

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
Managua, D. N., Nicaragua, C. A.

EFEECTO DE DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRAS  
SOBRE ALGUNAS DE LAS CARACTERISTICAS DE DOS  
VARIETADES NO RAMIFICADAS DE AJONJOLI

Por

JOSE ANDRES MEJIA TORRES

Tesis

Presentada ante el Honorable Consejo de Profesores de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, como requisito parcial para optar el título de INGENIERO AGRONOMO.

1957

1963

EFFECTOS DE DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA  
SOBRE ALGUNAS DE LAS CARACTERISTICAS DE DOS  
VARIETADES NO RAMIFICADAS DE AJONJOLI.

por:

JOSE ANDRES MEJIA TORRES.

Tesis

Presentada a la consideración del Honorable  
Tribunal Examinador, como requisito parcial  
para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

Managua. Nicaragua, C. A.

1963

Aprobada: 

Fecha: \_\_\_\_\_

Con profundo amor y agradecimiento

a mis padres:

DON JOSE ANDRES MEJIA O.

Y

DOÑA ANDREA TORRES DE MEJIA

A mis hermanos y a toda mi familia por el  
apoyo moral y económico que me brindaron.

Carifiosamente a la familia

MONTEGONZALEZ.

Con gratitud a

MONSEÑOR LUIS ENRIQUE MEJIA Y FAJARDO

A mis primeros forjadores

RVDS. PADRES SALESIANOS

A mis profesores

A mis compañeros, en especial a:

SERGIO RAMIREZ MAYORGA (q.e.p.d)

Difícil es expresar con palabras el sincero y profundo agradecimiento que siento hacia los asesores que con su acertada y valiosa dirección me guiaron en la preparación de este trabajo de tesis, ellos son: Ingeniero Angel Salazar B. e Ingeniero Carlos R. Pineda. Agradezco también al Agrónomo Alejandro Conrado F. por su oportuna colaboración.

No menos valiosa fué la abnegada ayuda de mi hermana Martha Gladys Mejía Torres y de Doña Concepción de Schmidt quienes realizaron el trabajo de mecanografía por lo que les agradezco sinceramente de todo corazón.

Finalmente mi agradecimiento a mis compañeros de trabajo del Departamento de Agronomía de la Estación Experimental Agropecuaria "La Calera" del Ministerio de Agricultura y Ganadería por la ayuda que en una u otra forma me brindaron.

CONTENIDO

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Contenido.....	iii
Lista de Figuras y Cuadros.....	iv
I Introducción.....	1
II Revisión de la Literatura.....	3
III Materiales y Métodos.....	8
I - Características de la zona.....	8
2 - Variedades.....	10
a) NAN 3828.....	11
b) Tenderí 60.....	11
3 - Diseño Experimental.....	11
4 - Toma de Notas.....	13
5 - Prácticas Culturales.....	14
IV Presentación de Resultados.....	16
I - Efecto de diferentes distancias entre plantas.....	18
2 - Efecto de las distancias entre surcos.....	12
3 - Variedades.....	23
V Discusión.....	24
I - Distancia entre plantas.....	24
2 - Distancia entre surcos.....	29
3 - Variedades.....	30
VI Resumen.....	31
VII Bibliografía Consultada.....	32
VIII Apéndice- Análisis de Variación.....	35
1 - Factor de Corrección.....	36
2 - Sumas de Cuadrados.....	36

3 - Grados de Libertad.....	43
4 - Obtención de cuadrados medios.....	44
5 - Cálculo de F.....	45
6 - Cálculo de la DMS.....	45
7 - Cálculo de la Parcela Perdida.....	45

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

Figura No. 1.....	9
Cuadro No. 1.....	12
Cuadro No. 2.....	17
Figura No. 2.....	19
Cuadro No. 3.....	22
Cuadro No. 4.....	25
Cuadro No. 5.....	27
Cuadro No. 6.....	40
Cuadro No. 7.....	46

## INTRODUCCION

El ajonjolí, está sometido en Nicaragua como en los países donde se trabaja con él, a un programa de mejoramiento para conseguir en su explotación los mayores beneficios de la manera más económica.

