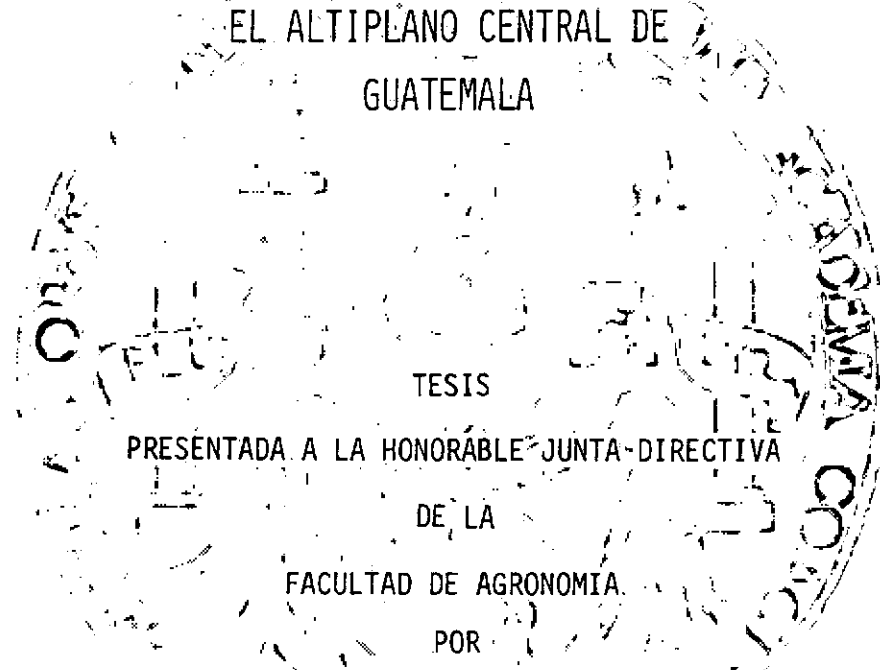


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DETERMINACION DE TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA PARA
ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN DOS VARIETADES
DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM L.) EN
EL ALTIPLANO CENTRAL DE
GUATEMALA



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

ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis
GUATEMALA, MARZO DE 1982

01
T(667)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector en Funciones

Dr. Raúl Osegueda Palala

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar R. Leiva
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Fernando Vargas
Vocal 4o.	
Vocal 5o.	P.A. Roberto Morales

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Carlos H. Aguirre
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Fredy Berganza
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos Fernández



Referencia.....
Año.....
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

2 de marzo de 1982.

Doctor
Antonio Sandoval
Decano
Facultad de Agronomía
Presente.

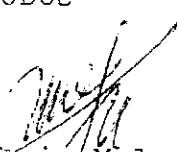
Señor Decano:

Por este medio comunico a usted que en Cumplimiento a la designación hecha por esa Decanatura he concluido el asesoramiento del trabajo de investigación, y revisado el escrito de tesis titulado "DETERMINACION DE TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA PARA ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN DOS VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum L.), EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA", realizado por el Perito Agrónomo ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA.

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

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Mario Melgar Morales
ASESOR

MMM/amdef.
cc. Archivo.

Guatemala,
2 de marzo de 1982

Doctor
Antonio A. Sandoval S.
Decano, Facultad de Agronomía
Presente

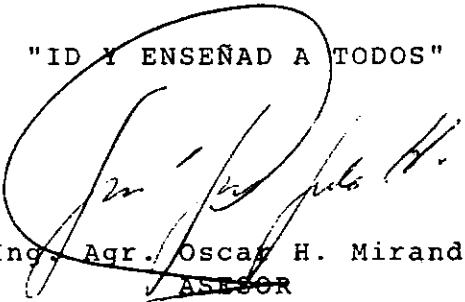
Señor Decano:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para manifestarle que según designación hecha por ese Decanato he asesorado al estudiante P.A. Alvaro Gustavo Hernández Dávila en la elaboración de su tesis de grado titulada: "Determinación de tamaño óptimo de parcela para estudios experimentales en dos variedades de papa (Solanum tuberosum L.), en el altiplano central de Guatemala".

Considerando que dicho trabajo llena todos los requisitos técnicos y científicos que amerita una tesis de grado, por lo que recomiendo la aprobación correspondiente para su publicación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Oscar H. Miranda
ASESOR

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

DE AGRONOMIA

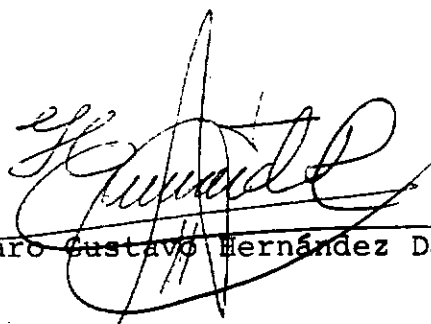
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido en los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis titulado:

"DETERMINACION DE TAMAÑO OPTIMO DE PARCELA PARA ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN DOS VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum L.) EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA"

Como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Agradeciendo vuestra deferencia, me es grato suscribirme muy atentamente.



P.A. Alvaro Gustavo Hernández Dávila

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

A MIS PADRES:

Cecilio Octavio Hernández Gómez
María del Rosario Dávila de Hernández

A LA MEMORIA DE

MIS ABUELITOS:

Manuel Hernández A. Q.E.P.D.
Demetria Gómez Q.E.P.D.

A MI ESPOSA:

María H. Estrada de Hernández

A MI HIJO:

Henry Estuardo

A MIS QUERIDOS
HERMANOS:

A MIS FAMILIARES

EN GENERAL:

A LA MEMORIA DE

DE MI AMIGO:

Orlando Sánchez Montepéque Q.E.P.D.

AL SEÑOR:

Julio Flores León y Familia.

AL:

Personal docente, administrativo y de
servicios de la Facultad de Agronomía.

TESIS QUE DEDICO

A: Mi patria Guatemala

A: La Universidad de San Carlos de Guatemala

A: La Facultad de Agronomía

A: El Instituto Normal Mixto Rafael Aqueche

A: El Instituto Técnico de Agricultura (I.T.A.)

A: Mis Asesores

Ing. Agr. Msc. Mario Melgar

Ing. Agr. Oscar Miranda

A: Todas aquellas personas e instituciones que hace posible la Investigación Agrícola en Guatemala.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a:

Mis queridos padres Cecilio Octavio y María del Rosario, por su abnegación, preocupación y continuos estímulos - brindados.

Ing. Agr. Mario Melgar e Ing. Agr. Oscar Miranda por su asesoría, dedicación y acertada orientación, la cual hizo posible llevar a cabo la presente tesis.

Ing. Agr. Sergio Burgos e Ing. Agr. Inf. José A. Robles Camey por su colaboración en la realización de los ensayos en blanco de los cultivares de papa.

Ing. Agr. Luis M. Reyes por su iniciativa en el presente trabajo de tesis, por su dedicación brindada en la elaboración de programas para calculadora y computadora que se utilizaron.

Ing. Agr. Marino Barrientos por sus sugerencias y valiosa ayuda en la realización de dicho estudio.

Mis amigos Oscar Esquivel e Irma Méndez por su colaboración en la realización del trabajo mecanográfico.

Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de dicho trabajo.

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN	i
1. INTRODUCCION	1
2 OBJETIVOS	4
3. HIPOTESIS	5
4. REVISION DE LITERATURA	6
4.1. Generalidades	6
4.2. Método de Regresión Múltiple	13
4.3. Método de Máxima Curvatura Bivariada	17
4.4. Descripción del Cultivo	20
5. MATERIALES Y METODOS	23
5.1. Ensayos en Blanco para los cultivares de papa	23
5.1.1. Localización	23
5.1.2. Condiciones de Clima	23
5.1.3. Condiciones de suelo	24
5.1.4. Técnica y manejo de los ensayos	25
6. RESULTADOS Y DISCUSION	34
7. CONCLUSIONES	40
8. RECOMENDACIONES	42
9. APENDICE	44
10. BIBLIOGRAFIA	55

RESUMEN:

Es evidente que la investigación agrícola juega un papel principal para la evolución de la Agricultura en los países en vías de desarrollo. Así, en Guatemala, son muchas las investigaciones de tipo experimental que se hacen por parte de instituciones públicas y privadas tendientes a incrementar la productividad mediante la puesta en marcha de proyectos de mejoramiento en cultivos de interés económico. Dichos trabajos experimentales están sujetos a una de las principales fuentes de variabilidad como lo es la heterogeneidad del suelo presente en cualquier área. Por lo tanto una de las primeras técnicas para reducir su efecto es determinar la adecuada forma y tamaño de las unidades experimentales.

Actualmente en Guatemala no se cuenta con ésta información, por lo cual se procedió a desarrollar el estudio denominado "Determinación de tamaño óptimo de parcela para estudios experimentales en dos variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en el Altiplano Central de Guatemala".

El presente trabajo de tesis se realizó en el municipio de Chimaltenango, del mismo departamento, en la región agrícola V, subregión 4, del Sector Público Agrícola, para el efecto se seleccionaron dos lotes lo más homogéneo posible en cuanto a pendiente, color del suelo, etc. con un área de 610 m² cada uno (13.7 mts. x 44.5 mts.) donde se ubicaron los ensayos en blanco de los cultivos Loman y Atzimba, cuya textura en sus primeros 20 cms. es Franco Arenoso y Franco Arcillo Arenoso respectivamente.

Cada cultivar se ubicó en un solo lote, el cual fue manejado de la manera más uniforme posible desde la selección del terreno, preparación del suelo hasta la cosecha.

La siembra fue de ciclo de primera, sembrándose ambas variedades en el mes de Junio, a distancias de 0.30 mts. entre tubérculos y 0.90 mts. entre surcos obteniéndose una densidad de población de 37.037 plantas por hectárea.

Cada lote se dividió en 504 unidades básicas las cuales tuvieron un área de 0.81 m^2 ($0.90 \times 0.90 \text{ m}^2$), a los 50 días después de la siembra, siendo el rendimiento la principal variable se procedió a obtener datos del número promedio de tallos verdaderos, altura media de plantas y rendimiento de 102 unidades básicas; con los cuales se efectuó el análisis de correlación lineal.

Así para el cultivar Loman la relación rendimiento entre el número de tallos verdaderos mostró una correlación positiva y altamente significativa indicando lo anterior que a mayor número de tallos mayor es el rendimiento. Y para la relación rendimiento altura de planta fue no significativa.

Para el cultivar Atzimba, la correlación rendimiento con el número de tallos verdaderos fue no significativa, y para la relación rendimiento con altura de planta se presentó una correlación negativa y altamente significativa, infiriéndose que a menor altura de planta mayor es el rendimiento.

Los ensayos en blanco fueron cosechados en su totalidad manualmente entre 90 y 100 días después de la siembra. De cada ensayo se obtuvo un arreglo de 55 diferentes com-

binaciones de ancho menor o igual que el largo, las cuales fueron analizadas por el método de Máxima Curvatura Bivariada y por el método de Regresión Múltiple.

La aplicación de ambos métodos dió como resultado el tamaño y la forma óptimos de parcela para la región en estudio, cuyo rango obtenido fue el siguiente: para el cultivar Loman, 4 surcos de ancho (3.6 mts.) por 3.30 mts. de largo, dando un tamaño (Ancho por Largo) de 11.88 m^2 ó 5 surcos de ancho (4.5 mts.) por 2.70 mts. de largo para un tamaño de 12.15 m^2 .

Para el cultivar Atzimba 5 surcos de ancho (4.5 mts.) por 3.3 mts. de largo, lo que dá un tamaño de 14.85 m^2 ó 6 surcos de ancho (5.4 mts.) por 4.8 mts. de largo para un tamaño de 25.92 m^2 .

1. INTRODUCCION:

La papa en Guatemala está caracterizada como una hortaliza la cual juega un papel importante dentro de la actividad productiva del Sector Agrícola. Así en el Altiplano Occidental se siembran aproximadamente 7,500 Has. las cuales representan el 70% del área total sembrada en el país, con un rendimiento promedio nacional de 5.7 toneladas métricas por hectárea, estos rendimientos son muy bajos comparados con los que obtienen países tecnificados en el cultivo llegando de 25 a 30 toneladas métricas por hectárea, debido a la existencia de factores limitantes como lo son: baja tecnología en el cultivo, falta de semilla mejorada, ataque de plagas y enfermedades, etc. Sin embargo este producto desempeña un papel importante en el aspecto socio-económico para el agricultor guatemalteco, siendo su consumo percapita anual entre 4 a 5 Kgs., a la vez que el 35% de la producción es comercializada a países vecinos en donde es usada tanto para consumo en fresco, como para semilla. (11).

