

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

" DETERMINACION DEL TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL
EN MELON (Cucumis melo) PARA EL DEPARTAMENTO
DE CHIQUIMULA, Y EN TOMATE (Lycopersicon esculentum)
PARA EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA."



TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
POR
MARLON LEONEL BUESO CAMPOS
EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 1985.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D.L.
01
T(794)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO: Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO: Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL SEGUNDO: Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez Gómez
VOCAL TERCERO: Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL CUARTO: P.A. Angel Leopoldo Jordán Zabaleta
VOCAL QUINTO: Prof. Leonel Arturo Gómez L.
SECRETARIO: Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Dr. Antonio A. Sandoval S.
EXAMINADOR: Dr. David Monterroso S.
EXAMINADOR: Ing. Agr. Aníbal Martínez Muñoz
EXAMINADOR: Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez
SECRETARIO a.i.: Ing. Agr. Negli René Gallardo



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala

19 de febrero de 1985

Ing. Agr.
César A. Castañeda S.
Decano Facultad de
Agronomía

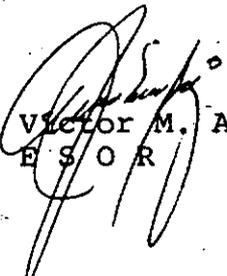
Señor Decano:

Le comunico atentamente que dando cumplimiento a la designación que me hiciera esa Decanatura, he procedido a asesorar el trabajo de tesis del Br. Marlon Leonel Buezo Campos, titulado "DETERMINACION DEL TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL EN MELON (Cucumis melo) PARA EL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, Y EN TOMATE (Lycopersicon esculentum) PARA EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA".

Considero que el presente trabajo llena los requisitos de una tesis de grado, por lo que recomiendo su aprobación para ser publicado.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr.  Victor M. Alvarez C.
A S E S O R

GUATEMALA
FEBRERO DE 1985.

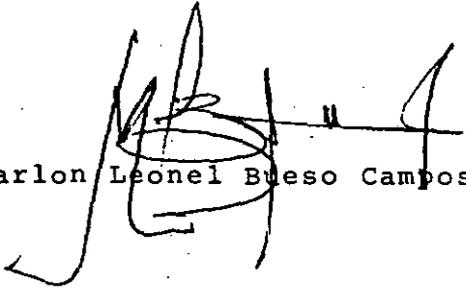
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

"DETERMINACION DEL TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA EX-
PERIMENTAL EN MELON (Cucumis melo) PARA EL DE-
PARTAMENTO DE CHIQUIMULA, Y EN TOMATE (Lycoper-
sicon esculentum) PARA EL VALLE DE LA FRAGUA,
ZACAPA."

Presentado como requisito previo a optar el título
de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licencia-
do en Ciencias Agrícolas.

Esperando que el mismo merezca su aprobación, aten-
tamente.


Br. Marlon Leonel Bueso Campos

ACTO QUE DEDICO

A DIOS PADRE TODOPODEROSO
A MI SEÑOR JESUS Y SU
SANTISIMA MADRE LA VIRGEN MARIA

A MIS PADRES: LEOMENIDAS BUESO
LETICIA CAMPOS DE BUESO
Que con su abnegable esfuerzo y ejemplo
han logrado mi superación.

A MI AMADA ESPOSA: ENA RUTH GUERRA DE BUESO

A MI QUERIDA HIJA: ENA PATRICIA BUESO GUERRA

A MIS HERMANAS: ZORAYDA LETICIA BUESO CAMPOS
INGRID J. BUESO DE DIAZ
CELESTE A. BUESO CAMPOS

A MI HERMANO: HECTOR ABELINO DIAZ C.

A MIS AMIGOS Y PARIENTES.

TESIS QUE DEDICO

A: LICEO LA SALLE DE CHIQUIMULA

A: FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA

A: REGION VII DEL INSTITUTO DE CIENCIA
Y TECNOLOGIA AGRICOLAS.

UN ESPECIAL RECONOCIMIENTO A

OLY DIAZ .

POR SU COMPRESION Y DECIDIDO
APOYO A MI SUPERACION ACADEMICA.

AGRADECIMIENTO

Ing. Agr. Victor Manuel Alvarez Cajas, por su asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo.

Ing. Agr. Marino Barrientos, por su valioso apoyo y sugerencias.

A los compañeros:

- Ing. Agr. Max Myrol Gonzales
- Ing. Agr. Ferdy Noel Berganza B.
- Ing. Agr. Baltazar Moscoso C.
- Ing. Agr. Héctor Abelino Díaz C.
- P. Agr. Jorge Cardona

Por su colaboración en la ejecución del Trabajo de Campo.

Y a Maribel de María Roque P. Por su colaboración en el Trabajo Mecanográfico.

Los resultados de este trabajo son propiedad
del INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
y se publican con la debida autorización.

CONTENIDO

	PAG.
RESUMEN	3
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
IV.1 Generalidades	5
IV.2 Métodos Estadísticos	10
IV.3 Tamaños y Fórmulas de Parcela Experimental empleadas en la investigación de Tomate y Melón en Guatemala	18
V. MATERIALES Y METODOS	21
V.1 Ensayo en blanco para Tomate	21
V.1.1 Localización	21
V.1.2 Variedad	22
V.1.3 Manejo del Ensayo	23
V.2 Ensayo en blanco para Melón	24
V.2.1 Localización	24
V.2.2 Variedad	25
V.2.3 Manejo del Ensayo	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	27
VII. CONCLUSIONES	29
VIII. RECOMENDACIONES	30
IX. BIBLIOGRAFIA	31

RESUMEN:

Con base en la necesidad de conducir investigaciones en las regiones de Zacapa y Chiquimula, para la generación de Tecnologías adecuadas que permitan el incremento de la productividad hortícola de la zona, se realizó el -- presente trabajo que consistió en determinar el Tamaño y la Forma óptima de Parcela que podrá usarse como Unidad experimental en futuros ensayos de campo en los cultivos de Tomate y Melón; tales como la Evaluación de Variedades, estudios de fertilización, pesticidas, prácticas culturales, etc; que se realicen bajo condiciones del Valle de La Fragua, Zacapa y el Valle de Chiquimula o regiones con similares condiciones.

Los datos de rendimiento que sirvieron de base para éste Trabajo de Investigación se tomaron de Ensayos en Blanco en Tomate, ubicado en el centro de Producción El Oasis, La Fragua, Zacapa; y en Melón de una plantación comercial en el Valle de Chiquimula, dicha selección se realizó - considerando uniformidad de Siembra, Topografía, Manejo, etc.

El área experimental para Tomate se dividió en 260 unidades básicas de 1.8 x 4 mts (3.6 mt^2), las cuales fueron agrupadas en 50 combinaciones; en Melón el lote experimental se dividió en 480 unidades básicas de 1.8 x 1 mt (1.8 mt^2) las que se agruparon en 35 combinaciones.

Los métodos de análisis que se aplicaron fueron:

- Máxima Curvatura Bivariada y
- Regresión Múltiple.

Para el caso del Tomate los dos métodos se ajustaron a las dos escalas de medición empleadas (en metros y unidades) resultando más eficiente estadísticamente el método de Regresión Múltiple. Los resultados que se obtuvieron de ambos métodos permitieron seleccionar el tamaño y forma óptimos de unidad experimental, que podrán usarse en los ensayos de campo, siendo éstos: de 4 a 5 surcos de Ancho (3.6 - 4.5 mts) con un largo de 6 a 6.5 mts; lo que equivale a un área entre 24 - 30 mt².

En lo que respecta al Melón, los dos métodos se ajustaron a las dos escalas de medición empleadas, resultando mejor el método de Máxima Curvatura Bivariada; seleccionando finalmente una parcela óptima de 3 a 6 surcos de Ancho (5.4 - 10.8 mts) de 5 - 7 mts de Largo, con un tamaño de 27 a 75.6 mt².

I. INTRODUCCION:

El cultivo de Tomate y Melón al igual que el Tabaco, Sandía y otras hortalizas, representan para los agricultores de la región nor-oriental del país, una de las mayores fuentes de ingreso, ya que están catalogados como cultivos rentables - comparado con los granos básicos y otros; pero, son varios los factores que limitan la producción hortícola en la Zona, entre otros, hace falta un mercado estable para los productos y también contar con nuevas técnicas de producción desarrolladas a través de la investigación para resolver en forma eficiente los principales problemas agronómicos de los cultivos.