Entre otras cosas, en estos programas se estudia la forma en que deben efectuarse las prácticas culturales con el fin de llegar a un manejo óptimo de estas plantas. Entre las prácticas de mayor importancia se encuentran la siembra de una población de plantas adecuada para producir mayores rendimientos. Por esta razón, se procedió a efectuar un experimento de densidad de siembra con las variedades no ramificadas de ajonjolí Tenderí 60 y NAN 3828 (Instituto No.25 Tipo 4SC). Tenderí 60 fué obtenida por el Departamento de Agronomía del Ministerio de Agricultura y Ganadería por selección en la variedad Precoz y NAN 3828 es una introducción de México. En estas tesis se pretendió determinar las variaciones causadas por diferentes distancias de siembra, y consecuentemente por las diversas densidades de población, sobre rendimiento, altura de planta y altura de primera cápsula.

En la descripción del trabajo realizado se incluye un apéndice en el que se expone el proceso empleado para analizar estadísticamente los datos obtenidos del diseño experimental planeado, que en este caso fué de parcelas sub-divididas, en las que se estudiaron simultáneamente 3 variantes. El objetivo perseguido al explicar dicho proceso es facilitar la comprensión de este método a aquellas personas interesadas y en especial a estudiantes de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería que necesiten hacer uso de ella.



En la preparación de este trabajo, el autor se ha empeñado en que sus esfuerzos sean útiles a los sembradores de ajonjolí, aumentando los conocimientos generales sobre este cultivo. Esta realización sería la mejor recompensa para el autor.

## REVISION DE LA LITERATURA

El cultivo del ajonjolí es muy antiguo y, según Vavilov (20), se considera el Sudoeste de Asia como el centro de origen de esta planta. El cultivo de esta oleaginosa se extendió del Sudoeste de Asia a la India, Africa y América (6).

La introducción del ajonjolí al Continente Americano se debe a los colonizadores que probablemente trajeron esta planta de la Costa de Guinea a la del Brasil (6).

En Nicaragua se iniciaron siembras de importancia con este cultivo en el año 1938, pudiendo decirse que fué entonces que el cultivo quedó implantado en el país (17).

Entre otros aspectos del mejoramiento del ajonjolí en Nicaragua y en los países donde se trabaja en este cultivo, se contemplan estudios, como el que constituye el tema de esta tesis.

Los antecedentes que sobre este tema el autor encontró a su disposición se refieren en primer lugar a los resultados mencionados por Mazzani y Cobo (13) y obtenidos por Olive y Cano de una siembra experimental realizada en Turrialba, Costa Rica. En esa prueba se ensayó con cuatro variantes: 3 variedades, 3 distancias entre surcos (30, 60 y 90 centímetros), 3 distancias entre matas (10, 20 y 30 centímetros), y 3 números de plantas por mata (1, 2 y 3). En este ensayo se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades y distancias entre surcos para rendimiento en grano no habiendo diferencias entre distancias entre matas y número de plantas por mata para este mismo carácter. Los autores llegan a la conclusión de que, aparentemente, una distancia de 30 centímetros entre surcos es la óptima, pudiendo variar las distancias entre matas entre 10 y 30 centímetros y el número de plantas por mata, entre 1 y 3 sin causar ba-

ja en los rendimientos.

Castro et al (7), han informado que bajo las condiciones de Colombia, las distancias óptimas para la siembra de ajonjolí, dependen del tipo de ramificación de las variedades. Estas distancias son para las variedades de tipo chirrión 15 centímetros entre plantas y 20 centímetros entre surcos; para las variedades poco ramificadas, de 90 a 100 centímetros entre surcos y de 15 a 20 centímetros entre plantas; y para las variedades ramificadas, 100 centímetros entre surcos y 40 centímetros entre plantas.