También es una fuente de carbohidratos productores de energía y su producción de calorías y proteínas por unidad de superficie es más elevada que otros cultivos utilizados en la dieta diaria del guatemalteco. (17).

En Guatemala son muchas las investigaciones que se hacen por parte de instituciones como el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (I.C.T.A.), e instituciones privadas las cuales están concediendo alta prioridad a la investigación tecnológica tendiente a incrementar la productividad mediante la puesta en marcha de muchos proyectos de mejoramiento del cultivo en general.

Dichos proyectos de investigación no cuentan con tamaños óptimos de parcela neta experimental, debido a que hasta la fecha no existe información generada en nuestro país, que nos indique cual es el tamaño óptimo de parcela para los distintos ensayos con cultivares de papa, lo cierto es que cuando el investigador agrícola planifica sus ensayos, no cuenta con un tamaño adecuado de parcela que le permita disminuir el error experimental y así poder detectar como significativas las diferencias que pudieran existir entre tratamientos, si es que las hay existentes y reducir los costos de los mismos.

Por lo tanto cuando se llega el momento de seleccionar el tamaño que va a tener la unidad experimental muchos investigadores siguen criterios personalistas y subjetivos que consideran como prácticos, por lo que al optar de esta forma es del todo empírico ya que no se sustentan en investigaciones anteriores comprobadas, lo cual es corroborado porque en la mayoría de investigaciones efectuadas en el cultivo de la Papa se han utilizado tamaños arbitrarios en sus parcelas.

De esta manera todo investigador debe conjugar criterios prácticos, económicos y estadísticos, para lo cual necesariamente tendrá que efectuar experimentaciones previas que permitan encontrar el tamaño más adecuado de la unidad experimental.

Otros experimentadores de acuerdo a la disponibilidad de recursos (tierra, capital y mano de obra) se ven en la necesidad de optar por tamaños de parcela muy pequeños o muy grandes, a la vez que no están partiendo de un tamaño óptimo determinado estadísticamente, y con lo cual

la variabilidad existente hace que el error experimental se incremente y los resultados no tengan alta confiabilidad. (9).

De esta forma el presente trabajo se concretó a determinar el tamaño óptimo de parcela en el cultivo de la papa, a partir de la información sobre rendimiento obtenida en ensayos de uniformidad, el cual permitirá aportar información básica que coadyuvara en la planificación de ensayos experimentales, minimizando el error experimental siendo los resultados más confiables y sin pérdida de recursos.

2. OBJETIVOS:

2.1. GENERALES:

- Aportar información básica que pueda ser de utilidad a instituciones y personas que realizan investigación agrícola en el cultivo de la papa.
- Mejorar la calidad y disminuir los costos de los futuros trabajos de investigación en dicho cultivo, evitando que se tomen tamaños arbitrarios de unidades experimentales.

2.2. ESPECIFICOS:

- Determinar el tamaño óptimo de parcela para estudios experimentales en el cultivo de la papa.
- Analizar la influencia que tiene la variedad sobre el tamaño de la parcela.

3. HIPOTESIS:

- La aplicación de los métodos de Regresión Múltiple y Máxima Curvatura Bivariada permite determinar un tamaño óptimo de parcela para estudios experimentales que reduce al máximo el error experimental.
- El tamaño óptimo de parcela experimental es diferente para ambas variedades en estudio.
- Se puede lograr los mismos resultados con la utilización de los dos métodos empleados para determinar el tamaño de parcela.

4. REVISION DE LITERATURA:

4.1. GENERALIDADES:

La innovación tecnológica en el Sector Agrícola y su divulgación, constituye una de las medidas importantes complementarias a los cambios de la Estructura de la Tierra.

A la vanguardia de todas las actividades productivas ha sido siempre la investigación y la experimentación las utilizadas para adquirir conocimientos tecnológicos en los países en vías de desarrollo.

A fin de eliminar el antiguo procedimiento "Prueba y Error", deben conducirse en forma práctica los procesos de investigación a fin de lograr el óptimo provecho en la relación Insumo-Producto.

En base a lo anterior según Adrich citado por Arnon (1) define la misión de la investigación en los siguientes términos:

- Aplicar todas las fuentes posibles de descubrimiento.
- Trabajar en investigación básica cuando la falta de conocimientos fundamentales puede impedir el progreso.

Es demostrable entonces que toda actividad de este tipo contribuirá a la resolución de problemas existentes en la planificación de ensayos y a la vez permitirá alcanzar los objetivos principales perseguidos por la investigación agrícola.

Si en nuestro país existe la necesidad de realizar investigación en el cultivo de papa, entonces es obvio conocer una de las etapas en el trabajo de experimentación que involucra el problema planteado, según Reyes (20) el planteamiento (Diseño) del experimento (s) incluirá:

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

También expone que es característica de las Unidades Experimentales que muestren variación aún cuando se les apliquen igual tratamientos.

Entonces 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:

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

GERALDO, COCHRAN, COX, CHICAS y RODRIGUEZ, citados por FRANCO (9), concluyen que la variabilidad de las causas extrañas al experimento conducen al enmascaramiento de los verdaderos efectos de los tratamientos con el riesgo de adoptar conclusiones erradas; en este punto interviene la metodología estadística aportando instrumentos de manera que a partir del conocimiento del material experimental sea posible reducir el Error.

Por lo cual la 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.

REYES (20) explica que de esta forma no se puede eliminar el error experimental, pero si reducir sus efectos con el fin de obtener 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).
- Utilizar un número de repeticiones adecuado para cada tratamiento.

- Poner los tratamientos en igualdad de condiciones y distribuirlos por sorteos estratificados.

Es evidente que el tamaño de la Unidad Experimental influye en la variabilidad y que la variación es menor cuando más se disperse en el campo, por lo que decrecerá el error al aumentar el tamaño de la parcela aunque no proporcionalmente. (6, 20).

Sin embargo, para muchos investigadores el tamaño y la forma de la Unidad Experimental es únicamente un problema de manejo, de acuerdo a lo anterior REYES (20) resume que según investigaciones realizadas en diferentes cultivos con resultados de Ensayos en Blanco, ha determinado que el tamaño adecuado está relacionado con el grado de precisión y con una mejor estimación de los efectos de los tratamientos, siendo necesario considerar los factores siguientes al decidir el tamaño de la Unidad Experimental.

- El área del terreno disponible y los medios económicos.
- Calidad del suelo (heterogeneidad del suelo).
- Objeto perseguido en el experimento.
- Métodos de manejo de las Unidades Experimentales.
- Especie cultivada.
- Influencia del tamaño sobre la variabilidad de los resultados a igualdad de las demás condiciones.

LITTLE (15) describe que el tamaño de la parcela y el número de repeticiones deberán ser escogidos para tener la precisión requerida en la estimación de los tratamientos.

ARNON (1) escribe que una de las características de la investigación agrícola es tener carácter regional y la aplicación de resultados de investigación básica, no solo requiere investigaciones bajo una amplia variedad de condiciones ecológicas, sino que también con frecuencia se requiere experimentación para resolver problemas de carácter regional.

Así los ensayos en blanco o de uniformidad, entre otros usos, permiten determinar el tamaño óptimo de Parcela Experimental a nivel de cada región de Guatemala.

DE LA LOMA (16) define un Ensayo en Blanco 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 todo el campo a prácticas idénticas de cultivo; después se divide el campo en cierto número de -- unidades básicas, cuya producción se mide por separado.

SMITH, citado por FRANCO (9), agrega que estos - ensayos de uniformidad permiten hacer agrupaciones de unidades adyacentes de manera que se puedan tener observaciones para parcelas de tamaños y formas distintas y así lograr estimaciones de parcelas óptimas.

CHACIN L. (6) dice que el tamaño y la forma de la parcela experimental, es importante determinar lo tanto desde el punto de vista de variabilidad como de costo. Muchos son los experimentos llevados en grandes áreas injustificables no solo desde el punto de vista económico, sino también estadístico, debido a que no han considerado y obtenido esta información tan útil en sus experimentos. Determinando el tamaño adecuado de parcela cuando al investigador le toque manejar el experimento tendrá un punto de partida en cuanto a la parcela adecuada que va a utilizar. No obstante lo anterior, se podrá utilizar tamaños de parcela seleccionados dentro del intervalo recomendado en el cultivo y zonas similares. Si no existe nada en absoluto es necesario realizar ensayos previos de variabilidad o seleccionar ensayos planteados con otros objetivos pero que puedan ser usados para los estudios de variabilidad correspondientes, éstos permitirán encontrar el tamaño de parcela hallando el coeficiente de heterogeneidad del suelo.

LITTLE (15) define la unidad experimental como el material o lugar sobre el cual se aplican los tratamientos en estudio. En relación a la parcela o unidad experimental en el cultivo de la papa, se han utilizado diferentes tamaños así: REYES (20) manifiesta que diferentes investigadores han encontrado para el cultivo de la papa un tamaño de parcela óptimo de 13 a 20 metros cuadrados sin -

recomendaciones en surcos.

FRANCO (9), concluye que tanto la forma como el tamaño óptimo de parcela estimados por el método de Regresión Múltiple se aproxima a los usados actualmente en investigaciones con papa en el cual el tamaño de parcela referido es de 30 metros cuadrados, con recomendaciones en surcos de: 5 surcos de 10 mts. de largo, para cosechar los tres centrales.

MIRANDA (17) utilizó una parcela bruta que estuvo constituida por cuatro surcos de 7.5 metros de largo y separados a 0.90 metros (27 m^2), las parcelas netas estuvieron constituidas por los dos surcos centrales con un largo desde 6.65 a 7.0 metros, eliminando una planta como borde. FERNANDEZ (8) utilizó una unidad experimental de 3 surcos de 7 mts. de largo cada uno, separados a 0.80 mts. que hacen un total de 1.60 mts. de ancho para dar un área bruta de 11.20 m^2 . Así de cada parcela se analizaron 5 mts. del surco central, eliminando un metro de cada extremo.

Para los resultados obtenidos de los ensayos en blanco de los dos cultivares en estudio permitieron utilizar entre otros métodos dos de los más importantes según concluye BARRIENTOS (3), quien dice que el método que mejor estima el tamaño óptimo de parcela (y también la forma) es el método de Regresión Múltiple y el Método de Máxima Curva Bivariada, los cuales se describen a continuación:

4.2. METODO DE REGRESION MULTIPLE:

La posibilidad de empleo de la superficie de respuesta, regresión lineal múltiple, como método para el cálculo no solamente del tamaño, como el caso de los Métodos de Máxima Curvatura y otros, sino también de la forma de la parcela óptima, fue presentada por MENDEZ según CHACIN y FRANCO (6, 9); por ser éste otro de los componentes cuyo efecto sobre el error experimental es de considerable magnitud. En los suelos donde la gradiente de heterogeneidad no es definida se recomienda el uso de parcelas cuadradas y cuando es bien definida, parcelas rectangulares, con un lado mayor paralelo a dicha gradiente.

Según citas hechas por BARRIENTOS (3) indica que con éste método se trata de encontrar mediante procedimientos matemáticos; (tal como el caso del uso de la función de máxima curvatura para conseguir el punto de máxima curvatura, a fin de eliminar la subjetividad y el efecto de la escala) de conseguir el punto de máxima curvatura; es en sí una extensión en tres dimensiones del método de curvatura máxima, ya que el comportamiento de la variabilidad de un ensayo puede ser analizado como respuesta de variación a componentes de forma y tamaño de las parcelas experimentales, por medio de un modelo de superficie de respuesta el cual incluya los efectos a estudiar, de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_1^2 + B_4 X_2^2 + B_5 X_1 X_2 + E_{ij}$$

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_{ij} = variable aleatoria, error experimental.

Sobre este modelo de regresión se hace estimación mínimo-cuadrática de los parámetros sobre el ajuste del modelo y la magnitud de los coeficientes.

El modelo propuesto para el cálculo del óptimo tamaño y forma de parcela es:

$$CV_i = B_0 + B_1 A + B_2 L + B_3 A^2 + B_4 L^2 + B_5 A \cdot X \cdot L + E_i$$

donde:

$i = 1, 2, \dots$ n=número de observaciones.

A = ancho de parcela, medido en número de surcos o metros.

L = largo de parcela, medido en segmentos de surcos que lo componen o metros.

AxL = interacción ancho por largo; tamaño de la parcela de ancho A y largo L.

CV = Coeficiente de variación calculado para parcelas de tamaño y forma $A \times L$.

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 cóncava hacia abajo, presentado seguramente un valor mínimo (figura 1).