Mediante el establecimiento de la planta procesadora de Tomate (INCODEPA) y las plantas de exportación de Melón (CAPCO-SA; CATI SA) en los municipios de Estandzuela y La Fragua, Zacapa, respectivamente; se resuelve en parte la primera limitante de tipo general a la producción tomatera y melonera - del nor-oriente, pero la incorporación de nuevas técnicas de producción, es tarea que toca aún por resolver.

Con base en la necesidad de conducir investigaciones en los cultivos de Tomate y Melón; primero, es necesario resolver uno de los principales problemas que afronta el investigador en la fase inicial de toda investigación, esto es, la determinación del tamaño y forma de parcela a utilizar en sus experimentos de campo de tal manera que estos (el tamaño y la forma) permitan reducir al mínimo el error experimental, lo grando de esta forma un mayor grado de confiabilidad en las inferencias posibles de hacer en base a los datos experimentales.

La información que se tiene sobre los tamaños y formas de las Parcelas experimentales utilizadas en Tomate y Melón para el Valle de Chiquimula son variados, de tal forma que no se cuenta con una información precisa que ofrezca al investigador una seguridad en la escogencia del tamaño de Parcela a emplear en sus experimentos de campo.

En el presente trabajo para lograr los objetivos planteados; se aplicaron los métodos de Regresión Múltiple y el de Máxima Curvatura Bivariada atendiendo la recomendación dada por Barrientos (4) en su tesis de grado; ubicando los ensayos en blanco para Melón y Tomate en el Valle de Chiquimula y en el Centro de Producción El Oasis, La Fragua Zacapa, respectivamente.

II. OBJETIVOS:

II.1 Generales:

- Realizar un estudio básico para futuros trabajos de investigación en el cultivo de Tomate y Melón, para las condiciones de Zacapa y Chiquimula.

II.2 Específicos:

- Determinar el tamaño y forma óptimas de parcela experimental para Tomate y Melón utilizando los métodos de Máxima Curvatura Bivariada y Regresión Múltiple.

III. HIPOTESIS:

Para las regiones de Zacapa y Chiquimula, existe un tamaño y forma optimas de parcela para los ensayos de Tomate y Melón, que permite reducir al mínimo la variabilidad del suelo, el cual influye en la magnitud del error experimental, y en la precisión de los resultados a obtener en los ensayos a realizar en tomate y melón.

IV. REVISION DE LITERATURA:

IV.1 GENERALIDADES:

Entre los principales problemas que afronta el investigador agrícola, se encuentra la elección del tamaño más adecuado de Parcela Experimental. En general por falta de información precisa, la alternativa de escogencia es arbitraria, ya que solamente obedece a la experiencia de otros países o a la disponibilidad de terreno, semilla y recursos económicos, sin tomar en consideración el importante aspecto de la heterogeneidad del suelo y la variabilidad individual inherente a la población con que se trabaja, factores éstos que afectan en mayor grado el tamaño más eficiente de la Parcela que habrá de utilizarse como unidad experimental (14).

AMEZQUITA Y MUNOZ (2) señalan: que 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 aumenta sus programas manteniendo el recurso terreno relativamente constante. El estudio del tamaño, forma y 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 parcela mayor que el necesario; y la segunda, cuando por utilizar un menor ta-

maño no es posible detectar, diferencias significativas entre los tratamientos.

En cualquier prueba de tipo experimental además de la variación de los resultados debida al efecto de los tratamientos aparece otra denominada "Error Experimental" originada por dos causas fundamentales: la falta de uniformidad en la conducción del ensayo y la variabilidad inherente al material experimental (8). Y también Giraldo (1,969) citado por Franco - (9) expresa que en los ensayos de campo la segunda causa de error se presenta por la variabilidad inherente a las plantas y la heterogeneidad natural del suelo, siendo consideradas como fuentes incontrolables de error experimental.

La variabilidad por causas externas al experimento conduce al enmascaramiento de los verdaderos efectos de los tratamientos con el riesgo de adaptar conclusiones erradas, en este punto interviene la metodología estadística aportando instrumentos de manera que, a partir del conocimiento del material experimental sea posible minimizar el error y tener una medida de su magnitud (8).

BAENA et. al: citado por ALVAREZ (1) señala que el grado de heterogeneidad del suelo influye directamente en la magnitud del error experimental y en la precisión de los resultados obtenidos, por consiguiente, la estimación de la heterogeneidad del suelo debe ser el paso preliminar para el desarrollo de un experimento de campo.

REYES (16): señala que entre las modalidades más recomendables para la reducción del error experimental están:

1. Utilización de variedades experimentales tan uniformes como sea posible (suelo homogéneo).
2. Tamaño adecuado de la unidad experimental.
3. Utilización de un eficiente número de repeticiones por cada tratamiento.
4. Manejo de las unidades experimentales tan uniforme como sea posible (densidad de siembra riego, fertilización, control de plagas y enfermedades etc.).
5. Eliminación del efecto de orillas y la competencia mutua entre tratamientos (uso de parcela útil).
6. Poner todos los tratamientos en igualdad de condiciones de manera que si alguno es superior a los demás, tenga oportunidad de mostrarlo.
7. Adecuada distribución de los tratamientos, por medio de Aleatorizaciones, estratificación etc.
8. Aplicación de métodos estadísticos que permitan separar las diversas causas de variación y obtener el mejor provecho de los resultados.

El uso de los ensayos en blanco o de uniformidad permite describir la heterogeneidad del suelo (2) --- WASSON Y KALTON citados por Alvarez (1) indican que los datos de uniformidad vienen siendo usados desde hace 30 ó 40 años con distintos propósitos.

Inicialmente fueron usados para determinar el grado de heterogeneidad del suelo mediante curvas de fertilidad, con resultados que indican que el suelo podía variar considerablemente, aún en aquellas áreas de aparente uniformidad; que la fertilidad; del suelo no está distribuida al azar o que las parcelas adyacentes eran más similares en promedio que aquellas más separadas entre si.

Luego fueron usados para corregir rendimientos en experimentos realizados consecutivamente en las mismas parcelas en un intento para aumentar precisión, pero con resultados que probaron ser relativamente inefectivos. Más recientemente, estos datos han sido utilizados para investigar tamaños y formas de parcelas experimentales y para comparar la eficiencia relativa de diseños empleados en experimentación.

El hecho de que el error experimental (como coeficiente de regresión) decrece cuando se incrementa el tamaño de la parcela, pero la reducción no es proporcional al incremento, ha sido reportado por muchos investigadores como IMMER (1932), CHICA FLEMING et al (1957), MONNEKE (1959) y MARTINEZ y MENDOZA (1966) citados por FRANCO (9). Entonces como lo expresan CHICA Y RODRIGUEZ, citados por FRANCO (9) que una forma de reducir la incidencia de la heterogeneidad del suelo en los resultados es el empleo de un número definido de parcelas con determinada forma y tamaño, además de ser importante desde el punto de vista de variabilidad, lo es también de costo, pues muchos son los experimentos llevados a cabo en áreas grandes, injustificables no solo desde el punto de vista económico sino también estadístico (7).

Los factores que influyen y llegan a determinar el tamaño y la forma de la parcela son en orden de importancia (16 y 7).

1. El tipo o calidad del suelo.
2. La especie o clase de cultivo.
3. Número de tratamientos y repeticiones.
4. Grado de precisión deseado.
5. Recursos económicos disponibles.
6. Extensión superficial del terreno disponible.
7. El objetivo perseguido.
8. El muestreo
9. Uniformidad del material bajo experimentación.
10. Métodos de cultivo.

Para poder realizar una evaluación de estos factores y determinar un tamaño y forma adecuados de unidad experimental es necesario realizar ensayos previos de variabilidad edáfica o ensayos con otros objetivos, los cuales a su vez pueden ser utilizados para los estudios de variabilidad, correspondientes (Láctices o parcelas divididas). (4,7)

PABLOS Y CASTILLO (1,976) citados por BARRIENTOS (4) indican que los ensayos en blanco o de uniformidad entre otros usos, permiten determinar el tamaño de parcela experimental. Un ensayo en blanco se define como aquel en el que se siembra toda la extensión de un campo con una misma variedad tan pura como sea posible de una especie determinada, sometiendo a todo el campo a prácticas idénticas de cultivo (4) -- (citando a DE LA LOMA). Teniéndose como única variable la heterogeneidad del suelo (7). Después se divide el campo en cierto número de parcelas (unidades básicas) cuya producción se mide por separado.

PABLOS Y CASTILLO citados por BARRIENTOS (4) agregan que los rendimientos (de las unidades básicas) de parcelas contiguas pueden ser sumados para formar parcelas de diferentes tamaños y formas y así se pueden evaluar y comparar la variabilidad del suelo y otros factores pertinentes.