Mazzani y Cobo (13), ensayando durante dos años con diferentes distancias de siembra entre surcos (50, 70 y 90 centímetros) y con 10, 20 y 30 centímetros entre plantas en dos variedades ramificadas de ajonjolí, estudiaron las variaciones correspondientes a algunas características importantes como la producción de semilla, el porcentaje de aceite, el número de ramas, la altura de planta, la altura de primera cápsula, etc. Durante el primer año de pruebas, estos autores encontraron diferencias significativas en cuanto a rendimientos entre distancias entre matas en la variedad Morada, y durante el segundo año encontraron también diferencias entre distancias entre surcos. En cambio en la variedad Inamar encontraron diferencias significativas durante el primer año, y altamente significativas durante el segundo, entre las distancias entre surcos y siempre para rendimiento. Haciendo uso de los coeficientes de correlación para comparar la asociación existente entre las variantes (distancia entre hileras, distancia entre plantas y densidades de población) y las características varietales correspondientes a altura de planta, altura de primera cápsula y número de ramas secundarias por planta, encontraron correlación positiva y significativa entre distancias entre plantas y número de ramas secundarias en las dos variedades. En la variedad Morada obtuvieron

correlaciones positivas altamente significativas para distancias entre surcos y altura de planta, y distancias entre surcos y altura de primera cápsula. En esta misma variedad, la correlación entre el número de plantas por hectárea y altura de planta, fué negativa y altamente significativa. En la variedad Inamar, las correlaciones negativas fueron altamente significativas entre: distancias entre surcos y altura de planta, altura de primera cápsula y número de ramas secundarias; distancias entre plantas y altura de primera cápsula; y el número de plantas por hectárea y número de ramas secundarias. Los valores para la correlación positiva entre el número de plantas por hectárea y altura de primera cápsula fueron altamente significativos. A pesar de esto, los autores llegan a la conclusión de que las consecuencias prácticas resultantes de variar las densidades de población, entre límites extremos de 36.630 y 200.000 plantas por hectárea, son escasas. En las dos variedades los rendimientos mayores correspondieron a las menores distancias de siembra.

Estos mismos investigadores (14), en otro experimento con una variedad no ramificada, 3 distancias entre surcos; 30, 50 y 70 centímetros y 3 distancias entre plantas: 5, 10 y 20 centímetros, obtuvieron diferencias significativas entre las diferentes distancias entre surcos, obteniendo en las mayores densidades incrementos de rendimiento hasta de 62%. También obtuvieron aumentos de altura de los primeros frutos en las mayores densidades, permaneciendo en cambio inalterada la altura total de las plantas.

Izaguirre del Departamento de Agronomía, del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua (9), en siembra de primera en el año 1958, ensayando con dos variedades de ciclo vegetativo corto (Precoz y Renner No.2) con dos distancias de siembra entre surcos 45 y 90 centímetros, y con cuatro diferentes cantidades de semilla (1, 2, 3 y 4 libras por manzana), encontró diferencias significativas para rendimiento de grano entre varieda-

des en favor de Precoz, encontrando estas mismas diferencias entre distancias entre surcos, en favor de 45 centímetros, así como entre cantidades de semilla por manzana en favor de 3 y 4 libras.

En la misma localidad el mismo autor, ensayando en postrera durante este mismo año, con dos variedades (Venezuela 44 y Renner 2), dos distancias de siembra 45 y 90 centímetros entre surcos y cuatro cantidades de semilla (1, 2, 3 y 4 libras por manzana), encontró que para el rendimiento de grano la mejor distancia entre surcos para la variedad Venezuela 44 fué 90 centímetros, mientras que para la variedad Renner No. 2 fué de 45 centímetros, no apareciendo muy definidas las diferencias respecto a las cantidades de semilla por manzana. En el año 1959 (10), ensayando nuevamente con Venezuela 44 y Renner No. 2, las mismas distancias entre surcos y densidades de siembra anteriormente mencionadas encontró diferencias altamente significativas para rendimiento de grano entre las variedades y para la interacción Distancias x Variedades; no encontrando diferencias entre distancias, ni entre cantidades de semilla por manzana.