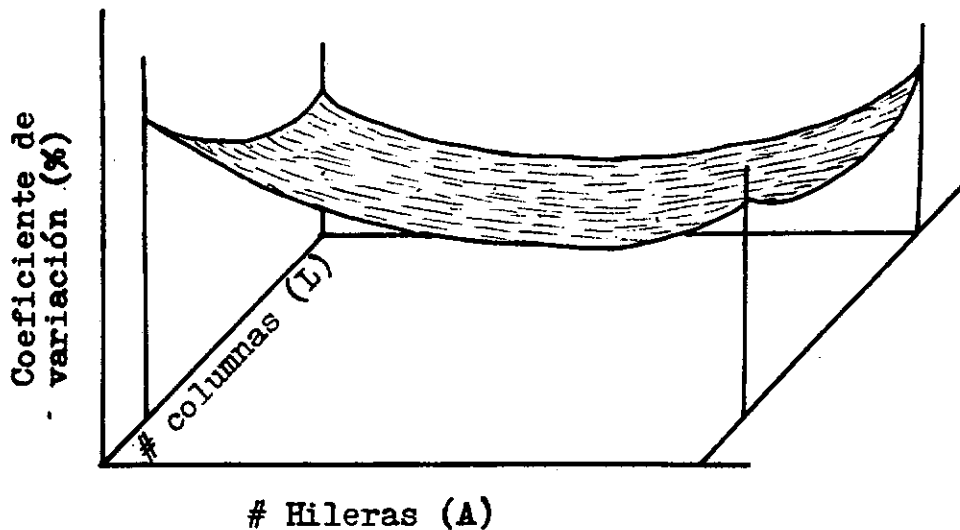


Figura No. 1.

SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA EL MODELO DE REGRESION MULTIPLE.

La rapidez presentada en la disminución del CV ante cambios en las dimensiones de la parcela, corresponde 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 este punto se tiene decrementos significativos en el CV ante un aumento de las dimensiones (parcelas pequeñas y exceso de variabilidad) y a la derecha, la curvatura es tal, que económicamente un aumento del tamaño no justifica la disminución en variabilidad. Otro punto de interés es el de curvatura mínima de la superficie, pendiente = 0, así las derivadas parciales respecto a cada dimensión proveen la estimación de los puntos críticos buscados:

Para el punto de curvatura máxima:

$$\frac{d \text{ CV}}{d A} = b_1 + 2b_3 A + b_5 L = -1$$

$$\frac{d \text{ CV}}{d L} = b_2 + 2b_4 L + b_5 A = -1$$

y para el mínimo coeficiente de variación:

$$\frac{d CV}{d A} = b_1 + 2b_3 A + b_5 L = 0$$

$$\frac{d CV}{d L} = b_2 + 2b_4 L + b_5 A = 0$$

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 CV respectivamente.

Con las pruebas de hipótesis acerca de los parámetros estimados en el modelo de regresión, se obtiene una medida probabilística de la importancia de cada variable independiente, la cual determina si su efecto es o no significativo sobre la variable dependiente, es decir, la influencia de las diferentes dimensiones, forma de la parcela y su interacción, (tamaño) sobre el coeficiente de variación.

4.3. METODO DE MAXIMA CURVATURA BIVARIADA:

Ideado por BARRIENTOS (3) quien propuso una modificación al método de máxima curvatura, este consiste en la aplicación del modelo de Regresión Múltiple logarítmica siguiente:

$$CV_{ij} = B_0 A_i^{B_1} L_j^{B_2} E_{ij} \quad \text{donde:}$$

B_0, B_1, B_2 = parámetros desconocidos de regresión

A_1 = variable ancho de parcela.

L_i = variable largo de parcela.

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 este 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 menos 1 ($Tg = -1$) ya que a la derecha de este punto, la curvatura

es tal que económicamente un aumento del tamaño en la parcela no justifica 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:

$$\frac{d CV}{d A} = b_0 b_1^{-1} A^{b_1 - 1} L^{b_2} = -1$$

$$\frac{d CV}{d L} = b_0 b_2^{-1} A^{b_1} L^{b_2 - 1} = -1$$

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.

4.4. DESCRIPCION DEL CULTIVO:

HERNANDEZ FAUSTO, citado por FERNANDEZ (8) clasifica botánicamente la papa de la siguiente manera:

DIVISION Tracheophyta.
SUBDIVISION Pynophytina (Gymnospermae)
CLASE Angiosperma.
SUBCLASE Dicotiledóneas.
ORDEN Polemoniales.
FAMILIA Solanaceae.
GENERO Solanum.
ESPECIE Tuberosum.

La papa se reproduce sexual y asexualmente, caracterizada por tener tres tipos de tallos. Los tallos propiamente dichos que forman las ramas o parte -- aérea de la planta. Los estolones que son tallos subterráneos de crecimiento horizontal y los tubérculos, que se forman en el extremo de los estolones.

Los tubérculos son tallos agrandados de formas y colores diferentes según las variedades, que constituyen la parte aprovechable. Muchas variedades de papa forman también frutos aéreos o bayas carnosas con numerosas semillas fértiles, característica aprovechable por los fitomejoradores para lograr los híbridos y nuevas variedades con altos rendimientos y muchos atributos más.

Las hojas de la papa son alternas, compuestas con

con tres o cuatro pares de foliolos opuestos, de forma ovalada y con un foliolo terminal. Generalmente las hojas tienen también foliolos pequeños o sésiles entre los principales. Las flores son pequeñas, blancas, amarillas o lilas, la pulpa de los tubérculos es de color blanquesino en la mayoría de variedades comerciales, y en algunas especies cultivadas tienen pulpa amarilla. Los tubérculos tienen ojos o yemas que después de un período de reposo más o menos largo según los cultivares brotan para producir nuevas plantas.

Las variedades dan tubérculos de tamaños variables debiendo seleccionarse los que tengan de 50 a 60 gramos para usar los enteros como semillas.

La papa es fuente de varias vitaminas y minerales así como también de aminoácidos importantes para la salud tendiendo menos calorías que el arroz - entre otros, esto explica su alto valor nutritivo y su importancia en la dieta humana, siendo su consumo percapita anual entre 4 y 5 kilogramos, consumiéndose el producto de distintas formas y variedades. (11, 18).

En función de rendimiento CASSERES (14) manifiesta que existe una correlación positiva entre el número de tallos verdaderos en cada planta de papa y el número de tubérculos (rendimiento) que se producen. Esto es consecuencia del origen morfológico de los estolones que se desarrollan de los nudos de los tallos en la porción que queda bajo el suelo. Por lo tanto con un número mayor de -

tallos, el número de tubérculos medianos y pequeños es superior que cuando hay un número inferior de ellos.

5. MATERIALES Y METODOS:

Las labores que se realizaron para el sometimiento de las hipótesis y dar cumplimiento a los objetivos propuestos se llevaron a cabo en dos cultivares de papa en una sola localidad la cual se describe a continuación:

5.1. ENSAYOS EN BLANCO PARA LOS CULTIVARES DE PAPA:

5.1.1. LOCALIZACION:

El ensayo se realizó en el municipio de - Chimaltenago del mismo departamento, situado a 54 Kms. de la Ciudad Capital, ubicado geográficamente a una latitud de $14^{\circ}37'58''$ y una longitud de $90^{\circ}48'10''$, con una altitud de 2,000 m.s.n.m. y de acuerdo con la regionalización del Sector Público Agrícola, pertenece a la sub-región V-4. (12, 17).

5.1.2. CONDICIONES DE CLIMA:

Según HOLDRIDGE, está situada en el área ecológica caracterizada como Bosque Húmedo Tropical de Montaña, con una temperatura mínima diaria de 9.6°C , una máxima diaria de 25°C y una media diaria de 15°C . La precipitación pluvial es de 669.1 mm de lluvia anuales distribuidos en 50 días.

Las condiciones climatológicas (P.P. y T. $^{\circ}\text{C}$) pueden observarse en el cuadro No. 12. Las cuales fueron obtenidas en la estación

tipo "B" del Centro de Producción Agrícola ICTA para el año 1981. Condiciones bajo las cuales fueron ubicados y sembrados los ensayos en blanco para la realización del presente estudio. (Figura No. 2.).

5.1.3. CONDICIONES DEL SUELO:

Según SIMMONS et al (21) los suelos a nivel regional son productos desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro u oscuro, pertenecientes a la serie Cauque, Patzicía, Tecpán entre otros. De textura franca arcillosa, con una estructura granular, de reacción ligeramente ácida con un pH de 6 a 6.5 y un CTI de 26.17% y un P.S.B. de 38.21%. Efectuado el muestreo de suelos en los lotes donde fueron ubicados los ensayos en blanco (Cuadro No. 13) se pudo determinar que el lote donde fue ubicado el ensayo en blanco del cultivar Atzimba es de textura franco arcillo-arenoso en sus primeros 20 cms. con un CTI de 15.68 Meq/100 grs. de suelo, un P.S.B. de 67.16 y un porcentaje de materia orgánica de 3.85.

Mientras que el lote donde fue ubicado el ensayo en blanco del cultivar Loman, en sus primeros 20 cms. es de textura franco arenoso, con un CTI de 10.87 meq/100 grs. de suelo, un P.S.B. de 70.93 y un porcentaje de materia orgánica de 3.99.

5.1.4. TECNICA Y MANEJO DE LOS ENSAYOS:

5.1.4.1. Material empleado:

El material genético empleado para los ensayos en blanco se describe a continuación:

- VARIEDAD LOMAN (Originaria de Holanda)
- Forma del tubérculo - alargado-plano
- Ojos y puntas de yemas - superficiales
- Piel - lisa (marcada con malla)
- Pulpa - amarillo claro
- Tamaño - largo 70 a 90 mm. diámetro de 40 a 50 mm.
- Calidad - para mesa y papalinas no para pure, Almidón 70% B.S., Humedad 76.11% B.H., Densidad 1.02 grs/cc., Rendimiento deshidratada 15.75%.
- Cocción - 30 minutos, consistencia después de cocción medio elástico.
- Ciclo de crecimiento - 90 días, precoz.

- Regiones de cultivo - de 6,000 a 7,500 pies s.n.m. Chimaltenango, Tonicapán, Quiché, etc.
- Distancia de siembra - 80 a 90 x 25 a 30 cms.
- Resistencia - No resistencia al tizón tardío.

- VARIEDAD ATZIMBA (Originaria de México).
- Forma del tubérculo - semiredondo a oblongo.
- Ojos o puntas de yemas - semisuperficiales.
- Piel - lisa, café claro
- Pulpa - amarillo claro
- Tamaño - largo 40 a 80 mm diámetro 35 a 70 mm.
- Calidad - para mesa y pure almidón 70.66% B.S., Humedad - 78.89% B.H., Densidad 1.017 grs/cc.
- Cocción - 29 minutos, consistencia después de cocción porosa.
- Ciclo de crecimiento - 110 días, semitardía.

- Rendimiento - 300 qq/Mz.
- Regiones de cultivo - 6,000 a 10,000 pies s.n.m.
- Susceptibilidad - a golpes en el manipuleo
- Resistencia - resistencia parcial al tizón tardío.
- Período de almacenamiento - 3 meses.
- Distancia de siembra - 80 a 90 cms. x 25 a 30 cms.

5.1.4.2. Manejo de los ensayos en blanco:

para las dos variedades se seleccionaron dos lotes lo más homogéneos posible en cuanto a pendiente, color del suelo, etc., cada cultivar se ubicó en un sólo lote, los cuales fueron manejados de la manera más uniforme posible desde la selección, preparación del suelo, hasta la cosecha, con las prácticas agrícolas desarrolladas en la región, esperándose únicamente la heterogeneidad del suelo como fuente de variación, las actividades se desarrollaron de la siguiente manera:

- La Preparación del Terreno: el terreno fue preparado con un paso de arado y un paso de rastro, marcándose y surqueándose manualmente ambos lotes.

- La Siembra: fue de ciclo de primera, para lo cual se utilizaron 6 cajas de 800 semillas cada una y un peso promedio de 2 onzas con un promedio de 3 - brotes por tubérculo, (1,850 - Kgs.), las distancias de siembra de acuerdo con MIRANDA (17) fueron de 0.90 M. entre surcos y 0.30 M., entre tubérculos que hacen una densidad de siembra de 37.037 plantas por Ha.

Al momento de la siembra se -- aplicaron en el fondo del surco y por debajo de la semilla 58 Kgs/Ha. de N, P_2O_5, K_2O aplicándose también un producto nematocida sistémico 15 Kgs. por Ha., posteriormente a los 30 días de sembrado se fertilizó nuevamente con un fertilizante a base de nitrógeno a razón de 45 Kgs., por Ha. (10).

