Agricultural Bureaux. Technical Communication No. 23.
15. PEREZ G., J. Estudio sobre el tamaño de la parcela experimental en café. S.T.I.C.A., Información técnica No. 7, San José, Costa Rica, Marzo de 1959.
16. SANCHEZ C., J. C. Curso intensivo sobre caficultura, destinado a catedráticos y alumnos del último semestre de estudios en el Instituto Técnico de Agricultura, instrucción sobre caficultura, Bárcena, Villa Nueva, I.T.A./INTECAP, Septiembre de 1978.



V. B. Ramirez S.

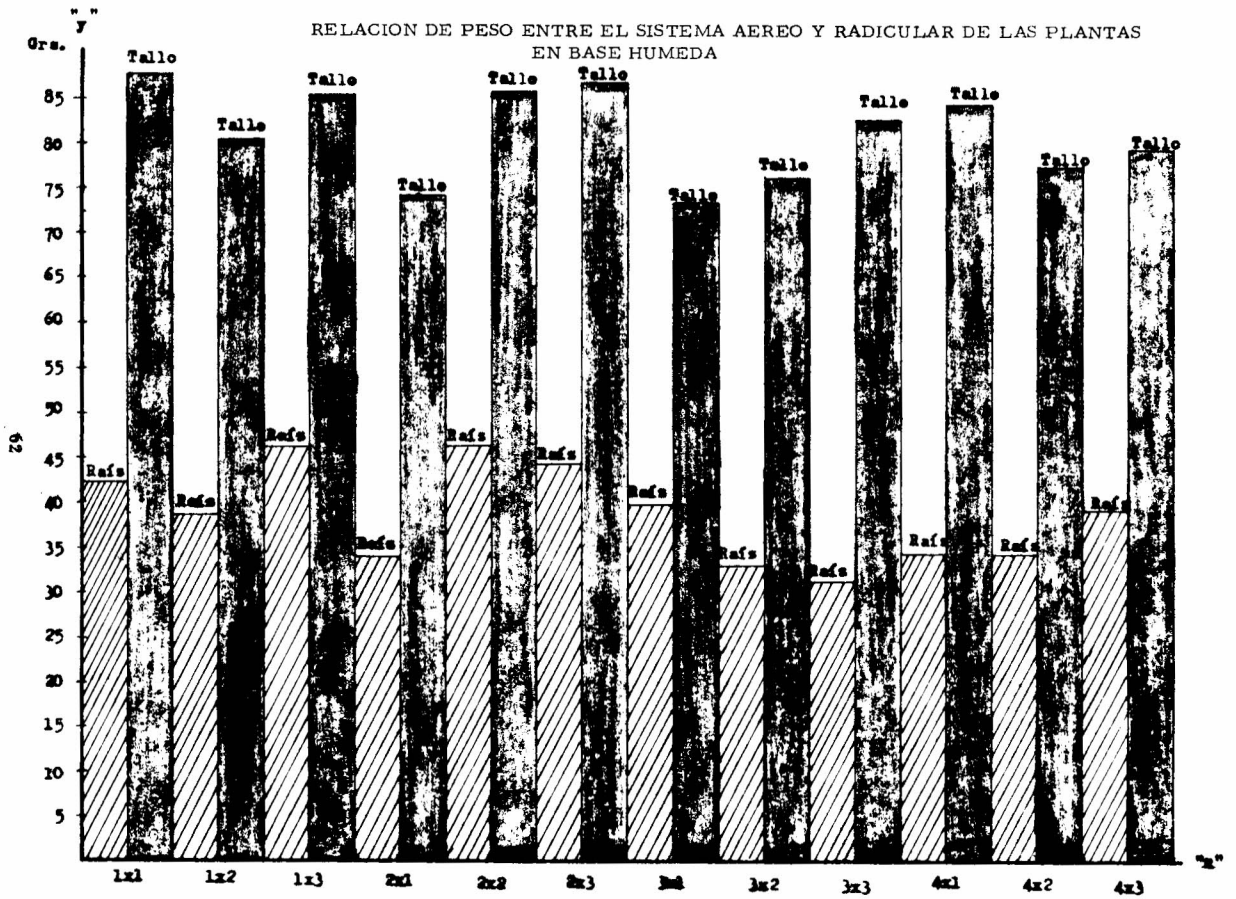
A P E N D I C E



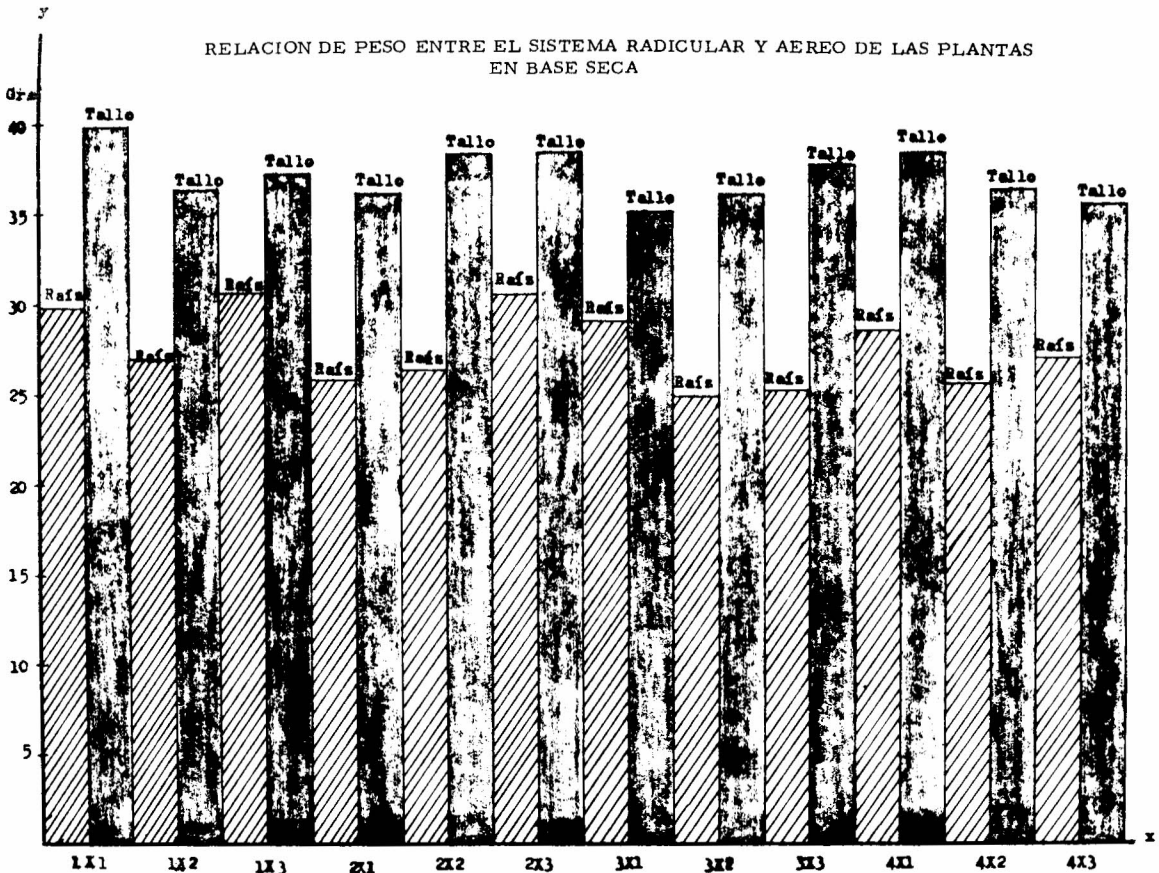
a = 1 POSTURA
b = 2 POSTURAS
c = 3 POSTURAS

SOMBRA: TEPHROSIA CANDIDA

RELACION DE PESO ENTRE EL SISTEMA AEREO Y RADICULAR DE LAS PLANTAS EN BASE HUMEDA



RELACION DE PESO ENTRE EL SISTEMA RADICULAR Y AEREO DE LAS PLANTAS EN BASE SECA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
D E C A N O