Para finalizar el estudio sobre distancias de siembra y cantidades de semilla por manzana en las variedades Venezuela 44, Precoz y Renner No.2 y siempre trabajando en las dos épocas de siembra de la zona de "La Calera" en Managua, Izaguirre (11) realizó en 1960 dos siembras experimentales. En una de ellas, en la siembra de primera, probando las variedades Renner No. 2 y Precoz, sembradas a 45 y 90 centímetros, con las cantidades de semilla de 1, 2, 3 y 4 libras por manzana encontró diferencias altamente significativas para rendimiento de grano entre variedades en favor de Precoz, entre distancias de siembra en favor de 45 centímetros, no encontrando en cambio estas diferencias entre las cantidades de semilla por manzana. En el experimento de postrera, ensayando las variedades Venezue-

la 44 y Renner No. 2, las distancias de 45 y 90 centímetros y 1, 2, 3 y 4 libras de semilla por manzana, Izaguirre encontró diferencias altamente significativas para rendimiento de grano entre las variedades en favor de Venezuela 44, entre distancias en favor de 45 centímetros y entre las cantidades de semilla por manzana, en favor de una libra.

Como resultado de las anteriores investigaciones, el Departamento de Agronomía del Ministerio de Agricultura y Ganadería recomienda sembrar ajonjolí del tipo de chirrión pequeño (como Precoz y Tenderí 60) a 45 centímetros entre surcos, en tanto que para las variedades de mayor desarrollo como Venezuela 44 recomienda la distancia de 90 centímetros entre surcos, sembrando en ambos casos la menor cantidad posible de semilla (entre 2 y 4 libras por manzana) entresacando para obtener la población deseada.

## MATERIALES Y METODOS

### CARACTERISTICAS DE LA ZONA

El experimento que se describe en este trabajo fué sembrado en los campos de la Estación Experimental Agropecuaria "La Calera", situada en el Valle de Sabanagrande a 12 klms. al Nor-Este de Managua, sobre la Carretera Panamericana, encontrándose a una altura de 50 metros sobre el nivel del mar (3).

Las características climáticas de "La Calera" corresponden a la zona de planicies volcánicas del Oeste (12), en donde el clima es tropical, con una temperatura media anual de aproximadamente 28°C, y una variación mensual extrema de los medios mensuales de 20 a 37°C (12). En esta zona se siembran con éxito cultivos como el ajonjolí, algodón, maíz, sorgo y otros.

La precipitación en la zona de Managua tiende a dividir la temporada agrícola en dos épocas: una comienza generalmente en el mes de Mayo e incluye Junio y Julio; sucediéndose aproximadamente desde el 15 de este último mes un período más o menos seco, conocido con el nombre de canícula. A mediados de Agosto o a principios de Septiembre, después del período seco intermedio, se inicia la segunda época de precipitaciones, prolongándose éstas hasta fines de Diciembre. Las dos épocas lluviosas separadas por el período seco, determinan asimismo dos épocas de siembra que reciben los nombres de primera y postrera respectivamente. En la gráfica que aparece en la Figura No. 1 y que fué elaborada basándose en el promedio de precipitación de 12 años (4), claramente se muestra la tendencia antes mencionada.