- Control de Malezas, Plagas y Enfermedades:

Las malezas se controloran con dos limpiezas, la primera 20 días después de la siembra y la segunda 20 días después de la primera, acompañada de un aporque de la mata de papa, para el control de plagas y enfermedades se efectuaron 7 aplicaciones:

<u>PRODUCTO</u>	<u>DOSIS</u>
Tamaron 600	25 cc/bomba de 15 litros.
Folidol M-480	30 cc/ bomba de 15 litros
Dithane M-45	70 grs/ bomba de 15 litros
Tritón-adherente	1 cc/ litro de solución.

- Defoliación y Cosecha:

Una vez alcanzada la madurez fisiológica y muestreado para observar el tipo (tamaño) de tubérculos deseados, se procedió a aplicar un compuesto químico como defoliante "Gramaxone" en dosis mínimas de 1.5 litros/ Ha. Todas éstas prácticas fueron realizadas idénticamente para los dos ensayos en estudio.

Los lotes sembrados y cosechados por separado fueron de 13.70 M. x 44.50 M (609.65 m^2), eliminándose 1.80 M de cabeceros y 1.80 M. de borde, resultando un área neta de 11.90 M. x 42.70 M (508.13 m^2), cada uno de los lotes se dividió en 504 unidades básicas con un área de 0.90 M x 0.90 M. (0.81 m^2), las cuales fueron cosechadas entre 90 y 100 días después de la siembra, manualmente desenterrando los tubérculos con azadón y pesando el rendimiento de cada unidad básica constituida por 3 matas de papa, dichos rendimientos en Kgs. de cada variedad pueden apreciarse en los cuadros No. 1 y 2.

De la producción de las unidades básicas obtenidas, se obtuvieron 55 diferentes combinaciones con el objeto de obtener los tamaños y formas óptimas de parcela mediante la aplicación para cada cultivar de los métodos descritos anteriormente.

Inicialmente se calcularon la media (\bar{X}), Varianza (S^2), desviación estandar (S), el coeficiente

de variación (C.V.) y la varianza comparada (V_x), las cuales se observan en los cuadros No. 3 y 4.

El criterio seguido para la agrupación de las unidades básicas para formar los distintos tamaños y formas de parcela a analizar, fue tomado de BARRIENTOS (3) quien recomienda utilizar el arreglo en el cual todas aquellas combinaciones (AXL) de forma cuadrada o rectangular, de ancho menor o igual que el largo, dando un límite práctico a la superficie y una mayor facilidad en el cálculo.

El arreglo combinatorio en cada cultivar fue analizado por el programa MELGAR 1 que forma parte de la biblioteca del Centro de Estadística y Cálculo mediante la aplicación de teleproceso en la terminal IBM/3277 instalada en la Facultad de Agronomía, del computador IBM/370 de la - Universidad de San Carlos de - Guatemala en donde se obtuvieron los análisis de correlación regresión logarítmica, múltiple

y sus análisis de varianza correspondientes.

Posteriormente tanto para el Método de Máxima Curvatura como para el Método de Regresión Múltiple, partiendo de los modelos estimados se obtuvieron las derivadas parciales respecto a cada dimensión. Al resolver los sistemas de ecuaciones se encontraron los valores de ancho, largo y ancho por largo (tamaño) para parcelas que optimizan el C.V.

También se realizó la correlación lineal entre el rendimiento (variable dependiente) con el número de tallos verdaderos y la altura de la planta (variables independientes), fueron tomados al azar 50 días después de la siembra; dos matas de papa de tres existentes por unidad básica promediándose el número de tallos verdaderos y la altura de planta, las cuales fueron correlacionadas con el rendimiento por unidad básica.

Fueron tomadas 204 lecturas para las variables independientes

y de ellas obtenidas únicamente 102 datos, mientras que para la variable dependiente únicamente 102 datos, lo que se realizó en cada cultivar permitiendo obtener los siguientes resultados.

6. RESULTADOS Y DISCUSION:

De los ensayos en blanco establecidos se obtuvieron los datos de: número de tallos verdaderos, altura de plantas y rendimiento por unidad básica para cada cultivar, los cuales se muestran en los cuadros No. 5 y 6 y con los que se efectuó el análisis de correlación lineal cuyos resultados fueron:

Para el cultivar Loman, en la relación entre rendimiento y número de tallos verdaderos se determinó un coeficiente de correlación lineal calculado (r_c) de 0.6697 que a un nivel de significancia del 1% permite apreciar una correlación positiva media altamente significativa. Dicho análisis permite inferir que a mayor número de tallos verdaderos; mayor es el número de tubérculos medianos y pequeños (rendimiento) que se obtienen, lo cual concuerda con lo expresado por CASSE-RES (4).

En cambio para la relación rendimiento contra altura de planta se obtuvo un r_c de 0.0966, no existiendo significancia (N.S.) al 1%. Por otra parte en el cultivar Atzimba la relación entre el rendimiento y el número de tallos verdaderos mostró un r_c de 0.1409 que comparado a un nivel de significancia del 1% resulta ser N.S., mientras que para la relación entre el rendimiento y altura de planta el r_c fue de (-) 0.8080, dicho valor permite observar una correlación negativa alta que a un nivel de significancia del 1% es también altamente significativa

En los cuadros No. 7 y 8, se resumen los anteriores re resultados en los cuales se observa apreciablemente una contrariedad en la significancia de las correlaciones; lo cual es debido principalmente a que en el cultivar Atzimba no se cumple la expresión hecha por CASSERES (4) por lo tanto no se puede explicar el rendimiento como una función del número de tallos verdaderos, pero si fisiológicamente y en función de altura de la planta; EDMOND et al (7) explica que al obtener mayor altura de las plantas la utilización de carbohidratos es y fue dominante sobre la acumulación de los mismos, - invirtiendo la planta su energía en lograr mayor altura y menor rendimiento de tubérculos lo que también - confirma el porque existe una correlación negativa alta ($r_c = - 0.8080$).

Asi mismo no debe dejarse desapercibido que climatológicamente, el factor viento (al ser las plantas muy - altas) provocó el acame de las mismas en la etapa de mayor formación de tubérculos, lo cual también posible mente influyó en la producción.

Con la aplicación de las metodologías para los ensayos en blanco recomendadas por BARRIENTOS (3) a cada cultivar (cuadros No. 3 y 4), se obtuvieron los siguientes resultados: Para Atzimba por el método de Máxima Curvatura Bivariada, utilizando las 55 combinaciones obtenidas y cuando la escala fue medida en metros se obtuvo la siguiente ecuación:

$$C V = 26.6476 \bar{A}^{-0.4996} \cdot \bar{L}^{-0.4098}$$

y cuando la escala fue medida en unidades básicas se obtuvo la ecuación siguiente:

$$C V = 29.3268 \bar{A}^{-0.4996} \bar{L}^{-0.4098}$$

siendo el coeficiente de determinación (R^2) obtenido de 81.48% para ambas ecuaciones.

De igual forma cuando el análisis se efectuó con el método de Regresión Múltiple y con escala expresada en metros se obtuvo la ecuación:

$$CV = 25.3864 - 2.4495A - 2.9456L + 0.0973A^2 + 0.1617L^2 + 0.0702AXL.$$

y cuando la escala se expresó en unidades básicas se obtuvo:

$$CV = 25.3864 - 2.2047A - 2.6509L + 0.0788A^2 + 0.1309L^2 + 0.0569 AXL.$$

y el valor obtenido de R^2 para ambas ecuaciones fue de 91.00%.

Al analizar el cultivar Loman utilizando las primeras 34 combinaciones (hasta la 4 x 10 inclusive) por el método de Máxima Curvatura Bivariada con escala en metros se obtuvo la ecuación:

$$C V = 32.6743 A^{-0.1905} \bar{L}^{-0.1293}$$

Al utilizar la escala en unidades básicas la ecuación obtenida fue:

$$C V = 33.7942 A^{-0.1905} \bar{L}^{-0.1293}$$

Ambas mostraron un valor de R^2 de 93.25%.

De la misma manera por el método de Regresión Múltiple se obtuvo las siguientes ecuaciones:

Con escala en metros:

$$CV = 43.2121 - 7.8239A - 3.1474L + 0.8679 A^2 + 0.1772L^2 \\ + 0.2880AXL.$$

Con escala en unidades básicas:

$$CV = 43.2121 - 7.0484A - 2.8314L + 0.7039 A^2 + 0.1434 L^2 \\ + 0.2334AXL.$$

Dichas ecuaciones tuvieron un valor de R^2 de 93.36% (cuadros No. 9 y 10).

Al obtener las derivadas parciales de C.V. respecto al ancho (A) y largo (L) e igualadas con -1 (pendiente - del punto de máxima curvatura), se obtuvieron dos ecuaciones simultáneas para cada método aplicado a cada cultivar, permitiéndolo obtener los tamaños y formas óptimos de parcela que en resumen son los siguientes: (Ver cuadro No. 11)

CUADRO No. 11.

RESUMEN DE TAMAÑOS Y FORMAS OPTIMOS DE PARCELA PARA LOS CULTIVARES "LOMAN" Y "ATZIMBA".

CULTIVAR	METODO	OPTIMOS						COEFICIENTE DE VARIACION	
		ANCHO		LARGO		SUPERFICIE		CV (%)	
		UNIDADES	METROS	UNIDADES	METROS	UNIDADES	METROS	UNIDADES	METROS
LOMAN	MAXIMA CURVATURA	4.26	4.15	2.89	2.82	13.31	11.69	22.36	21.79
	REGRESION MULTIPLE	3.74	3.38	3.34	3.31	12.50	11.20	21.75	21.43
ATZIMBA	MAXIMA CURVATURA	4.25	4.06	3.49	3.27	12.04	13.29	8.52	8.14
	REGRESION MULTIPLE	5.82	5.73	5.04	4.77	29.35	27.34	6.85	6.09

En base a lo anterior puede mencionarse que la discrepancia observada al tomar un número de combinaciones diferentes en las metodologías empleadas se debe principalmente a que en el cultivar Loman se obtuvo un cambio brusco injustificable del C.V., posiblemente producido por no haberse considerado en el cálculo de las combinaciones la totalidad de las unidades básicas obtenidas así mismo porque la tendencia que muestra la curva del C.V. (%) según diagrama de dispersión, no sigue el patrón establecido, lo que hace que los modelos utilizados sean menos eficientes y que se obtengan tamaños y formas de parcela imprácticos, lo cual permitió utilizar únicamente las primeras 34 combinaciones del cultivar en mención obteniéndose así una mayor eficiencia en la aplicación de los métodos.

Según el cuadro resumen de tamaños y formas puede decirse que la variación en los tamaños de los cultivares es aceptable y comparables con los anotados por FERNANDEZ y FRANCO (8, 9) cuyo rango va desde 11.20 metros cuadrados hasta 30 metros cuadrados.

Por otra parte los coeficientes de variación estimados muestran gran diferencia entre cultivares, siendo los valores mayores para el cultivar Loman; lo que posiblemente se deba a que existe una mayor variabilidad (Heterogeneidad) en el ensayo en blanco de dicho cultivar y que el lote donde se ubicó el ensayo en blanco del cultivar Atzimba es más homogéneo, existiendo también mayor variación hacia lo ancho que hacia lo largo para ambas cultivares lo cual es comprobado al observar que el ancho se mantuvo mayor que el largo.

7. CONCLUSIONES:

Para el presente estudio puede concluirse lo siguiente:

1. Con la aplicación de los métodos Regresión Múltiple y Máxima Curvatura Bivariada se llegó a determinar que el tamaño y forma de parcela neta que permiten disminuir el error experimental es: Para el cultivar Loman, 4 surcos de ancho (3.6 mts.) por 3.30 mts. de largo, dando un tamaño de 11.88 m^2 ó 5 surcos de ancho (4.50 mts.) por 2.70 mts. de largo para un tamaño de 12.15 m^2 y para el cultivar Atzimba: 5 surcos de ancho (4.5 mts.) por 3.3 mts. de largo, lo que dá un tamaño de 14.85 m^2 ó 6 surcos de ancho (5.40 mts.) por 4.80 mts. de largo para un tamaño de 25.92 m^2 .
2. El tamaño óptimo de parcela fue diferente en cada cultivar.
3. No se logran los mismos resultados con la utilización de los métodos empleados para determinar el tamaño y forma óptimos.
4. Las variedades de papa Loman y Atzimba si influyeron en la determinación del tamaño y forma óptimos de parcela (cuadros No. 9 y 10) principalmente debido a sus características propiamente fenotípicas (función de componentes genético-ambientales), como lo es el rendimiento, el número de tallos verdaderos y la altura de la planta.