SMITH: Citado por FRANCO (9) expresa que los ensayos de uniformidad o en blanco permiten hacer agrupaciones de unidades adyacentes a fin de que se puedan tener observaciones para parcelas de tamaño y formas diferentes y así lograr estimaciones óptimas.

IV.2 METODOS ESTADISTICOS:

BAENA et al citado ALVAREZ (1), BARRIENTOS (4) y CHACIN LUGO (7), indican la importancia que tiene para el investigador el conocimiento de las dimensiones de la unidad experimental, para ello se han propuesto diferentes metodos estadísticos para estimar el tamaño y la forma óptima de la parcela, a partir de la información sobre rendimientos obtenidos en ensayos de uniformidad.

Entre los métodos para el cálculo de las dimensiones de la unidad experimental estan:

1. Método de máxima curvatura.
2. Método de máxima curvatura modificado.
3. Método Smith.
4. Método de Hateway.
5. Método de Kich y Rigney.

6. Método de la forma canónica.
7. Método de la Regresión múltiple.
8. Método de máxima curvatura bivariada.

BARRIENTOS (4) determinó que el método que mejor estima el tamaño óptimo de parcela (y también la forma) es el de Máxima Curvatura Bivariada y el de regresión múltiple para las condiciones bajo estudio.

IV.2.1 METODO DE REGRESION MULTIPLE:

Este es un método reciente citado por CHACIN LUGO (7) y que fue generado con el objeto de dar información no solamente del tamaño, sino también de la forma de la parcela, que es importante conocer.

Con éste método se trata prácticamente de encontrar mediante procedimientos matemáticos el punto de la máxima curvatura. Con él se trata de eliminar subjetividad y efecto de escala, que tiene el de máxima curvatura.

Este método es una extensión en tres dimensiones del método de curvatura máxima.

BARRIENTOS (4) Indica que el comportamiento de la variabilidad de un ensayo puede ser analizado como respuesta de la variación a componentes de forma y tamaño de las parcelas experimentales, por medio de un modelo de superficie respuesta el cual incluye los efectos a estudiar, de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{12} X_1 X_2 + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable aleatoria observable, dependiente en su comportamiento de X_1 y X_2 .

X_1 = Número de hileras de la parcela experimental.

X_2 = Número de columnas de la parcela experimental.

B_i, B_j = Parámetros desconocidos coeficientes de regresión.

$E_{i,j}$ = Variable aleatoria, error experimental.

Sobre éste modelo de regresión se hace una estimación mínima-cuadrática de los parámetros y prueba de hipótesis sobre el ajuste del modelo.

El modelo propuesto para el calculo del optimo tamaño y forma de parcela es:

$$CV_k = B_0 + B_1 A + B_2 L + B_3 A^2 + B_4 L^2 + B_5 AxL + EK$$

Donde:

- CV_k = Coeficiente de variación calculado para parcelas de tamaño y forma A x L.
- K = 1,2,3...n= número de observaciones.
- A = Ancho de parcela, medido en número de -- surcos que lo componen o metros.
- L = Largo de parcela, medido en segmentos de surcos que lo componen o metros.
- A x L = Interacción ancho por largo: tamaño de la parcela de ancho A y largo L.

El mismo autor: BARRIENTEOS (4) citado por ALVAREZ CAJAS (1) indica que del modelo anterior se obtiene una superficie en tres dimensiones definida por los valores de los coeficientes de regresión y el intercepto, utilizando la característica ya conocida de respuesta descendente de la variación ante incremento en el tamaño de la parcela, la superficie se espera concava hacia abajo presentando un valor mínimo (Figura 1).

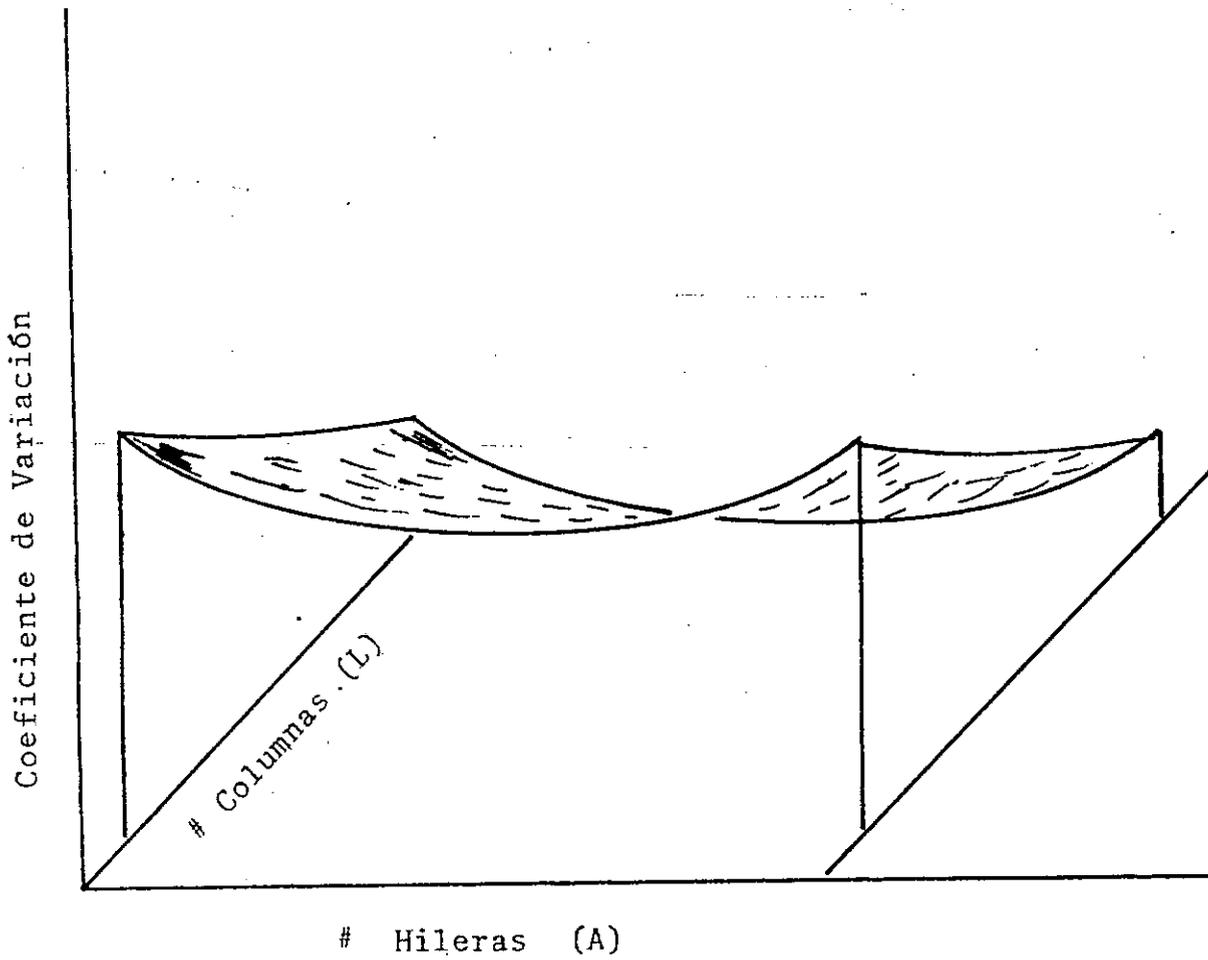


Fig. 1

Superficie de respuesta para el modelo de Regresión Múltiple.

La rapidez presentada en la disminución del C.V. ante cambios en las dimensiones de la parcela, correspondiente a la curvatura de la superficie y puede ser medida en cualquier punto mediante el cálculo de la pendiente: así es posible obtener la combinación de factores (ancho y largo) para los cuales la superficie presenta una curvatura determinada.

La combinación de importancia es aquella para la cual la superficie presenta su máxima curvatura, es decir pendiente -1, a la izquierda de éste punto se tienen incrementos significativos en el C.V. ante una disminución de las dimensiones (parcelas pequeñas y exceso de variabilidad) y a la derecha, la curvatura es tal, que económicamente no justifica la disminución en la variabilidad. Otro punto de interés es el de curvatura mínima de la superficie, pendiente igual a cero. Las derivadas parciales respecto a cada dimensión proveen la estimación de los puntos críticos buscados.