Además en la Figura No. 1 se puede observar la gráfica de precipitación correspondiente al año 1961 (5). Analizando comparativamente las curvas de esta gráfica, se puede observar que, la máxima precipitación en la época de

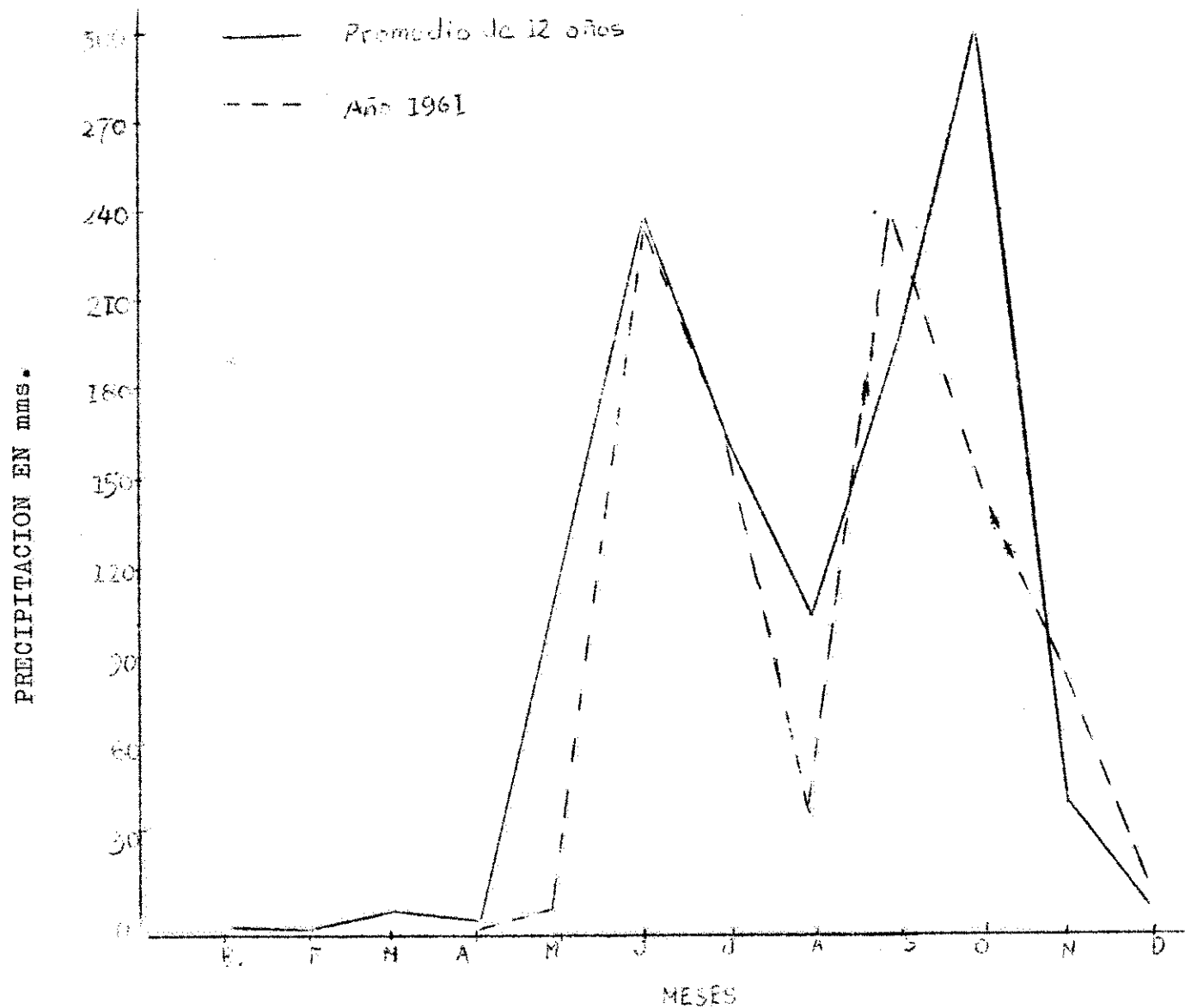


FIGURA No.1

Curvas de precipitación obtenidas en base a datos pluviométricos para un promedio de 12 años (1950-1961) y para el año 1961. Managua.