5. El número de tallos verdaderos si influyó en el rendimiento de la variedad Loman, y en la variedad Atzimba no.

6. La altura de planta no influyó en el rendimiento de la variedad Loman, mientras si lo hace en la variedad Atzimba.

8. RECOMENDACIONES:

1. Para la región en la cual se llevó a cabo el estudio se recomienda utilizar los tamaños y formas de parcela siguientes:

Para el cultivar Loman, 5 surcos de ancho (4.5 mts.) por 2.70 mts. de largo, lo que da un tamaño de 12.15 m^2 . Y para el cultivar Atzimba 6 surcos (5.4 mts.) de ancho por 4.8 mts. de largo para un tamaño de 25.92 m^2 .

2. Cuando los ensayos a planificar sean demasiado grandes que involucren un gran número de tratamientos o exista limitación de recursos, se recomienda los menores tamaños de parcela neta descritos en las conclusiones.
3. Es conveniente para futuros estudios de experimentación agrícola en los cuales se determinen tamaños y formas de parcela, diseñar y utilizar un arreglo combinatorio partiendo de la disponibilidad de terreno, en el cual se obtenga el mayor número de combinaciones y estas contengan igual número de unidades básicas, evitando así que exista grandes diferencias en los coeficientes de variación y por ende tamaños y formas de parcela imprácticos.
4. Evaluar más profundamente los métodos de análisis para tratar de encontrar las causas de sus diferencias, específicamente en los siguientes aspectos:
 - a) Analizar e interpretar las superficies de respuesta.

- b) Evaluar las condiciones de límite y de frontera en dichas superficies (la forma y propiedades matemáticas de la curvatura).
- c) Cuantificar la influencia del factor de escala utilizado en anteriores estudios (en metros y unidades).

9. A P E N D I C E

CUADRO No. 1.

RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR UNIDAD BASICA DE 0.81 m² (0.90 x 0.90 m²) DEL ENSAYO EN BLANCO DEL CULTIVAR "LOMAN" REALIZADO EN CHIMALTENANGO.

1.9318	1.7045	2.1591	1.4773	2.6705	1.5625	1.9602	2.3011	0.9091	0.9943	1.3352	1.2500
1.3068	2.2159	2.5284	2.2727	3.2955	2.0455	1.1932	1.8182	0.9659	1.8182	1.2500	0.9091
1.3068	2.4148	2.4148	1.8182	1.7045	2.9545	2.5000	1.9034	1.5057	1.5909	1.8182	0.7386
1.5341	2.4432	1.5909	3.1250	1.8182	2.1875	1.7614	1.6477	2.7273	1.6193	1.3920	1.1364
2.0455	2.0455	2.2443	2.5000	2.2159	3.6932	0.7955	1.7045	2.2727	1.8750	2.2159	1.5057
1.5341	1.4205	1.3636	2.5000	1.7045	2.0455	2.3295	1.7614	1.0511	1.8182	0.9375	1.0511
2.5568	2.2159	2.2727	1.5909	1.8182	1.6477	2.5000	0.9091	3.0114	0.9091	0.9091	1.8182
1.5341	1.4773	2.6989	2.1273	1.7614	3.0682	1.5057	2.0455	1.2500	1.3636	0.4545	1.8750
1.1932	2.1591	2.3864	2.7273	2.2727	3.6080	2.3295	2.0455	1.1364	0.9091	1.5909	1.1932
1.2500	1.7898	1.7614	1.1364	2.8409	2.5000	1.5909	0.1136	1.3636	1.3352	0.7102	1.3068
1.3068	1.5909	1.6193	2.0455	2.1591	2.0455	1.8182	1.1648	1.8750	1.9886	0.6818	1.7898
1.6341	2.0455	1.6193	2.3864	1.8182	2.3295	1.2216	2.5000	1.7614	1.4773	1.7045	0.9091
2.1023	1.8182	1.8182	2.3011	1.7614	1.8182	2.5000	2.2727	1.8182	1.4489	0.9091	1.4205
2.0455	1.4773	2.2159	2.3011	2.1023	3.4091	2.7841	2.1591	0.5114	1.5341	0.7102	1.1364
1.7614	2.7173	1.8182	3.0114	1.7045	2.6136	1.9034	1.1364	1.1648	1.2500	0.4830	1.3636
1.3068	1.8182	2.0455	2.2727	3.0682	2.9545	1.9318	1.8750	2.0455	1.9318	0.5114	1.1932
1.2500	1.8182	3.5795	5.6818	2.8409	2.7841	2.9261	1.1364	0.6818	1.2216	0.9375	0.6818
2.0455	3.3239	1.1364	1.5909	2.0455	3.5795	2.9830	1.1080	2.3864	2.1591	0.9659	0.0000
1.5625	1.1364	2.9545	1.9886	2.1591	3.4091	2.5284	0.8807	1.8466	2.7841	1.3636	1.0227
1.5341	1.0227	2.0455	1.6761	2.1591	1.9034	2.6420	1.1693	1.5909	2.5000	1.8466	1.1932
0.9943	1.9602	2.9830	1.2500	2.2159	2.7273	2.6420	1.7614	1.5909	1.8466	1.8182	1.0511
2.0739	1.3068	2.5000	1.6477	2.3864	2.8409	2.5568	2.0455	1.9318	0.6818	0.6818	1.7614
2.0455	0.7102	0.2273	2.2727	1.9602	2.6889	1.5909	1.9034	1.5909	1.3636	1.1364	1.5909
1.5057	1.3352	2.6136	1.5909	2.1023	2.2727	2.9545	1.8182	1.8182	1.4205	1.3920	1.7045
1.5057	1.7330	0.7555	0.5966	2.3580	2.5852	2.0170	1.7614	1.2784	1.5909	0.9091	1.3636
1.5341	0.5114	1.8780	2.2727	2.3580	3.1818	3.8352	2.2443	0.3877	1.7045	0.7102	1.8182
2.5852	0.4261	2.8409	1.8182	2.6705	2.5568	1.7330	1.9886	1.4205	1.1364	1.3636	1.1648
2.5568	0.9091	0.9091	2.5000	2.3864	3.8636	1.5909	2.0170	1.0227	1.3352	1.1364	1.0511
2.0455	2.2443	2.0455	1.2500	2.7841	3.2386	1.7045	1.9318	0.4545	1.4205	1.3352	1.1364
1.5341	2.2443	1.9602	1.4773	2.2727	1.9318	2.8977	1.3068	2.0455	1.8466	1.5341	2.1591
2.0170	1.7071	1.9318	1.3636	1.8750	3.7500	2.9830	2.7841	0.3977	2.3864	1.7045	0.9943
1.5909	0.7102	0.4545	1.1364	2.2443	2.0455	1.9318	1.6193	1.5909	0.9943	1.8466	1.1364
1.5625	2.0455	1.4773	1.0227	2.5000	3.0682	2.6136	1.8182	1.7898	0.7955	1.1364	1.1648
1.5057	1.2500	0.2273	2.5000	2.1591	1.7045	1.7045	1.3636	1.7045	1.8750	1.8182	1.4489
2.0170	0.9091	1.1364	1.9318	1.9602	2.2159	2.3864	1.7045	0.8239	1.5909	0.7102	1.6193
2.5284	1.7330	1.9502	2.6136	1.8182	2.6136	3.2670	2.0739	1.2784	1.8182	1.3352	1.8750
1.5057	1.5909	1.6193	1.3864	2.8977	2.1591	2.3580	1.6193	1.1080	1.1932	1.7614	1.5909
2.5568	2.1023	1.6193	2.6136	2.6136	2.8125	2.0170	1.9318	1.4773	0.4261	2.0455	1.8182
2.5568	2.3011	1.8698	2.9545	2.0455	2.8409	1.7045	1.3068	1.5909	1.1364	1.0227	1.2500
1.5057	2.0170	1.5909	2.5000	3.0682	2.9545	2.5000	1.5909	1.7045	1.3636	1.7045	0.9375
2.5568	2.1307	2.2727	2.7273	2.9545	2.7273	1.3920	2.3864	1.5909	1.2500	1.7045	1.0227
1.5057	1.2784	1.9602	2.5000	1.8182	2.4716	0.8523	0.2841	1.5909	2.2727	1.3636	1.1364

CUADRO No. 2.

RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR UNIDAD BASICA DE 0.81 m² (0.90 x 0.90 m²) DEL ENSAYO EN BLANCO DEL CULTIVAR "ATZIMBA" REALIZADO EN CHIMALTENANGO.

2.6420	2.1875	2.3011	1.3636	0.9943	2.0739	1.8466	3.5227	2.7273	2.8409	2.3580	1.7045
0.8523	1.4773	2.9545	2.0455	2.0455	2.8409	2.5852	2.8409	3.1250	2.7273	2.9545	2.1875
2.7557	1.5909	2.0455	2.2727	2.6136	2.2727	2.2727	2.4148	2.5000	2.7273	4.1477	2.0739
3.7500	2.5568	1.8182	2.3295	2.5000	1.7614	1.7330	2.8409	1.3636	1.8182	2.7841	2.7273
2.5568	1.8182	2.6136	2.6136	2.9545	2.3864	2.7841	1.8182	2.3864	2.3864	1.1932	1.9318
2.1875	1.9318	2.5000	2.1591	1.4773	2.0170	2.0739	2.7841	2.5000	2.5284	2.3864	1.2500
2.3864	3.4091	2.2159	2.5000	2.9545	2.4716	3.5227	1.7330	3.2955	2.3964	2.1307	2.6136
1.6193	2.5284	2.8409	2.1591	1.9886	1.3636	3.0682	1.7045	1.7045	2.1591	3.0398	2.8977
2.2727	2.6136	2.5000	2.7273	2.3580	3.7500	3.1250	2.9261	4.0909	2.0455	1.8550	2.6136
3.1534	2.7273	2.9545	1.5909	2.5568	3.1818	2.4716	2.0170	2.0455	2.5568	2.5000	1.5909
1.1080	2.3580	2.7841	2.3864	1.1364	2.3580	1.8466	2.1591	3.1818	2.3864	2.7273	2.7841
1.6761	2.1591	3.1250	3.5227	2.9261	3.0966	1.4205	2.3295	2.7841	2.277	2.5000	3.1818
1.5909	2.7273	2.7557	2.1023	1.5909	2.5284	1.9886	2.7557	2.7273	2.6136	2.2159	3.5227
2.2159	2.6136	2.4716	2.2159	2.9261	3.1818	2.2727	2.2727	2.5284	2.8409	2.8409	2.5000
1.9886	2.5000	2.4148	2.3864	2.2159	2.2727	2.5000	1.3636	3.4091	2.4716	1.0227	2.3295
2.4148	4.1477	2.2727	1.5909	1.9318	1.3920	2.1875	1.5057	3.4375	2.9545	1.5625	2.7841
2.5000	3.0682	3.0682	2.0170	2.5000	1.4773	2.7273	2.4148	2.6136	2.3864	2.4432	3.1818
2.7273	2.7273	2.9545	1.3636	3.4091	2.9261	3.0682	3.1818	2.0170	2.2159	1.3920	2.7273
2.8125	3.4375	1.8182	2.2727	3.0682	2.5284	2.7841	2.2727	2.8409	2.0455	3.5227	2.4716
1.6750	2.8409	1.9034	1.9886	3.8636	3.5227	3.4091	1.7614	2.6136	2.7273	2.1591	2.8409
2.0455	3.5227	2.4432	2.0170	2.7557	3.8068	3.1250	3.6364	2.9830	2.8409	2.9261	2.5852
3.1818	2.8409	2.2159	2.6705	2.8125	1.5625	3.1818	2.9545	3.0682	2.9545	3.4091	2.9830
1.9318	2.4432	2.5000	1.5341	1.9318	1.7614	2.7273	2.6705	2.2727	3.8920	4.8864	2.8409
3.2386	1.5625	2.1591	2.9830	2.5000	2.6136	2.8409	3.1818	2.3864	5.0568	3.3807	2.8409
2.7273	1.5341	1.3920	2.8409	2.7273	1.9318	2.8409	3.8920	3.2955	2.7273	3.0114	3.7216
1.4773	3.3239	2.0455	2.8409	2.0455	2.9545	2.9261	3.6932	2.7273	3.0398	1.9602	3.3239
1.1932	2.5000	3.2386	2.9545	2.0455	1.9318	3.0114	3.1818	2.8125	2.0170	3.1818	3.4091
2.2443	2.6705	3.1250	1.7614	1.9034	2.3864	2.4148	3.4091	2.8409	2.1865	4.0909	2.1591
1.1648	3.1818	1.5909	1.1932	2.6136	2.0455	3.2102	3.0682	2.6136	2.7273	3.1818	4.0341
2.6705	2.8125	2.8409	2.2443	3.0114	3.4091	2.3864	1.9034	3.4091	2.5284	3.5795	2.0170
2.3011	2.9545	2.9545	2.6705	3.0682	2.6136	3.4091	2.8409	1.8182	2.4472	3.4375	1.5341
2.2159	2.5568	2.7273	3.1250	3.2955	2.5000	2.2727	2.9830	2.8409	1.9034	1.9602	2.8693
1.8750	3.4375	2.6989	2.8125	2.0739	3.2386	3.5227	3.2955	2.4716	2.3864	2.3864	2.9261
1.5909	2.7557	1.5909	2.6136	2.5000	3.1250	4.0341	2.6136	2.6136	2.5000	3.2670	3.4091
2.7841	2.6420	2.1591	2.8693	2.3295	1.9034	2.3864	1.6193	1.6193	1.5909	3.0682	3.4091
1.6193	3.4659	2.1023	2.3864	2.5000	3.2102	2.6136	2.3295	3.1818	1.5057	1.9886	2.5000
2.5000	2.8409	2.4716	2.3864	2.9545	1.2500	2.3295	2.9545	2.5000	2.4148	3.7216	2.3011
2.7841	3.4091	2.5284	1.9886	2.1591	3.1818	3.0114	3.6648	2.9830	3.0682	3.2955	1.0227
2.3295	2.3580	3.0682	2.5568	2.5000	2.2727	1.7898	3.5795	2.6136	2.2727	3.8352	3.2955
2.3864	2.6136	1.9318	3.1818	1.8750	2.1591	1.9318	3.3239	3.0114	1.4773	2.7557	3.5227
2.5000	3.6080	1.8182	2.6420	2.6136	1.8750	2.9545	2.6420	2.9830	3.6832	2.7273	2.9545
1.6193	2.6136	1.9602	2.5284	1.8182	2.5000	2.8693	3.6364	3.2386	2.6136	2.4148	2.6136

ESTADISTICOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO EN BLANCO DEL CULTIVAR "LOMAN" REALIZADO EN CHIMALTENANGO PARA: LA VARIABLE RENDIMIENTO EXPRESADA EN KILOGRAMOS.

FORMA DE LA PARCELA		TAMAÑO		FRECUENCIAS.	RENDIMIENTO PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACION	VARIANZA COMPARABLE		
EN PARCELAS	EN METROS	ANCHO	LARGO	EN No. DE PARCELAS	EN M ²	F _i	\bar{X}	S	S ²	C.V.	V _x
1	1	0.90	0.90	1	0.81	504	1.8201	0.6998	0.4884	38.4484	0.4897
1	2	0.90	1.80	2	1.62	252	3.6378	1.1278	1.2716	30.9976	0.3179
1	3	0.90	2.70	3	2.43	168	5.4625	1.5849	2.5119	29.0141	0.2791
1	4	0.90	3.60	4	3.24	120	7.2887	2.0396	4.1601	27.9837	0.2600
1	5	0.90	4.50	5	4.05	96	9.0923	2.4547	6.0258	26.998	0.2410
1	6	0.90	5.40	6	4.86	84	10.9611	2.8538	8.1439	26.0352	0.2262
1	7	0.90	6.30	7	5.67	72	12.6409	3.3096	10.9534	26.1815	0.2235
1	8	0.90	7.20	8	6.48	60	14.5814	3.7091	13.7573	25.4372	0.2150
1	9	0.90	8.10	9	7.29	48	16.3662	4.1777	17.4528	25.5261	0.2155
1	10	0.90	9.00	10	8.10	48	18.1847	4.5094	20.3346	24.7977	0.2033
2	2	1.80	1.80	4	3.24	126	7.2491	1.8987	3.6051	26.1926	0.2253
2	3	1.80	2.70	6	4.86	84	10.9111	2.7445	7.5321	25.1528	0.2092
2	4	1.80	3.60	8	6.48	60	14.5814	3.7536	12.7708	24.5082	0.1995
2	5	1.80	4.50	10	8.10	48	18.1846	4.3497	18.9198	23.9196	0.1892
2	6	1.80	5.40	12	9.72	42	21.5694	5.1207	26.2218	23.7407	0.1821
2	7	1.80	6.30	14	11.34	36	25.6039	5.7260	32.7876	22.3639	0.1673
2	8	1.80	7.20	16	12.96	30	29.1627	6.5862	43.3776	22.5842	0.1694
2	9	1.80	8.10	18	14.58	24	32.7324	7.5320	56.7305	23.0108	0.1751
2	10	1.80	9.0	20	16.20	24	36.4527	8.1351	66.1799	22.3169	0.1654
3	3	2.70	2.70	9	7.29	56	16.2799	3.6972	13.6693	22.7102	0.1688
3	4	2.70	3.60	12	9.72	40	21.8720	4.8242	23.2726	22.0564	0.1616
3	5	2.70	4.50	15	12.15	32	27.2769	5.8514	34.2389	21.4518	0.1522
3	6	2.70	5.40	18	14.58	28	32.8833	7.0202	49.2832	21.3489	0.1521
3	7	2.70	6.30	21	17.01	24	38.0853	8.0441	64.7081	21.1214	0.1467
3	8	2.70	7.20	24	19.44	20	43.7461	9.1579	83.8644	20.4341	0.1456
3	9	2.70	8.10	27	21.87	16	49.0986	10.3041	106.1746	20.9866	0.1456
3	10	2.70	9.00	30	24.30	16	54.3011	11.6127	134.8554	21.3846	0.1498
4	4	3.60	3.60	16	12.96	30	29.2098	6.1293	37.5688	20.9838	0.1468
4	5	3.60	4.50	20	16.20	24	36.4942	7.4343	55.2694	20.3713	0.1382
4	6	3.60	5.40	24	19.44	21	43.8922	9.0821	82.4846	20.6918	0.1482
4	7	3.60	6.30	28	22.68	18	50.786	10.5103	110.4663	20.6952	0.1409
4	8	3.60	7.20	32	25.92	15	58.5921	11.9532	142.8794	20.4007	0.1395
4	9	3.60	8.10	36	29.16	12	65.4648	13.7049	187.8239	20.9348	0.1449
4	10	3.60	9.00	40	32.40	12	72.7388	14.4125	207.7212	19.8141	0.1298
5	5	4.50	4.50	25	20.25	16	48.5261	4.0158	16.1264	8.2755	0.0258
5	6	4.50	4.50	30	24.30	14	58.1113	4.5807	20.9828	7.8820	0.0233
5	7	4.50	6.30	35	28.35	12	67.5515	5.0711	25.7163	7.5071	0.0210
5	8	4.50	7.20	40	32.40	10	77.2438	5.5494	30.7964	7.1843	0.0192
5	9	4.50	8.10	45	36.45	8	86.7412	5.6209	31.5943	6.4801	0.0156
5	10	4.50	9.00	50	40.50	8	94.9115	5.7220	32.741	6.0288	0.0131
6	6	5.40	5.40	36	29.16	14	65.7676	10.6065	112.498	16.1273	0.0868
6	7	5.40	6.30	42	34.02	12	76.1707	11.9292	142.3068	15.1612	0.0807
6	8	5.40	7.20	48	38.88	10	87.4881	13.5199	182.7877	15.4534	0.0793
6	9	5.40	8.10	54	43.74	8	98.0721	15.0824	227.4799	15.3789	0.0780
6	10	5.40	9.00	60	48.60	8	109.1081	16.4742	271.3987	15.099	0.0754
7	7	6.30	6.30	49	39.69	6	101.5909	7.5505	57.0106	7.4323	0.0237
7	8	6.30	7.20	56	45.36	5	116.766	6.4527	41.6375	5.5262	0.0133
7	9	6.30	8.10	63	51.03	4	131.6996	5.1531	26.5546	3.9128	0.0067
7	10	6.30	9.00	70	56.70	4	146.2146	8.1545	66.4955	5.5771	0.0168
8	8	7.20	7.20	64	51.84	5	130.2149	5.6430	34.1402	4.4872	0.0083
8	9	7.20	8.10	72	58.32	4	134.6452	7.0885	50.2464	5.5646	0.0097
8	10	7.20	9.00	80	64.80	4	163.0932	6.5279	42.6129	4.0025	0.0067
9	9	8.10	8.10	81	65.61	4	159.9170	5.8470	34.1869	3.6562	0.0052
9	10	8.10	9.00	90	72.90	4	177.3143	9.5155	90.5456	5.3665	0.0112
10	10	9	9	100	81.00	4	192.6055	10.4945	110.1344	5.4487	0.0110

CUADRO No. 4.

ESTADISTICOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO EN BLANCO DEL CULTIVAR "ATZIMBA" REALIZADO EN CHIMALTENANGO PARA: LA VARIABLE RENDIMIENTO EXPRESADA EN KILOGRAMOS.

FORMA DE LA PARCELA				TAMAÑO		FRECUEN	RENDIMIENTO	DESVIACION	VARIANZA	COEFICIENTE	VARIANZA
EN PARCELAS				EN METROS		CIAS.	PROMEDIO.	ESTANDAR.		DE VARIACION	COMPARABLE
ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	EN No. DE PARCELAS	EN M ²	F _i	\bar{X}	S	S ²	C.V.	V _x
1	1	0.90	0.90	1	0.81	504	2.5519	0.6370	0.4057	24.9608	0.4097
1	2	0.90	1.80	2	1.62	252	9.1078	1.0147	1.0296	19.8654	0.2574
1	3	0.90	3.70	3	2.43	168	7.6629	1.3084	1.7118	17.0742	0.1902
1	4	0.90	3.60	4	3.24	120	10.258	1.5567	2.4234	15.1757	0.1515
1	5	0.90	4.50	5	4.05	96	12.8329	1.7385	3.0223	13.5469	0.1209
1	6	0.90	5.40	6	4.86	80	15.3233	2.0571	4.2315	13.4244	0.1175
1	7	0.90	6.30	7	5.67	72	17.9532	2.2146	4.9044	12.3352	0.1002
1	8	0.90	7.20	8	6.48	60	20.5210	2.4022	5.7707	11.7062	0.0902
1	9	0.90	8.40	9	7.29	48	23.3540	2.5746	6.6286	11.0243	0.0818
1	10	0.90	9.00	10	8.10	48	25.6659	2.6764	7.1631	10.4279	0.0716
2	2	1.80	1.80	4	3.24	126	10.2156	1.5058	2.2675	14.7404	0.1417
2	3	1.80	2.70	6	4.86	84	15.3233	1.9042	3.6261	12.4271	0.1007
2	4	1.80	3.60	8	6.48	60	20.5160	2.3235	5.3985	11.3251	0.0844
2	5	1.80	4.50	10	8.10	48	25.6659	2.7193	7.3943	10.5948	0.0739
2	6	1.80	5.40	12	9.72	42	30.6467	3.0963	9.5871	10.1032	0.0666
2	7	1.80	6.30	14	11.34	36	35.8231	3.5748	12.7789	9.9789	0.0652
2	8	1.80	7.20	16	12.96	30	41.0420	3.6997	13.6875	9.0143	0.0535
2	9	1.80	8.10	18	14.58	24	46.7080	3.9045	15.2449	8.3593	0.0471
2	10	1.80	9.00	20	16.20	24	51.3317	4.2503	18.0646	8.2800	0.0452
3	3	2.70	2.70	9	7.29	56	22.9332	2.6380	6.9592	11.5031	0.0859
3	4	2.70	3.60	12	9.72	40	30.7740	3.1329	9.8150	10.8103	0.0682
3	5	2.70	4.50	15	12.15	32	38.4988	3.4625	11.9888	8.9937	0.0533
3	6	2.70	5.40	18	14.58	28	45.9700	4.2761	18.2852	9.3020	0.0564
3	7	2.70	6.30	21	17.01	24	53.7347	4.7417	22.4834	8.8242	0.0510
3	8	2.70	7.20	24	19.44	20	61.5631	4.9127	24.1350	7.9800	0.0419
3	9	2.70	8.10	27	21.87	16	70.0620	4.8546	23.5675	6.9291	0.0323
3	10	2.70	9.00	30	14.30	16	76.9976	5.6829	32.2959	7.3807	0.0359
4	4	3.60	3.60	16	12.96	30	40.8199	3.8258	14.6370	9.3725	0.0572
4	5	3.60	4.50	20	16.20	24	51.3318	4.2547	18.1021	8.2886	0.0453
4	6	3.60	5.40	24	19.44	21	61.4343	5.4679	29.8980	8.9004	0.0519
4	7	3.60	6.30	28	22.68	18	71.6462	5.3392	28.5069	7.4522	0.0364
4	8	3.60	7.20	32	25.92	15	82.0841	6.2835	39.4828	7.6550	0.0386
4	9	3.60	8.10	36	29.16	12	43.4160	5.5805	31.1420	5.9738	0.0240
4	10	3.60	9.00	40	32.40	12	102.6634	6.5192	42.5061	6.3501	0.0266
5	5	4.50	4.50	25	20.25	16	63.2987	4.2641	18.1825	6.7365	0.0291
5	6	4.50	5.40	30	24.30	14	75.6266	5.2040	27.0811	6.8811	0.0301
5	7	4.50	6.30	35	28.35	12	88.4370	5.3955	29.1116	6.1010	0.0238
5	8	4.50	7.20	40	32.40	10	101.3078	6.4235	41.2608	6.3405	0.0258
5	9	4.50	8.10	45	36.45	8	115.0379	5.8435	34.1464	5.0796	0.0169
5	10	4.50	9.00	50	40.50	8	129.5305	8.6855	75.4386	6.7054	0.0302
6	6	5.40	5.40	36	29.16	14	91.9400	8.0840	65.3512	8.7927	0.0504
6	7	5.40	6.30	42	34.02	12	107.4694	9.0741	82.3391	8.4434	0.0467
6	8	5.40	7.20	48	38.88	10	123.1261	9.5847	91.8661	7.7844	0.0399
6	9	5.40	8.10	54	43.74	8	140.1240	9.4454	89.2150	6.7407	0.0306
6	10	5.40	9.00	60	48.60	8	153.9952	11.3647	129.1561	7.3799	0.0359
7	7	6.30	6.30	49	39.69	6	120.6628	5.8949	34.7494	4.8854	0.0145
7	8	6.30	7.20	56	45.36	5	139.2133	4.3446	18.8755	3.1208	0.0060
7	9	6.30	8.10	63	51.03	4	157.8550	3.3070	10.9363	2.0950	0.0028
7	10	6.30	9.00	70	56.70	4	173.9417	3.8399	14.7452	2.2076	0.0030
8	8	7.20	7.20	64	51.84	5	160.6792	6.9480	48.2744	4.3241	0.0118
8	9	7.20	8.10	72	58.32	4	182.2229	6.1855	38.2604	3.3945	0.0074
8	10	7.20	9.00	80	64.80	4	200.7740	5.9691	35.6302	2.9730	0.0056
9	9	8.10	8.10	81	65.61	4	207.1164	5.6713	32.1642	2.7382	0.0049
9	10	8.10	9.00	90	72.90	4	227.8550	6.7292	45.2820	2.9533	0.0056
10	10	9.00	9.00	100	81.00	4	253.1944	8.1746	66.8245	3.2286	0.0067