Para el punto de curvatura máxima:

$$\frac{dcv}{dA} = b_1 + 2b_3A + b_5L = -1$$

$$\frac{dcv}{dL} = b_2 + 2b_4L + b_5A = -1$$

Y para el mínimo coeficiente de variación:

$$\frac{dcv}{dA} = b_1 + 2b_3A + b_5L = 0$$

$$\frac{dcv}{dL} = b_2 + 2b_4L + b_5A = 0$$

Al resolver estos sistemas de ecuaciones se encuentran los valores de ancho, largo y ancho por largo (tamaño) para parcelas que optimizan y minimizan el C.V. respectivamente.

IV.2.2 METODO DE MAXIMA CURVATURA BIVARIADA:

Ideado por BARRIENTOS (4) citado por ALVAREZ (1) propuso una modificación al método de máxima curvatura, este consiste en la aplicación del modelo de Regresión Múltiple Logarítmica siguiente:

$$CV_{ij} = B_0 A_i^{B_1} L_j^{B_2} E_{ij}$$

Donde :

B_0, B_1, B_2 = Parámetros desconocidos de regresión.

A_i = Variable ancho de parcelas.

L_j = Variable largo de Parcelas.

CV_{ij} = Coeficiente de variación que se espera obtener al realizar experimentos con parcela de ancho A y largo L.

E_{ij} = error experimental con cada parcela.

Posteriormente se linealizará el modelo logarítmico con el objeto de estimar los coeficientes y exponentes de la ecuación. Así mismo en éste método tal como en el de Regresión Múltiple se hace uso de la característica conocida como respuesta descendente de la variación ante un incremento en el tamaño de parcela (relación inversa entre el C.V. y X) esperando una superficie de respuesta cóncava hacia abajo para determinar las dimensiones de la parcela óptima. Mediante el cálculo de la pendiente, es posible medir la curvatura de superficie y obtener la combinación de factores (ancho y largo) para los cuales la superficie presenta una curvatura determinada.

Económica y prácticamente la combinación de importancia es aquella para la cual, la superficie presenta una máxima curvatura, correspondiente a una pendiente igual a -1 , ya que a la derecha de éste punto, la curvatura es tal que económicamente un aumento del tamaño en la parcela no justificada la disminución de variabilidad que produce.

Las dimensiones óptimas para la parcela (que determinan el tamaño y la forma) resultan ser entonces aquellas para las que la pendiente es -1 , es necesario ahora obtener derivadas parciales de la ecuación de regresión igualarlas a -1 y resolver el sistema para encontrar los valores de dichas dimensiones.

Para el modelo de máxima curvatura bivariada las derivadas son:

$$\frac{dcv}{dA} = b_0 b_1^A b_1^{-1} L^{b_2} = -1$$

$$\frac{dcv}{dL} = b_0 b_2 A^{b_1} L^{b_2-1} = -1$$

Que al resolverlas dan los valores de A y L de la parcela óptima.

Finalmente se sustituyen en la ecuación original los valores encontrados para las dimensiones y se determina así el coeficiente de variación esperado en los experimentos a realizar con parcelas de esa forma y tamaño.

IV.3 TAMAÑOS Y FORMAS DE PARCELAS EXPERIMENTAL EMPLEADA EN LA INVESTIGACION DE TOMATE Y MELON EN GUATEMALA.

CARRILLO GRAJEDA, R (6) para sus estudios utilizó un arreglo en parcelas divididas, donde, las parcelas grandes fueron de 16 x 6 mts. (96 mt²) y las parcelas chicas de 4 x 6 mts. (24 mt²).

GUTIERREZ CASTANEDA, A (11) reporta parcelas de --- 1071.36 mt² utilizando doble surco para camas distancias entre si a .70 mt.

POLANCO SALGUERO, C (15) utilizó en Tomate, parcelas de 4 surcos de 7 mts. de largo, con una distancia entre surcos, de 1.00 mt., las parcelas netas fueron de 2 surcos de 6 mts. de largo dando una área neta de 12 mt².

GARRIDO AGUIRRE, L (10) en sus ensayos de Tomate utilizó parcelas de 6 hileras de 10 mts. de largo por 6 mts. de ancho, con una área útil de 4 hileras centrales y una área de 32.4 mt^2 .

ROSSELL SERRE, C.E. (17) utiliza en sus experimentos de tomate 4 hileras de 4 mts, de Largo (19.2 mt^2) y una parcela útil de 2 hileras centrales de 3.2 mts. de largo, para obtener una área neta de 7.68 mt^2 .

DE LEON VILLAGRAN, R (12) en sus experimentos de melón las parcelas que utilizó fueron de 3.6 mt. de ancho y 10 mts. de largo (36 mt^2) o sea 2 surcos a 1.8 mts. entre si y 10 mts. de largo.

AYALA VARGAS, H.D. (3) reporta en melón parcelas de 43.2 mt^2 con 2 camas de 12 mts. de largo y 1.8 mt. de ancho. El área neta que utilizó fué de 36 mt^2 .

LOPEZ CABRERA, E.A. (13) utiliza en Melón, una parcela de 36 mt^2 , utilizando 2 surcos de 1.8 mt. de ancho y de 10 mts. de largo.

CAJAS MONTENEGRO, C. (5) en su trabajo experimental de Melón reporta parcelas de 5.4 mt x 10 mt. de largo (54 mt^2) y una área neta de 18 mt^2 formada por una parcela de 1.8 mt. de ancho y 10 mt. de largo.

Los trabajos anteriores nos permiten observar objetivamente la falta de uniformidad de criterios en la selección del tamaño y forma de parcela que se ha usado en ensayos de campo en Tomate y Melón; teniendo así que para Tomate el tamaño usado varía en

tre 7 - 1071 mt^2 ; en Melón el tamaño ha variado entre 36 - 54 mt^2 y las formas van de cuadrada a Rectangular.

V. MATERIALES Y METODOS:

Las labores de campo para someter a prueba las hipótesis y alcanzar los objetivos trazados en el presente trabajo se realizaron durante las siembras de verano 82-83 en las localidades y cultivos cuyas descripciones se detallan a continuación

V.1 ENSAYO EN BLANCO PARA TOMATE:

V.1.1 LOCALIZACION:

El ensayo se realizó en el Centro de Producción El-Oasis, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), localizado en La Fragua, Zacapa: cuyas condiciones ecológicas son:

Precipitación promedio anual:	400 mm
Temperatura media anual:	27.1°C
Altitud:	210 msnm
Latitud:	14° 57' 51"
Longitud:	89° 35' 04"

Los suelos donde se ubicó el ensayo pertenecen a la serie Chicaj, suelos de origen volcánico, poco profundos, maldrenado, de color gris oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques sub-angulares de tamaño mediano, consistencia adherente y plástica, estos suelos son predominantes en el centro experimental.

V.1.2 VARIEDAD:

La variedad utilizada es la UC-82 A, variedad de tomate tipo determinada compacta obtenida en la Universidad de California EEUU, adaptada a las condiciones del Valle de La Fragua: sus principales características son:

-Tasa de crecimiento del VMT	4.05
-Tipo de tallo	Flexible
-Pubescencia	Débil
-Hábito de hojas	caídas
-Cobertura del Follaje	Muy buena
-Tamaño de fruto	Pequeño (3-5 cms)
-Forma del fruto	Redondo, alargado
-Color del pericarpio	Amarillo
-Color de pulpa	Rosada
-% de Azucar	4
-% de jugo	83
-% de solidos totales	5.8
-Viscosidad	12.5
-Dias de floración	45
-Dias de madurez	70
-No. promedio de cortes	3
-Rendimiento promedio	30-40 TM/Ha
-Consistencia de fruto	Duro.

V.1.3 MANEJO DEL ENSAYO:

El terreno seleccionado posee homogeneidad en cuanto a pendiente, color, etc; la preparación del terreno consistió en pasos de rastra pesada hasta mullir -- bien el suelo. Determinación de la pendiente del terreno y trazo de curvas a 04% de pendiente. Surqueado a 0.90 mts de ancho, preparación de tomas, regaderas y drenaje.

El transplante se hizo a camellón sencillo, plantando las plántulas de Tomate a 0.25 mt entre sí sobre el Camellón, con una distancia entre surcos de 0.90 mts, logrnado asi una densidad uniforme de la población equivalente a 44,444 plantas/Ha.