primera, es ligeramente mayor para el promedio de 12 años; de la misma manera la precipitación mínima registrada para el promedio en la misma época, es 64 mms., mayor que la correspondiente a 1961. En referencia a la cantidad y distribución de agua necesarios al cultivo del ajonjolí, se puede decir, que esta oleaginosa puede cultivarse con éxito en toda tierra cálida mientras se siembre en época oportuna, de manera que pueda recibir no menos de 300mms. de lluvia, bien distribuida a lo largo de su ciclo vegetativo (15).

Los suelos de "La Calera" (19), muestran un relieve ligeramente ondulado con una pendiente aproximada de 3.5%. El drenaje interno de estos suelos es rápido, y en cuanto al tipo de vegetación original que sustentan, se caracteriza por estar constituido principalmente por pastos. En su constitución estos suelos presentan un perfil con 3 horizontes. Los dos primeros ofrecen una coloración pardo-gris-claro, en tanto que el tercero pardo-oscuro, mostrando los horizontes dicha coloración cuando están húmedos. En cambio, cuando los horizontes se encuentran secos, la coloración se torna pardo-gris-claro para los dos primeros, y pardo-claro para el tercero. Los 3 horizontes muestran una textura franco-limosa con abundante grava. Estructuralmente, presentan un área débilmente consolidada que se pulveriza fácilmente bajo poca presión, presentando más consistencia en el tercer horizonte. Estos suelos son clasificados como aluvionales sobre arena volcánica, estando la tabla de agua a poca profundidad. En el cuadro No. 1 se presenta el análisis químico de los suelos de "La Calera".

#### VARIETADES

Las variedades que se usaron en el presente ensayo fueron NAN 3828 (Instituto No. 25 Tipo 4SC) y Tenderí 60, que a continuación se describen en detalle:

NAN 3828: Esta variedad fué introducida de México por el Departamento de Agronomía (2). Se la considera una variedad que promete adaptarse a las condiciones ambientales de nuestro país después de repetidas pruebas en comparación con otras variedades. Su hábito de crecimiento es erecto, siendo su tallo de tipo chirrión, es decir no ramificado, apareciendo sin embargo en algunas ocasiones, plantas hasta con dos ramas. Normalmente presentan dos flores en cada axila que, dependiendo de las condiciones ambientales, llegan a convertirse en frutos. El fruto es una cápsula de 4 lóculos, distinguiéndose por su deshiscencia una vez que la planta ha alcanzado la madurez, y ostenta un largo aproximado de 2.5 cms. Las plantas de esta variedad alcanzaron, en las siembras de este ensayo, una altura promedio de 124.50 cms. Una vez llegadas a la madurez, lo cual ocurre entre los 75 y 80 días después de la siembra, las plantas adquieren una coloración amarillenta, mostrando la tendencia a que las hojas persistan adheridas al tallo.

Tenderí 60: Fué obtenida por el Departamento de Agronomía (10), a través de selección individual en la variedad Precoz. Se caracteriza por su hábito de crecimiento erecto sin ramificaciones (de chirrión). Normalmente presenta 3 flores en cada axila, dando origen según las condiciones ambientales, a igual número de frutos, los cuales son cápsulas biloculadas de un largo aproximado de 3.5 cms. Cuando las plantas de esta variedad han alcanzado la madurez, entre los 75 y 80 días después de la siembra, muestran una tendencia definida a la defoliación, es decir, a botar las hojas; presentando los frutos y los tallos una coloración verde-amarillenta.

#### DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño empleado en el presente trabajo fué el de parcelas subdivididas con 4 repeticiones, asignándose las parcelas principales a las varie-

Cuadro No. 1. Características químicas de los suelos de "La Calera", a 15 centímetros de profundidad (18):

PH.....	7.00 (Neutro)
Material Orgánico.....	3.90%
Carbón Orgánico.....	2.25%
Nitrógeno total.....	0.229%
Relación N/C.....	1/9.82
NO <sub>3</sub> .....	275 lbs./mza.(medio alto)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	103 lbs./mza.(medio)
K <sub>2</sub> O.....	344 lbs./mza.(medio alto)

dades, las sub-parcelas a las distancias entre surcos, y las sub-sub-parcelas a las distancias entre plantas. Los 9 tratamientos para cada una de las variedades, resultaron de la combinación entre las siguientes distancias:

Distancias entre Surcos

$D_1 = 45$  cms.

$D_2 = 60$  cms.

$D_3 = 90$  cms.

Distancias entre plantas

$d_1 = 10$  cms.

$d_2 = 15$  cms.

$d_3 = 20$  cms.

Los tratamientos cuyas distancias entre surcos eran 45, 60 y 90 centímetros constaban de 6, 5 y 3 surcos respectivamente. El área total en cada repetición para los tratamientos distanciados a 45 y 90 centímetros fué de 24.90 metros cuadrados; en tanto que para los tratamientos a 60 centímetros el área fue de 27.45 metros cuadrados.

TOMA DE NOTAS

Para las enfermedades foliares tales como Mancha angular (Alternaria sp.) y Mancha redonda (Cercóspora sp.), se empleó el método de índice entre 0 y 5, calificando con 0 a las parcelas más sanas y con 5 a las muy afectadas. La determinación del ataque de Fusarium se hizo en base al porcentaje de plantas infectadas.

Las alturas de planta y de primera cápsula se tomaron en base a un promedio de 10 plantas por tratamiento en cada una de las 4 repeticiones.

Con el objeto de calcular los rendimientos en los diferentes tratamientos, se procedió a cosechar de la siguiente manera: para los tratamientos distanciados a 45 cms. entre surcos, se utilizaron los dos surcos centrales, tomándose en cuenta únicamente 3.67 metros cuadrados en cada uno de ellos, dejando sin cosechar medio metro en cada una de las cabece- ras de éstos, con el propósito de controlar los efectos de borde; en los

tratamientos distanciados a 60 centímetros, se cosechó un área de 4.89 metros cuadrados correspondientes al surco central; para los tratamientos distanciados a 90 centímetros se cosecharon 7.34 metros cuadrados del surco central escogido. Los rendimientos se calcularon transformando el peso de granos en gramos de las parcelas, a quintales por manzana. La población fué controlada reponiendo las plantas faltantes de los surcos centrales con plantas de los surcos bordes adyacentes. La parcela correspondiente al tratamiento de 10 centímetros sobre el surco y 60 centímetros entre surcos de la variedad Tenderí 60, en la primera repetición, fué destruída por el ataque de Fusarium en vista de lo cual su rendimiento fué calculado por el método de parcela perdida. La variedad Tenderí 60 fué cosechada a los 79 días de haber sido sembrada, en tanto que la cosecha para la variedad NAN3828, se efectuó a los 81 días de la siembra. Para medir la precocidad de las variedades en prueba, se tomaron notas sobre la floración de las plantas. Dichas notas se efectuaron tomando en cuenta la fecha en que aparecieron la primera y última flor del 50% de las plantas de los surcos centrales de cada tratamiento, procediéndose en esta forma, debido a la irregularidad con que florece el ajonjolí.