CUADRO No. 5.

REPRESENTACION DE LOS PROMEDIOS DE RENDIMIENTO (Kgs.), ALTURA DE PLANTA (Cms.) Y NUMERO DE TALLOS VERDADEROS DE UNA MUESTRA DE 102 UNIDADES BASICAS DEL ENSAYO EN BLANCO DEL CULTIVAR "LOMAN".

RENDIMIENTO	1.5057	1.5057	1.5057	1.5057	2.0170	2.5568	1.5057	2.0739	1.5625	1.3068	2.1023	1.2500
ALTURA DE PLANTAS	54.0	49.0	51.0	56.0	54.0	61.0	55.5	55.0	64.0	71.0	61.0	51.0
NUMERO DE TALLOS	2.5	1.5	2.0	2.0	2.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0
RENDIMIENTO	2.5568	1.5341	1.9602	1.5909	1.6193	0.2273	1.9318	0.9091	0.7955	2.5000	2.9545	2.0455
ALTURA DE PLANTAS	54.0	71.0	60.0	55.0	47.5	43.5	52.5	46.5	47.0	53.5	67.5	58.5
NUMERO DE TALLOS	2.0	2.0	1.5	1.5	2.0	1.0	1.5	1.0	1.0	2.0	2.5	2.0
RENDIMIENTO	1.8182	1.7614	2.2727	1.5909	2.1591	1.7041	1.4773	1.8182	2.0455	1.9602	1.8790	2.6705
ALTURA DE PLANTAS	67.0	46.5	57.0	56.0	59.5	60.0	43.5	51.0	63.5	56.5	54.0	54.0
NUMERO DE TALLOS	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	2.0	2.0	1.5	2.0	2.5
RENDIMIENTO	1.9602	2.1591	1.7045	2.1591	1.8182	1.7045	2.4716	2.8409	2.2159	3.7500	2.5568	2.6989
ALTURA DE PLANTAS	50.0	58.5	55.5	57.5	59.0	53.0	57.0	58.5	52.0	56.0	58.0	53.0
NUMERO DE TALLOS	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.5	3.0	3.0	2.5	2.0	2.5
RENDIMIENTO	3.4091	2.7841	2.6136	2.0455	1.6477	0.8523	1.7045	2.3864	2.9830	1.7330	1.5909	2.5284
ALTURA DE PLANTAS	58.5	55.5	54.0	53.0	62.5	52.5	55.0	56.0	58.5	62.5	47.0	54.5
NUMERO DE TALLOS	3.0	2.5	2.0	2.0	2.5	1.5	2.0	3.0	2.5	2.0	2.5	2.0
RENDIMIENTO	1.9034	1.8182	2.5000	2.5000	0.2841	1.3068	1.7045	2.7841	1.9886	1.9034	0.8807	1.1364
ALTURA DE PLANTAS	48.5	66.0	55.0	52.5	47.0	48.5	57.5	56.0	51.0	65.0	46.5	52.5
NUMERO DE TALLOS	1.5	2.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.5	2.5	1.5	2.0	1.0	2.0
RENDIMIENTO	1.1648	0.9091	1.9318	1.8466	2.0455	1.8182	1.3636	3.0114	2.7273	0.9091	0.6818	2.7841
ALTURA DE PLANTAS	61.0	53.0	48.5	55.0	51.5	61.0	45.0	45.0	60.0	61.0	51.0	47.0
NUMERO DE TALLOS	1.5	1.5	3.0	1.5	2.5	2.0	2.0	2.5	1.5	1.5	1.0	2.5
RENDIMIENTO	1.9318	1.4489	1.3352	0.9091	1.6193	0.6818	1.3636	0.5114	0.9091	0.7002	0.9091	1.3920
ALTURA DE PLANTAS	55.0	46.0	47.0	48.0	43.5	52.5	50.0	46.5	45.0	51.5	48.5	56.5
NUMERO DE TALLOS	2.0	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	2.5	1.0	1.5	1.5	1.5	2.0
RENDIMIENTO	1.0227	1.3636	1.7898	1.8182	0.7386	1.9318						
ALTURA DE PLANTAS	43.5	57.0	56.0	59.0	55.0	55.0						
NUMERO DE TALLOS	1.5	1.5	2.0	2.0	1.5	3.0						

CUADRO No. 6.

REPRESENTACION DE LOS PROMEDIOS DE RENDIMIENTO (Kgs.), ALTURA DE PLANTAS (Cms.) Y NUMERO DE TALLOS VERDADEROS DE UNA MUESTRA DE 102 UNIDADES BASICAS DEL ENSAYO EN BLANCO DEL CULTIVAR "ATZIMBA"

RENDIMIENTO	1.1648	2.0455	1.9318	2.0455	1.1364	1.8466	1.7898	2.2727	2.2773	2.3580	1.9602	1.1364
ALTURA DE PLANTAS	78.5	79.0	77.0	77.0	78.5	78.5	73.5	73.5	82.5	78.5	80.5	76.5
NUMERO DE TALLOS	5.0	5.0	5.0	4.5	4.0	6.5	4.5	6.0	4.5	3.5	5.0	6.5
RENDIMIENTO	2.6989	1.9318	3.2955	2.1875	2.3295	1.5057	1.4773	2.0170	1.1364	2.5000	2.6705	0.9375
ALTURA DE PLANTAS	79.5	78.0	76.5	87.5	89.5	82.5	77.0	83.0	80.5	81.5	72.5	82.5
NUMERO DE TALLOS	7.0	6.0	5.0	6.0	3.5	4.0	6.0	5.0	4.0	6.0	4.0	5.0
RENDIMIENTO	1.7614	1.3636	1.8182	2.3011	2.5000	1.7614	1.3636	1.8466	1.7330	2.0455	1.7045	0.7955
ALTURA DE PLANTAS	75.0	69.5	80.5	75.0	81.5	83.0	81.5	83.0	76.5	78.0	78.5	75.5
NUMERO DE TALLOS	3.5	4.5	4.0	5.5	4.5	4.5	3.5	4.0	3.5	3.5	4.5	4.0
RENDIMIENTO	2.6705	2.1591	1.9318	1.4773	1.1080	2.0784	0.9375	2.0739	2.7273	2.0170	1.3068	1.6193
ALTURA DE PLANTAS	77.0	79.5	82.5	76.5	76.0	78.0	81.0	77.0	75.5	80.5	75.5	80.5
NUMERO DE TALLOS	4.5	4.0	4.0	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	5.0	4.5	4.0	4.0
RENDIMIENTO	2.7841	2.5568	2.0455	2.1591	1.3636	2.3864	2.8409	2.6136	2.3864	2.9830	2.2727	1.5909
ALTURA DE PLANTAS	75.0	78.5	74.5	75.0	74.0	78.5	68.0	72.5	75.0	73.5	84.0	73.0
NUMERO DE TALLOS	4.5	4.0	3.0	4.0	3.5	4.0	4.5	3.5	4.5	4.5	3.5	2.5
RENDIMIENTO	2.8409	0.9091	1.9602	2.3011	2.8409	1.5341	2.8125	1.5057	3.1250	3.6364	1.5057	2.9261
ALTURA DE PLANTAS	73.0	75.5	83.0	76.0	74.5	77.0	81.0	74.0	78.0	73.5	81.0	72.0
NUMERO DE TALLOS	4.5	3.5	3.5	4.0	4.5	3.0	4.5	4.5	3.0	3.5	4.0	4.0
RENDIMIENTO	2.9545	1.7045	0.9375	1.1080	2.3864	2.0455	2.0455	2.5852	1.9318	2.1591	3.0682	0.5682
ALTURA DE PLANTAS	79.0	78.5	72.5	77.0	82.0	76.5	74.5	80.0	86.5	84.0	78.0	77.0
NUMERO DE TALLOS	3.5	3.0	5.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.0	4.0
RENDIMIENTO	2.0455	2.9545	2.4148	1.5625	1.7045	2.8693	2.3864	2.5284	2.3864	2.2727	2.3295	2.0455
ALTURA DE PLANTAS	75.0	71.0	74.0	76.0	70.0	74.5	71.5	70.5	73.0	73.0	73.0	71.0
NUMERO DE TALLOS	3.0	3.5	3.5	3.0	3.5	4.5	3.0	2.0	4.5	4.0	4.0	3.0
RENDIMIENTO	2.7273	1.1364	2.4431	0.7955	2.2727	2.2727						
ALTURA DE PLANTAS	70.5	75.5	73.0	77.0	78.5	79.0						
NUMERO DE TALLOS	3.5	3.5	3.5	3.0	4.5	4.0						

CUADRO No. 7.

RESULTADOS DEL ANALISIS DE CORRELACION LINEAL ENTRE EL RENDIMIENTO Y EL NUMERO DE TALLOS VERDADEROS PARA LOS CULTIVARES "LOMAN" Y "ATZIMBA".

CULTIVAR	NUMERO \bar{X} DE TALLOS	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	COEFICIENTE DE CORRELACION CALCULAD (r_c)	COEFICIENTE DE CORRELACION TABULADO (r_t)		SIGNIFICANCIA	
				1 %	5 %	1 %	5 %
LOMAN	2.0	100	0.6697	0.254	0.195	**	*
ATZIMBA	4.0	100	0.1409	0.254	0.254	N.S.	N.S.

CUADRO No. 8.

RESULTADOS DEL ANALISIS DE CORRELACION LINEAL ENTRE EL RENDIMIENTO Y LA ALTURA DE PLANTA PARA LOS CULTIVARES "LOMAN" Y "ATZIMBA"

CULTIVAR	ALTURA \bar{X} DE TALLOS	G.L.	r_c	r_t		SIGNIFICANCIA	
				1%	5%	1%	5%
LOMAN	53.34	100	0.0966	0.254	0.195	N.S.	N.S.
ATZIMBA	73.16	100	(-)0.8080	0.254	0.195	**	*

CUADRO No. 9.