Las regaderas fueron de 2 mts de ancho y se usaron sifones de 1" de diámetros, para los riegos, que se hicieron el primero al transplante, y los siguientes cada 8 días hasta el inicio del primer corte. El área del lote experimental fué de 1188 mt² (30 surcos de borde y 2 mts de cabecera, resultando una -- área útil de 1040 mt² (26 surcos de 40 mts de largo) la cual se dividió en 260 parcelas (Unidades Básicas) de 1.8 x 4 mts (3.6 mt²)

Las prácticas de cultivo fueron las siguientes:

Fertilización: 8 qq de 15-15-15 y 2 qq/Mz de Urea a los 30 DDT

Control de Plagas: Del Suelo: Volatón Gr. - 2.5% 100 Lbs/Mz.
Del Follaje: Tamarón 600, 1.3 Lts/Mz a intervalos de 8 días Folidol 2.4 Lts/Mz, - Orthene, Lannate c/8 días-

hasta el primer corte.

Control de Enfermedades: Se hicieron aplicaciones de Benlate, Manzate 200 y Dithane M-45, alternados cada 8 días.

control de Malezas: Entre 10-15 días después del transplante se aplicó Sencor WP-70, 400 grs PC por Mz.

V.2 ENSAYO EN BLANCO PARA MELON:

V.2.1 LOCALIZACION:

El ensayo en blanco para melón fué ubicado en una plantación comercial en el departamento de Chiquimula a la altura del Kilómetro 173 de la carretera que conduce de Guatemala a la Ciudad de Esquipulas, Chiquimula.

Las características del lugar son:

Altitud: 380 msnm
Latitud: 14°47' 55"
Longitud: 89° 32' 48"
Precipitación media anual 718.8 mm
Temperatura media anual 25°C

Los suelos son profundos sobre materiales de color claro, de textura franco-arcillo-arenoso, color café oscuro, pertenecientes a las series Altobran, Chuctal y Tahuaní.

V.2.2 VARIEDAD:

La variedad de melón utilizada fué del tipo Honey-Dew denominada MAYAN SWEET, adaptada a la zona de muy buena aceptación en el mercado internacional, sus principales características son:

Forma del fruto	Redonda
Tamaño del fruto	Grande (16 cms)
Color del fruto	Crema
Cobertura	1.8 mt ancho
Dias de floración	30
Dias de Madurez	70
% de Azucar	14
No. promedio de cortes	6
Rendimiento promedio	750 cajas/Mz de 30 Lbs.

V.2.3 MANEJO DEL ENSAYO:

El terreno seleccionado fue una plantación comercial de 4 manzanas de extensión, se ubicó el ensayo en la parte más homogénea en población pendiente, suelo etc. La preparación del terreno fué de 1 paso de arado y 2 de rastra, surqueado a 0.90 mts. de ancho, se prepararon las tomas y regaderas. La siembra fue a 0.30 mts entre plantas y 1.8 mts entre surcos para obtener una población uniforme equivalente a 13,000 plantas/Mz.

El área del lote experimental fué de 1620 mt² (30 - surcos de 30 mts de largo) dejando sin cosechar 5 - surcos de borde y 3 mts de cabecera resultando una área útil de 864 mt² (20 surcos de 24 mts de largo),

el cual se dividió en 480 parcelas (Unidades Básicas) de 1.8 x 1 con una área de 1.8 mt².

Las prácticas culturales al cultivo fueron las siguientes:

Fertilización: 6 qq/Mz de 15-15-15 y 2.5-qq/Mz Urea.

Control de Plagas: Del Suelo: Furadan 5G al suelo al momento de la siembra.
Del Follaje: Aplicaciones alternas de Tamarón 600, Folidol M-48 a razón de 0.51 Lt/Mz los primeros 10 días.

Control de Enfermedades: Aplicaciones de Dithane M-45 1 Kg/Mz a la 4ta. y 5ta. semana. Aplicaciones alternas Daconil y Manzate 200- a 1 Kg/Mz de la 6ta. semana en adelante.

Control de Malezas: A los 15 días después de la siembra aplicaciones de Gramoxone 50 cc + 4 cc de Adherente 775/bomba de 4 galones (cubriendo con bote las plantas). Limpia manual a los 30 días.

Riegos: 1 riego de germinación, los demás cada 12 días con sifones de 2" después cada 8 días hasta el último corte.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION:

El rendimiento en Kg. de las unidades básicas adyacentes de los ensayos en blanco para Tomate y Melón se describe en los Cuadro 1 y 2 respectivamente. Las 260 unidades básicas para Tomate se agruparon en 50 combinaciones y las 480 unidades básicas para Melón se agruparon en 35 combinaciones con el objeto de obtener las diferentes formas y tamaños de parcela a probar utilizando dos escalas de medición: en metros y en unidades básicas.

Con los rendimientos de cada una de las combinaciones, se hicieron los calculos iniciales de Media (\bar{X}), Varianza (S^2) Desviación Estandar (S) y Coeficiente de Variación (CV), que aparecen en los Cuadros 3 y 4.

En cada uno de los casos para cada cultivo, los análisis se realizaron mediante aplicación del paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) en la Computadora IBM/370 de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Y los programas MELGAR 2 y REGREMUL. MP que se encuentran en la microcomputadora del Centro de Estadística y cálculo de la Facultad de Agronomía; que permitió en ambos casos estimar las ecuaciones de Regresión con sus respectivos análisis de varianza mediante una aplicación directa del método de Regresión Múltiple y el método de Máxima Curvatura Bivariada, posteriormente linealizados por medio de logaritmos. Estas ecuaciones para Tomate (Cuadro 5) y para Melón (Cuadro 6) presentan sus respectivos análisis de varianza y coeficiente de determinación en donde puede observarse que en el caso de Tomate (Cuadro 7) el coeficiente de Determinación (R^2) para el método de Máxima Curvatura Bivariada es de 0.7818 y 0.719 cuando la escala se ex--

presó en unidades y en metros respectivamente; para el método de Regresión Múltiple de 0.897 y 0.8911 para unidades y en metros respectivamente.

Bajo este punto de vista los dos métodos se ajustan a las dos escalas empleadas, pero el método de regresión múltiple es el que resulta más eficiente estadísticamente.

En el caso de Melón (Cuadro 8) el coeficiente de determinación para el Método de Máxima Curvatura Bivariada es de -- 0.9656 y para el método de Regresión Múltiple de 0.8723 y 0.8724 para unidades y en metros respectivamente; aquí se puede observar que los métodos se ajustaron a las dos escalas empleadas, resultando más eficiente estadísticamente el método de Máxima Curvatura Bivariada.

Al obtener las derivadas parciales del coeficiente de variación con respecto al Ancho y Largo de la parcela e igualadas a -1 (que es el punto de Máxima Curvatura) se obtienen 2 ecuaciones simultáneas para cada método, cuyas resoluciones arrojan los óptimos en forma y tamaño de parcela para Tomate (Cuadro 9) y para Melón (Cuadro 10).

Con base en los resultados anteriores, para Tomate se selecciona como óptima, una parcela que oscile entre 4 y 5 surcos de Ancho (3.6 - 4.5 mts) y de 6 a 6.5 mts de largo para un tamaño de 24-30 mt², para obtener coeficientes de variación alrededor de 12%; mientras que para Melón la parcela óptima es de 3 - 6 surcos de Ancho (5.4 - 10.8 mts.) - de 5 - 7 mts de largo, con un tamaño de 27 - 75.6 mt² para obtener coeficientes de variación entre 5 y 13 % .

Cuadro 1: RENDIMIENTO EN Kg POR UNIDAD BASICA DE 3.6 Mt² -
 (0.9 x 4), DEL ENSAYO DE UNIFORMIDAD EN TOMATE -
 EN EL CENTRO DE PRODUCCION EL OASIS, LA FRAGUA,
 ZACAPA.

3.49	3.20	4.28	3.63	3.77	4.90	5.67	5.81	6.75	4.85
4.14	5.24	5.78	7.46	6.12	5.02	5.07	7.17	3.29	5.47
6.69	5.10	7.03	6.63	4.39	5.41	4.08	5.90	5.22	4.99
4.28	5.73	5.02	3.77	4.11	1.76	6.49	6.24	6.04	6.97
6.18	5.02	6.69	6.58	5.13	5.95	7.37	5.95	5.61	6.24
4.99	5.78	6.78	5.02	2.47	4.05	4.54	4.93	5.98	7.48
8.70	5.90	6.32	7.00	3.43	4.59	3.23	6.52	2.78	6.10
4.56	3.77	4.31	7.97	6.21	7.26	7.85	3.03	4.68	5.36
7.00	9.19	5.05	6.41	5.64	4.59	10.21	3.37	6.24	5.98
7.06	5.70	4.05	4.68	9.64	3.94	3.91	2.92	4.00	4.22
1.64	3.43	2.30	5.39	7.37	3.88	3.71	1.28	7.71	2.84
4.00	3.54	4.20	5.73	5.13	5.39	4.48	4.31	3.77	4.17
3.57	5.61	2.27	4.05	5.50	6.24	5.61	5.36	3.69	3.09
3.80	6.52	8.39	6.97	4.48	4.25	4.28	4.62	4.28	3.23
4.34	6.01	3.12	6.21	3.26	4.82	4.65	5.67	4.28	1.42
3.68	6.49	3.40	3.52	5.61	4.39	6.83	3.18	4.79	3.12
2.55	3.80	3.09	5.61	5.50	4.11	6.95	8.45	6.46	5.58
4.00	4.79	3.63	8.90	5.44	4.68	7.00	4.11	9.04	4.62
7.60	3.43	3.66	7.37	7.03	6.29	5.53	6.32	6.32	3.49
7.40	3.37	6.01	4.76	4.79	5.36	3.88	3.06	6.72	8.08
4.34	3.54	4.51	5.50	5.19	5.67	4.62	6.12	6.61	3.57
4.48	4.08	4.22	4.34	4.17	4.03	6.72	6.27	4.17	2.81
5.90	5.07	2.27	4.37	3.52	6.10	2.55	4.28	4.85	4.73
4.03	8.56	5.24	6.32	3.83	6.95	7.82	7.31	4.42	3.26
3.88	6.24	3.23	4.85	9.61	9.56	10.50	4.14	5.10	2.72
5.05	5.53	3.26	5.53	3.60	4.93	1.62	4.54	4.20	5.67

Cuadro 2: RENDIMIENTO EN Kg POR UNIDAD BASICA DE 1.8 Mt² (1.8 x 1) DEL ENSAYO DE UNIFORMIDAD EN MELON, REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA.

3.9	4.8	0	4.3	4.1	5.7	2.2	3.9	8.6	7.3	3.9	4.2	7.9	8.0	8.1	9.5	7.7	6.4	8.0	6.7
5.6	5.6	3.6	7.8	3.0	4.9	8.2	4.6	5.4	6.4	6.3	12.8	7.1	6.2	2.1	3.3	7.9	8.0	6.2	4.9
4.6	4.5	7.1	2.2	5.3	3.1	3.5	4.2	7.0	3.2	5.7	3.9	3.4	8.2	8.9	8.6	4.5	3.1	4.5	5.9
5.9	1.5	0	1.3	3.4	3.5	5.8	0	3.7	4.3	6.6	11.1	8.1	3.5	8.9	8.1	6.3	6.5	7.0	7.4
4.0	2.9	1.4	10.6	4.2	8.6	8.4	7.5	8.6	4.7	4.9	6.3	7.3	6.2	3.2	2.9	6.1	5.2	4.6	5.2
5.5	10.4	2.7	5.1	7.3	5.3	4.3	1.9	10.8	4.5	3.2	15.8	3.8	3.4	5.4	5.6	7.6	3.6	5.8	5.3
5.0	6.9	8.0	3.9	5.2	5.1	5.7	7.9	3.0	5.9	4.0	7.9	1.2	3.6	2.3	8.6	4.2	7.9	6.0	8.5
3.7	11.3	5.8	6.4	5.9	2.9	7.4	9.6	8.8	2.4	6.5	1.6	0	10.1	10.4	4.1	9.8	7.5	2.1	3.9
8.3	5.2	2.3	3.6	5.8	7.7	8.7	6.1	6.5	1.5	5.4	9.9	6.3	7.5	8.9	2.8	3.8	7.8	4.1	7.6
5.9	5.7	6.5	7.1	6.3	5.5	1.3	7.9	5.3	7.2	7.9	3.7	6.7	1.6	4.5	5.7	6.0	5.3	6.1	2.3
6.3	10.5	3.4	3.6	5.6	9.5	5.1	0	8.1	2.0	1.4	10.1	7.8	10.4	15.7	9.5	6.8	6.7	4.4	3.1
7.2	3.0	6.8	6.3	6.3	7.7	4.6	6.4	5.2	6.8	4.8	5.5	8.5	4.5	4.2	3.1	2.4	1.5	1.7	3.4
5.0	6.3	7.2	10.4	7.4	8.1	8.4	9.0	4.0	6.4	8.1	10.3	3.1	9.3	6.3	12.7	5.6	3.6	6.1	4.7
6.4	4.4	6.2	4.0	6.5	9.4	1.2	2.1	4.4	3.3	9.2	4.6	7.5	6.6	6.8	4.9	3.8	3.9	5.6	6.5
10.2	7.4	8.3	8.3	0	2.4	7.8	3.8	5.6	4.0	7.6	6.1	9.6	8.7	3.8	5.6	1.7	9.6	4.3	5.6
6.6	4.1	6.2	3.7	7.1	2.3	4.2	11.2	5.2	5.9	8.0	7.8	8.4	7.7	8.6	10.1	4.7	6.6	4.3	3.4
5.4	9.0	8.5	5.0	5.1	7.8	6.0	3.2	6.4	4.1	3.6	4.5	3.2	3.9	5.6	3.1	8.0	4.5	4.5	5.3
5.2	8.0	7.0	7.4	3.8	2.7	2.4	10.2	4.4	3.2	8.4	9.8	4.0	7.1	0	9.6	4.9	13.7	1.2	3.1
5.1	6.4	2.0	5.2	5.3	2.4	4.3	7.5	7.9	1.7	7.7	5.5	7.7	5.8	8.1	5.4	5.4	3.2	7.8	9.4
11.1	2.7	2.9	5.4	7.5	6.8	6.6	3.4	2.0	2.5	3.9	3.3	4.9	6.6	2.7	8.6	8.9	5.5	3.4	2.8
5.8	9.4	6.5	6.6	5.6	5.1	6.1	8.0	6.1	4.7	5.8	6.4	6.1	8.8	7.3	2.4	2.1	6.8	5.6	5.9
2.9	10.6	9.0	4.3	5.5	3.2	2.3	4.1	7.4	4.6	7.1	1.2	1.4	10.4	5.7	3.0	7.2	9.3	1.2	4.3
7.1	6.5	1.3	7.0	4.0	8.5	7.9	8.2	9.1	4.4	6.6	10.7	7.4	7.5	8.0	11.8	7.6	5.6	1.4	8.3
9.5	5.2	8.0	6.9	8.2	9.4	2.1	6.2	5.6	3.1	6.5	7.4	11.2	3.5	3.2	4.6	2.6	1.2	4.9	5.4

Cuadro 3: ESTADÍSTICOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE UNIFORMIDAD DE TOMATE REALIZADOS EN EL CENTRO DE PRODUCCION EL OASIS PARA LA VARIABLE, RENDIMIENTO EXPRESADO EN KILOGRAMOS.