ANALISIS PARA LA ESTIMACION DEL TAMAÑO Y FORMA DE PARCELA
 POR EL METODO DE REGRESION MULTIPLE EN LOS ENSAYOS EN --
 BLANCO DE LOS CULTIVARES "LOMAN" Y "ATZIMBA".

$$\text{MODELO: } CV = B_0 + B_1A + B_2L + B_3A^2 + B_4L^2 + B_5AXL$$

ESTADISTICOS	CULTIVAR LOMAN		CULTIVAR ATZIMBA	
	<u>EN METROS</u>	<u>EN UNIDADES</u>	<u>EN METROS</u>	<u>EN UNIDADES</u>
b ₀	43.2121	43.2121	25.3864	25.3864
b ₁	- 7.8239	- 7.0484	- 2.4495	- 2.2047
b ₂	- 3.1474	- 2.8314	- 2.9456	- 2.6509
b ₃	0.8679	0.7039	0.0973	0.0788
b ₄	0.1772	0.1434	0.1617	0.1309
b ₅	0.2880	0.2334	0.0702	0.0569
R ²	0.9325	0.9336	0.9028	0.9028
F _C	77.3787	77.4688	91.0029	91.0029
(Optimo) ^A	3.3820	3.7426	5.7299	5.8244
(Optimo) ^L	3.3105	3.3398	4.7723	5.0399
Superficie	11.1961	12.4995	27.3448	29.3544
<u>C.V.</u>	21.4257	21.7529	6.0906	6.8535

Ancho (A)

Largo (L)

Coefficiente de Variación estimado (C.V.)

CUADRO No. 10.

ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE LOGARITMICA ENTRE EL ANCHO Y LARGO DE LAS PARCELAS CON EL COEFICIENTE DE VARIACION DEL RENDIMIENTO, PARA LOS ENSAYOS DE UNIFORMIDAD DE LOS CULTIVARES "LOMAN" Y "ATZIMBA", POR EL METODO DE MAXIMA CURVATURA BIVARIADA

$$\text{MODELO: } C V_{ij} = B_0 A_i^{B_1} L_j^{B_2} E_{ij}$$

CULTIVAR	DIMENSIONAL	b_0	b_1	b_2	R^2	F_c	ANCHO	LARGO	SUPER- FICIE	$\overline{C.V.}$
LOMAN	Unidades	33.7942	-0.1905	-0.1293	0.9325	77.3787	4.2582	2.8902	13.3070	22.3558
	Metros	32.6743	-0.1905	-0.1293	0.9325	77.3787	4.1505	2.8174	11.6936	21.7930
ATZIMBA	Unidades	29.3268	-0.4996	-0.4098	0.8149	114.4340	4.2544	3.4924	12.0353	8.5217
	Metros	26.6476	-0.4996	-0.4098	0.8149	114.4340	4.0661	3.2689	13.2923	8.1379

CUADRO No. 12:

RESUMEN DE DATOS CLIMATOLOGICOS OBTENIDOS EN LA ESTACION TIPO "B" DEL CENTRO DE PRODUCCION AGRICOLA "ICTA" CHIMALU TENANGO AÑO DE 1981.

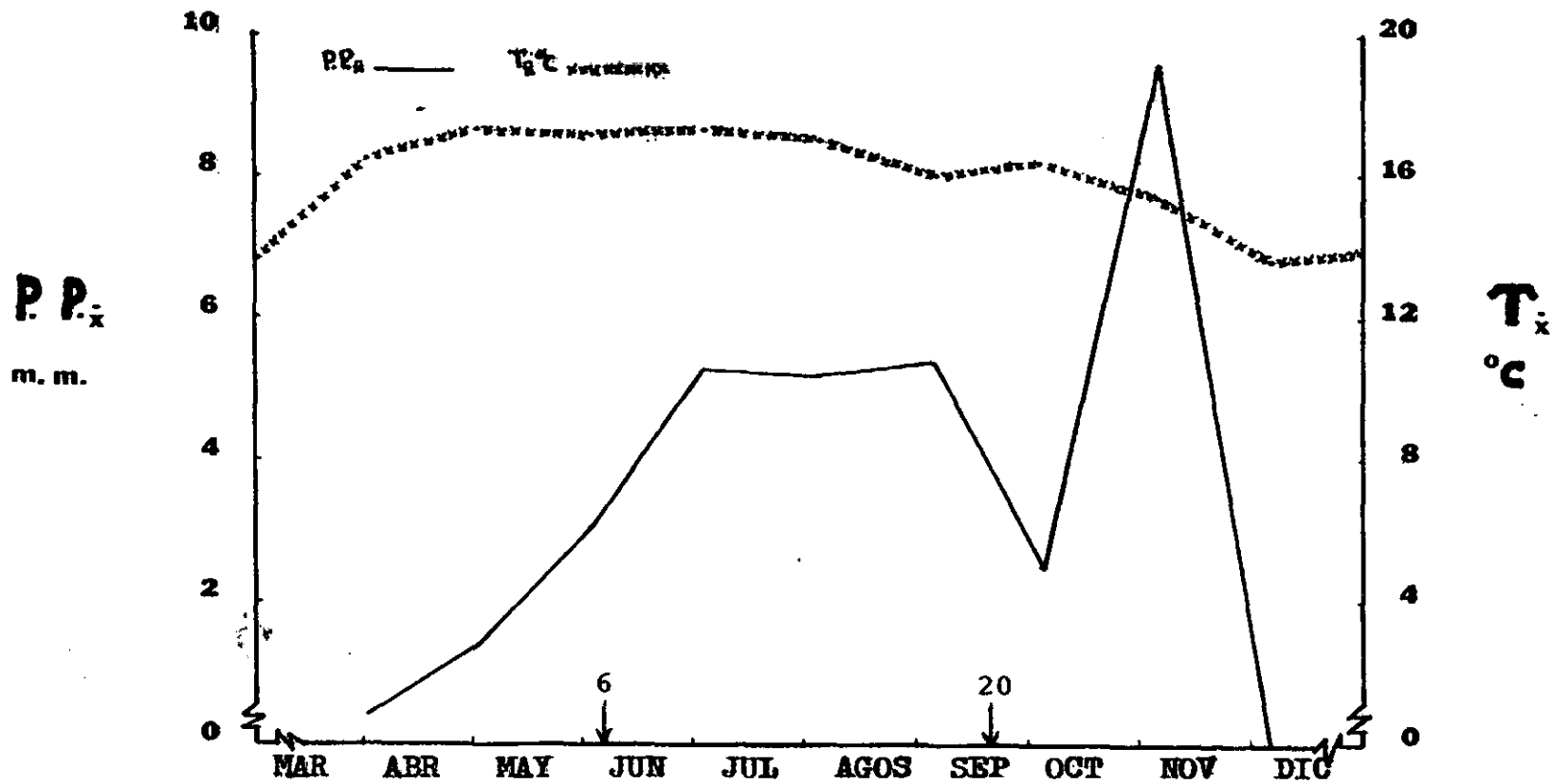
MES	MENSUAL (mm)	VOLUMEN (mm)	DIAS LLOVIDOS	TEMEPRATURA MENSUAL °C		
				MINIMA	MAXIMA	MEDIA
ENERO	0.05	1.5	1	3.8	29.97	16.89
FEBRERO	0.07	2.0	1	6.3	21.60	13.95
MARZO	0.39	12.0	2	7.8	25.20	16.50
ABRIL	1.40	42.0	3	8.8	25.90	17.35
MAYO	3.06	95.0	7	10.4	23.90	17.15
JUNIO	5.27	158.0	22	12.2	22.50	17.35
JULIO	5.19	161.0	19	11.3	22.80	17.05
AGOSTO	5.40	167.0	16	10.5	21.60	16.05
SEPTIEMBRE	2.50	75.0	30	11.0	21.80	16.40
OCTUBRE	9.58	297.0	18	10.7	20.20	15.45
NOVIEMBRE	0.0	0.0	0	6.9	20.40	13.65
DICIEMBRE	<u>0.0</u>	<u>0.0</u>	<u>0</u>	<u>6.7</u>	<u>21.06</u>	<u>13.88</u>
$\Sigma = 1010.50$						

CUADRO No. 13.

ANALISIS DE SUELO FISICO-QUIMICO PARA LAS MUESTRAS DE LOS LOTES DE LOS ENSAYOS EN BLANCO DE LOS CULTIVARES "LOMAN" Y "ATZIMBA" (DATOS DEL LABORATORIO DE SUELOS DEL I.C.T.A.).

CULTIVAR	PROFUN- DIDAD EN cms.	% ARCILLA	% LIMO	% ARENA	CLASE TEXTUAL	% M.O.	meq/100g. CTI	% S.B.
LOMAN	0-20	11.58	16.95	71.47	Franco Arenoso	3.99	10.87	70.93
	20-40	11.63	14.89	73.48	Franco Arenoso	2.77	12.22	69.07
ATZIMBA	0-20	21.86	19.38	58.76	Franco Arcillo- arenoso	3.85	15.68	67.16
	20-40	17.75	22.70	59.55	Franco Arenoso	2.34	14.64	73.91

Resultados expresados en base a suelo secado al horno a 105°C.



**CICLO VEGETATIVO DE
 CULTIVARES DE PAPA.**

FIG. 2. GRAFICA DE PRECIPITACION PLUVIAL (P.P.) Y TEMPERATURA (°C) MEDIA MENSUAL DE LA ZONA DE CHIMALTENANGO, AÑO DE 1981.


10. BIBLIOGRAFIA:

1. ARNON, I. Organización y administración de la investigación agrícola. Trad. por Carlos Malestina y Edilberto Camacho. 2a. ed. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 433 p.
2. BAENA, D. et al. Estudio de la heterogeneidad del suelo, del tamaño, la forma y del número de repeticiones óptimos, ensayos de uniformidad del frijol (Phaseolus vulgaris L.). En Reunión anual del P.C.C.M.A. 23a. Panamá 21-24 de marzo, 1977. Cali, Colombia, CIAT, Unidad de Biometría, 1977. 24 p.
3. BARRIENTOS, G.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. 75 p.
4. CASSERES, E. Producción de hortalizas. 3a. ed. San José, Costa Rica, IICA, 1980. pp. 278-307.
5. COCHRAN, W.G. y COX, G.M. Diseños experimentales. Trad. por Centro de Estadística y Cálculo, Escuela Nacional de Agricultura, México, Trillas, 1980. 661.
6. CHACIN LUGO, F. Tamaño de la parcela experimental y su forma. Revista Facultad de Agronomía, (Maracay, Universidad Central de Venezuela) 9 (3): 55-74. 1977.
7. EDMOND D., S.B., SENN, T.L. y ANDREWA, F.S. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza Flores, 3a. ed. México, Continental, 1978. pp. 67-76.
8. FERNANDEZ, M.M. Niveles de nitrógeno, fósforo y magnesio en suelos bajo el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Loman, en el área de San José Pacul, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 40 p.

9. FRANCO D, J.E. Uso de las superficies de respuesta en el cálculo del tamaño óptimo de la parcela experimental; un ensayo metodológico. Revista IICA, Colombia, 12 (3): 325-341. 1977.
10. GUATEMALA, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. El cultivo de la papa en Guatemala. Folleto Técnico no. 6. 1977. 23 p.
11. -----, Primer curso sobre tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla. Quezaltenango, Guatemala, 1980. pp. 8-15.
12. -----, INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Sección de Climatología. Datos meteorológicos año 1978-79. Guatemala, 1981. 360 p.
13. GUDIEL, V.M. Manual agrícola Superb. Guatemala, - Superb, 1980. 291 p.
14. GUTIERREZ, G.J. Comercialización de la papa (Solanum tuberosum L.) en el municipio de San Juan Comalapa, Departamento de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. pp. 10-20.
15. LITTLE, T.M. y HILLS, F.J. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. por Anatolio de Paula Crespo. 2a. ed. México, Trillas, 1979. 270 p.
16. LOMA, J. DE LA. Experimentación agrícola. 2a. ed. México, UTHEA, 1966. 433 p.
17. MIRANDA, O.H. Determinación de dosis óptimas económicas para capital limitado e ilimitado en el uso del nitrógeno, fósforo y distancias de siembra en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) para el Altiplano Central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 61 p.

18. MORENO, G.B. El cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en el municipio de Santa Cruz Balanyá, Departamento de Chimaltenango. Monografía EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1980. p. irr.
19. LA PAPA; Control de sus enfermedades y plagas en América Latina. U.S.A. Florida, Rohnn Hass. Company, 1979. pp. 3-5.
20. REYES, C.P. Diseños de experimentos agrícolas. México, Trillas, 1978. pp. 5-47.
21. SIMMONS, C. TARANO, J. y PINTO, J. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959. pp. 47-78.

V. B.
Ag. Ramirez



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Centro de
Documentación
e Información
Agrícola
FACULTAD DE AGRONOMIA



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1543

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"



Oscar René Leiva R.

ING. AGR. OSCAR RENE LEIVA R.
~~DECANO EN FUNCIONES~~