Forma de la parcela		Tamaño		No. de Parcelas	Rendimiento \bar{X} Kg	Varianza S^2	Desviación S	Coeficiente C.V. %		
En Parcelas	En Mts	En No. de Par	En Mts ²							
1	1	0.9	4	1	3.60	260	5.1185	2.7347	1.6537	32.3084
1	2	0.9	8	2	7.20	130	10.2363	6.3061	2.5112	24.5321
1	3	0.9	12	3	10.80	78	15.5417	10.6305	3.2604	20.9786
1	4	0.9	16	4	14.40	52	20.6982	16.7084	4.0876	19.7486
1	5	0.9	20	5	18.00	52	25.6503	16.3216	4.0400	15.7503
2	1	1.8	4	2	7.20	130	10.2370	5.3601	2.3152	22.6163
2	2	1.8	8	4	14.40	65	20.4735	11.8081	3.4363	16.7842
2	3	1.8	12	6	21.60	39	31.0835	20.5889	4.5375	14.5977
2	4	1.8	16	8	28.80	26	41.3965	23.1457	4.8110	11.6219
2	5	1.8	20	10	36.00	26	51.3007	34.1453	5.8434	11.3905
3	1	2.7	4	3	10.80	80	15.3372	9.5375	3.0883	20.1364
3	2	2.7	8	6	21.60	40	30.6762	19.8657	4.4571	14.5295
3	3	2.7	12	9	32.40	24	46.5370	32.7092	5.7192	12.2896
3	4	2.7	16	12	43.20	16	61.8856	35.2705	5.9389	9.5966
3	5	2.7	20	15	54.00	16	76.8787	60.2176	7.7600	10.093
4	1	3.6	4	4	14.40	60	20.451	13.0241	3.6089	17.6470
4	2	3.6	8	8	28.80	30	40.902	25.4086	5.0407	12.3240
4	3	3.6	12	12	43.20	18	62.0494	37.6161	6.1332	9.8843
4	4	3.6	16	16	57.60	12	82.5033	34.3560	5.8614	7.1045
4	5	3.6	20	20	72.00	12	102.505	84.4891	9.1918	8.9672
5	1	4.5	4	5	18.00	50	25.7978	18.3920	4.2886	16.6238
5	2	4.5	8	10	36.00	25	51.4756	42.0500	6.4846	12.5976
5	3	4.5	12	15	54.00	15	78.2666	77.4628	8.8013	11.2452
5	4	4.5	16	20	72.00	10	104.225	110.6199	10.5176	10.0912
5	5	4.5	20	25	90.00	10	128.989	168.8934	12.9959	10.0752
6	1	5.4	4	6	21.60	40	30.6765	18.2021	4.2664	13.9078
6	2	5.4	8	12	43.20	20	65.3530	25.9804	5.0971	08.3078
6	3	5.4	12	18	64.80	12	43.0741	52.7308	7.2616	7.802
6	4	5.4	16	24	36.40	8	123.7850	27.1461	5.2102	4.2090
6	5	5.4	20	30	108.00	8	153.7525	77.1814	8.7853	5.7139
7	1	6.3	4	7	25.20	30	36.0196	27.0368	5.1997	14.435
7	2	6.3	8	14	50.40	15	72.026	40.8474	6.3912	8.87
7	3	6.3	12	21	75.60	9	109.002	105.0440	10.2491	9.402
7	4	6.3	16	28	100.80	6	145.4683	73.9006	8.5979	5.909
7	5	6.3	20	35	126.00	6	181.7316	135.3546	11.6342	6.401
8	1	7.2	4	8	28.80	30	41.0673	33.3090	5.7714	14.05
8	2	7.2	8	16	57.60	15	81.804	54.9288	7.4114	9.060
8	3	7.2	12	24	86.40	9	124.0988	94.6748	9.7301	7.040
8	4	7.2	16	32	115.20	6	165.04	90.8990	9.5341	5.776
8	5	7.2	20	40	144.00	6	205.01	250.3546	15.8226	7.717
9	1	8.1	4	9	32.40	20	46.0125	45.5449	6.7487	14.667
9	2	8.1	8	18	64.80	10	91.025	116.2484	10.780	11.843
9	3	8.1	12	27	97.20	6	137.67	166.3709	12.8988	9.3700
9	4	8.1	16	36	129.60	4	183.115	447.5044	21.1543	11.55
9	5	8.1	20	45	162.00	4	227.5625	490.684	522.1514	9.734
10	1	9.0	4	10	36.00	20	51.536	39.1050	6.2534	12.134
10	2	9.0	8	20	72.00	10	100.072	137.4521	11.7240	11.715
10	3	9.0	12	30	108.00	6	155.820	179.0779	13.3820	5.588
10	4	9.0	16	40	144.00	4	207.080	281.4006	16.775	8.10
10	5	9.0	20	50	180.00	4	258.53	383.0827	19.5725	7.5736

Cuadro 4: ESTADISTICOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DE UNIFORMIDAD DE MELON REALIZADO EN CHIQUIMULA, PARA LA VARIABLE, RENDIMIENTO EXPRESADO EN KILOGRAMOS.

Forma de la Parcela		Tam. de la Par.		No. de Parce	Rendim. \bar{X}	Desviación Standar S	Variación S^2	Coeficiente de Variación %		
En U.B.	En Mts.	En No. de UB	En Mts.							
A	L	A	L	la	Kg	S	S ²	%		
1	1	1.8	1	1	1.8	480	5.78	2.586	6.690	44.89
1	2	1.8	2	2	3.6	240	11.54	3.523	12.411	30.51
1	3	1.8	3	3	5.4	160	17.32	4.065	16.524	23.47
1	4	1.8	4	4	7.2	120	23.09	4.937	24.373	21.37
1	6	1.8	6	6	10.8	80	34.64	6.390	40.832	18.44
1	8	1.8	8	8	14.4	60	46.18	7.574	57.365	16.39
1	12	1.8	12	12	21.6	40	69.28	10.128	102.576	14.62
2	1	3.6	1	2	3.6	240	11.54	3.755	14.100	32.52
2	2	3.6	2	4	7.2	120	23.09	5.166	26.687	22.37
2	3	3.6	3	6	10.8	80	34.64	6.025	36.300	17.39
2	4	3.6	4	8	14.4	60	46.18	7.781	60.543	16.84
2	6	3.6	6	12	21.6	40	69.28	9.550	91.202	13.78
2	8	3.6	8	16	28.8	30	92.37	11.948	142.754	12.93
2	12	3.6	12	24	43.2	20	138.56	15.196	230.918	10.96
4	1	7.2	1	4	7.2	120	23.09	5.425	29.430	23.49
4	2	7.2	2	8	14.4	60	46.18	7.963	63.409	17.24
4	3	7.2	3	12	21.6	40	69.28	8.999	80.982	12.98
4	4	7.2	4	16	28.8	30	92.37	12.908	166.616	13.97
4	6	7.2	6	24	43.2	20	138.56	14.942	223.263	10.78
4	8	7.2	8	32	57.6	15	184.74	19.356	374.654	10.44
4	12	7.2	12	48	86.4	10	277.10	22.279	496.353	8.04
5	1	9.0	1	5	9.0	96	28.86	6.085	37.027	21.08
5	2	9.0	2	10	18.0	48	57.73	8.830	77.968	15.29
5	3	9.0	3	15	27.0	32	86.60	9.638	92.891	11.12
5	4	9.0	4	20	36.0	24	115.46	15.809	249.924	13.69
5	6	9.0	6	30	54.0	16	173.20	17.191	295.530	9.92
5	8	9.0	8	40	72.0	12	230.93	23.513	552.861	10.18
5	12	9.0	12	60	108.0	8	346.4	28.467	810.370	8.21
10	1	18	1	10	18	48	57.73	9.320	86.862	16.14
10	2	18	2	20	36	24	115.46	12.841	164.891	11.12
10	3	18	3	30	54	16	173.20	13.151	172.948	7.59
10	4	18	4	40	72	12	230.93	23.539	554.084	10.19
10	6	18	6	60	108	8	346.40	25.016	625.800	7.22
10	8	18	8	80	144	6	461.86	27.607	762.146	5.97
10	12	18	12	120	216	4	692.80	35.468	1257.979	5.11

Cuadro 5: ECUACIONES DE REGRESION, ESTIMADAS DE 50 COMBINACIONES DEL ENSAYO DE UNIFORMIDAD EN TOMATE PARA LOS METODOS DE REGRESION MULTIPLE Y MAXIMA CURVATURA BIVARIADA.

M E T O D O	ESCALA DE LAS DIMENSIONES	ECUACION ESTIMADA
Máxima Curvatura Bivariada	Unidades	CV= 30.36 A ^{-0.3905} L ^{-0.4366}
	Metros	CV= 53.37 A ^{-0.3905} L ^{-0.4366}
Regresión Múltiple	Unidades	CV= 40.225 - 5.194 A - 7.758 L + 0.3051 A ² + 0.725 L ² + 0.2423AxL
	Metros	CV= 40.347 - 5.602 A - 2.003 L + 0.360 A ² + 0.047 L ² + 0.0668AxL

Cuadro 6: ECUACIONES DE REGRESION, ESTIMADAS DE 35 COMBINACIONES DEL ENSAYO DE UNIFORMIDAD EN MELON PA A LOS METODOS DE REGRESION MULTIPLE Y MAXIMA CURVATURA BIVARIADA.

METODO	ESCALA DE LAS DIMENSIONES	E C U A C I O N E S E S T I M A D A S
Máxima Curvatura Bivariada	Metros	CV= 51.71 A ^{-0.4175} L ^{-0.4162}
	Unidades	CV= 40.46 A ^{-0.4175} L ^{-0.4162}
Regresión	Metros	CV= 43.0562 - 2.7597 A - 4.7721 L + 0.0765 A ² + 0.2225 L ² + 0.0737AxL
Múltiple	Unidades	CV= 43.0562 - 4.9674 A - 4.7721 L + 0.2479 A ² + 0.2225 L ² + 0.1327AxL

Cuadro 7: ANALISIS DE VARIANZA PARA REGRESION DE DOS METODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACION DE EL TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL EN TOMATE.

M E T O D O	ESCALAS DE LAS DIMENSIONES	COEFICIENTE DE DETERMINACION R^2	ANALISIS DE VARIANZA MEDIANTE LA PRUEBA DE F.
Máxima Curvatura	Metros	0.791	84.22 * *
Bivariada	Unidades	0.7818	
Regresión Múltiple	Metros	0.8911	76.65 * *
	Unidades	0.8970	

Cuadro 8 ANALISIS DE VARIANZA PARA REGRESION DE DOS METODOS EMPLEADOS PARA LA DETERMINACION DEL TAMAÑO OPTIMO DE PARCELAS EXPERIMENTAL DE MELON.

M E T O D O	ESCALA DE LAS DIMENSIONES	COEFICIENTE DE DETERMINACION- R^2	ANALISIS DE VARIANZA MEDIANTE LA PRUEBA DE F.
Máxima Curvatura	Metros	0,9656	449.32
Bivariada	Unidades	0.9656	449.62
Regresión	Metros	0.8723	39.65
Múltiple	Unidades	0.8724	39.62

Cuadro 9: OPTIMOS ENCONTRADOS PARA CADA METODO A PARTIR DE 2 ECUACIONES SIMULTANEAS OBTENIDAS DE LAS DERIVADAS PARCIALES DE C.V. CON RESPECTO AL ANCHO Y LARGO DE LA PARCELA ENTOMATE E IGUALADAS A -1 (PTO. DE MAXIMA CURVATURA).

Metodo	Escala de las Dimensiones	Ancho		Largo		Superficie		CV %
		En Unid.	En Mts.	En Unid.	En Mts	En Unid.	En Mts.	
M.C.B.	Unidades	4	3.6	4	16	16	57.6	9.73
	Metros	5.5	5	1.5	6	8.25	30.0	13.02
R.M.L.	Unidades	5	4.5	4	16	20	72.0	7.10
	Metros	6.6	6.0	1.5	6.4	9.9	36.0	11.68

Cuadro 10: OPTIMAS ENCONTRADAS PARA CADA METODO A PARTIR DE 2 ECUACIONES SIMULTANEAS OBTENIDAS DE LAS DERIVADAS PARCIALES DE C.V. CON RESPECTO AL ANCHO Y LARGO DE LA PARCELA EN MELON E IGUALADAS A -1 (Dto. DE MAXIMA CURVATURA).

Método	Escala de las Dimensiones	Ancho		Largo		Superficie		CV %
		En Mts.	En Unid.	En Mts.	En Unid.	En Mts.	En Unid.	
M.C.B.	Metros	5.38	2.99	5.31	5.31	28.57	15.88	12.78
	Unidades	8.41	4.67	4.66	4.66	39.19	21.76	11.20
R.M.	Metros	8.06	4.48	7.14	7.14	57.55	31.99	7.30
	Unidades	11.2	6.22	6.62	6.62	74.14	41.18	5.37

VII. CONCLUSIONES:

De acuerdo a los objetivos perseguidos y a las hipótesis planteadas, luego de discutir los resultados, se concluye lo siguiente:

1. Entre los métodos aplicados el efecto de la escala de medición, de las dimensiones de las unidades básicas fue determinante sobre el tamaño óptimo de parcela a obtener.
2. Para Tomate los dos métodos se ajustan a las dos escalas empleadas pero el método de Regresión Múltiple es el que resulta más eficiente estadísticamente. Para Melón los dos métodos se ajustaron a las dos escalas empleadas, resultando más eficiente estadísticamente el método de Máxima Curvatura Bivariada.
3. Los tamaños y formas óptimas de parcela que permiten reducir al mínimo la variabilidad inherente a la heterogeneidad del suelo en los ensayos de Tomate y Melón en las regiones respectivas son: de 4 a 5 surcos de Ancho (3.6 - 4.5 mts) de 6 a 6.5 mts de Largo (entre 24-30 mt^2); y de 3 - 6 surcos de Ancho (5.4 - 10.8 mts) de 5 - 7 mts de Largo (entre 27 - 75.6 mt^2), respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES:

En los experimentos sobre Tomate que se realicen en el -- Centro Experimental El Oasis en La Fragua Zacapa, o sobre Melón el Valle Chiquimula-San JOSé La Arada en el Departamento de Chiquimula; el tamaño y la forma de la parcela deberá ser de 4 a 5 surcos de Ancho (3.6 - 4.5 mts) de 6 - 6.5 mts de Largo (entre 24 - 30 mts²) para Tomate. En el caso de Melón deberá escogerse una parcela de 3 - 6 surcos de Ancho (5.4 - 10.8 mts) de 5- 7 mts de Largo (entre 27 - 75.6 mt²).

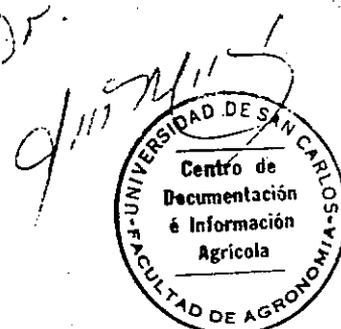
IX. BIBLIOGRAFIA:

1. ALVAREZ CAJAS, V.M. Determinación del tamaño óptimo de parcela experimental en caña de Azúcar (Saccharum -- Officinarum L.) bajo condiciones de la finca Bulbuxyá. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 48 p.
2. AMEZQUITA, M.C. y MUÑOZ, J.E. Manual estadístico para la experimentación en Frijol (Phaseolus vulgaris). Cali, Colombia, CIAT, Unidad de Biometria, 1979.
3. AYALA VARGAS, H.H. Evaluación de tres variedades y nueve líneas de melón tipo cantaloupe (Cucumis melo var. reticulatus) en suelos chicaj del valle de la Fragua Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos- Facultad de Agronomía, 1978. 25 p.
4. BARRIENTOS GARCIA, M. 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 80 p.
5. CAJAS MONTENEGRO, C. A. Estudio de diferentes fuentes de fósforo en el cultivo de melón (Cucumis melo) en suelo franco arenoso de la serie Sinaneque del Valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 37 p.
6. CARRILLO GRAJEDA, R. Evaluación de diferentes distancias de siembra en el cultivo de tomate (Lycopersicum - sculentum) variedad Roma VF en la región de San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 37 p.
7. CHACIN LUGO, F. Tamaño de parcela experimental y su forma Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay, Universidad Central de Venezuela) 9 (5): 55, 1977.
8. COCHRAN, W.G. y COX, G.M. Diseños experimentales. Trad. por el Centro de Estadística y Calculo del Colegio de Post-graduados de la Escuela Nacional de Agricultura, México, Trillas, 1980. 661 p.

9. FRANCO, D.E. Uso de las superficies de respuesta en el cálculo del tamaño óptimo de parcela experimental. - Un ensayo metodológico. Revista IICA (Colombia) 12 (3): 325-341. 1977.
10. GARRIDO AGUIRRE, L.F. Evaluación de rendimiento de 7 variedades de tomate (Lycopersicum sculentum) de proceso bajo humedad en la laguna de Retana. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 26 p.
11. GUTIERREZ CASTAÑEDA, A. El uso de aspersiones de sucrosa y endurecimiento de tomate (Lycopersicum sculentum) - transplantado, una evaluación. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 38 p.
12. LEON VILLAGRAN, R. DE Evaluación de dos fungicidas para el control de mildiu polvoriento (Erysiphe Chichoracearum) en melón. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 49 p.
13. LOPEZ CABRERA, E.A. Evaluación de niveles crecientes de N-P-K sobre el rendimiento y calidad de melón tipo cantaloupe (Cucumis melo L.) variedad dulce en dos tipos de suelo del valle de la Fragua. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 46 p.
14. PALENCIA ORTIZ, J.A. Determinación del tamaño óptimo de parcela para estudios experimentales en caña de Azúcar (Saccharum officinarum) bajo las condiciones de la estación experimental "Sabana Grande" Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1965. 34 p.
15. POLANCO SALGUERO, C. Niveles de fertilización con nitrógeno fósforo y aplicaciones de cal agrícola en tomate (Lycopersicum sculentum) en dos localidades de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 57 p.
16. REYES CASTAÑEDA, P. Diseño de experimentos. 2a. ed. México, Trillas, 1980. 344 p.

17. ROSSELL SERRE, C.E. Efecto de giberelina en el cuaje y -
rendimiento del fruto en dos variedades de tomate --
(Lycopersicum sculentum) tipo pasta. Tesis Ing. Agr.
Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de --
Agronomía, 1979. 41 p.

no. 25





FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia _____
Asunto _____

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read "C. A. Castañeda S.".



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