#### PRACTICAS CULTURALES

La siembra se efectuó a mano usando un exceso de semilla con el objeto de obtener suficientes plantas que permitieran mear de acuerdo al diseño experimental. La fecha de siembra del ensayo fué el 15 de Junio de 1961. Durante el tiempo que las plantas estuvieron en el campo, se procedió a controlar las malas hierbas siempre que fué necesario. Las labores se hicieron con tractor entre los surcos, y a mano sobre ellos. El 30 de Junio, 15 días

después de la siembra, se procedió a raleo los diferentes tratamientos de acuerdo al plan del ensayo. Después del raleo, se dió una labor de aporte con el objeto de proporcionar mayor protección a las plantas. El experimento sufrió ataques de Gusano negro (Prodenia sp.), Gusano peludo (Stigmene acrea), y Chinche verde (Nezara viridula). Todas estas plagas fueron oportunamente controladas con aplicaciones de Methyl Parathion 40% líquido, y Toxafeno 20%-DDT 10% polvo.

## PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

El resumen de los datos obtenidos en el ensayo, motivo de la presente tesis, se presentan en el Cuadro No. 2. En este cuadro de doble entrada figuran los datos de rendimiento en quintales por manzana, altura de primera cápsula y de planta en centímetros. Cada dato individual de las columnas e hileras es promedio de 4 repeticiones del ensayo. En las columnas están los datos de los 3 caracteres medidos de acuerdo a las distancias entre surcos y sus correspondientes promedios de 3 distancias entre plantas, para cada variedad por separado. En las hileras se encuentran los datos de distancias entre plantas y sus correspondientes promedios de 3 distancias entre surcos, también para cada variedad y para los 3 caracteres medidos.

En la gráfica No. 2 se ilustran las tendencias generales de las respuestas de los tres caracteres medidos en este ensayo, a la influencia de las distancias entre plantas sobre el surco. Como se observará en la gráfica, el efecto de las diferentes distancias entre plantas fué pronunciado para el caso de las alturas de primera cápsula y de planta y no para rendimiento.

En el Cuadro No. 3 se presentan los datos promedio para las variedades usadas (NAN 3828 y Tenderí 60) para los 3 caracteres medidos de acuerdo a las distancias entre surcos (columnas) y distancias entre plantas (hileras). Asimismo se presentan los promedios para hileras y columnas. Además, para el caso de los promedios de las distancias entre plantas se presenta en la última hilera el valor de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) para alturas de primera cápsula y de planta, no así para rendimiento porque este carácter no acusa diferencias significantes.

Ordenando las poblaciones de plantas de ajonjolí resultantes de las po-

Cuadro No.2.- Resumen de los resultados obtenidos en un ensayo de distancias de siembra en el que se estudiaron los efectos de estas distancias sobre el rendimiento, altura de primera cápsula y altura de planta, en dos variedades no ramificadas de ajonjolí. "La Calera", 1963.

Distancia entre plantas	Rendimiento 1)				Altura de primera cápsula 2)				Altura de planta 3)			
					Distancia entre surcos 2)							
	45	60	90	Prome- dio	45	60	90	Prome- dio	45	60	90	Prome- dio
	T e n d e r i 60											
10 cms.	11.2	11.5	9.6	10.7	27.0	24.4	21.5	24.3	125.6	119.4	118.9	121.3
15 cms.	12.4	14.2	9.9	12.1	22.0	21.5	20.4	21.3	122.4	124.3	118.9	121.9
20 cms.	13.0	11.9	9.9	11.6	22.8	20.2	16.1	19.7	121.3	117.1	115.8	118.1
Promedio	12.2	12.5	10.6	11.7	23.9	22.0	19.3	21.9	123.1	120.3	117.9	120.4
	N A N 3828											
10 cms.	8.5	8.0	7.9	8.1	47.6	39.5	45.8	44.3	128.0	119.8	129.5	125.8
15 cms.	9.0	6.8	6.3	7.3	45.7	37.8	38.2	40.6	121.9	120.6	125.8	122.8
20 cms.	6.4	7.1	7.4	6.9	41.8	39.1	36.6	39.2	124.3	123.5	123.7	123.8
Promedio	8.0	7.3	7.2	7.4	45.0	38.8	40.2	41.3	124.7	121.3	126.0	124.2

- 1) Quintales por manzana  
 2) En centímetros  
 3) En centímetros

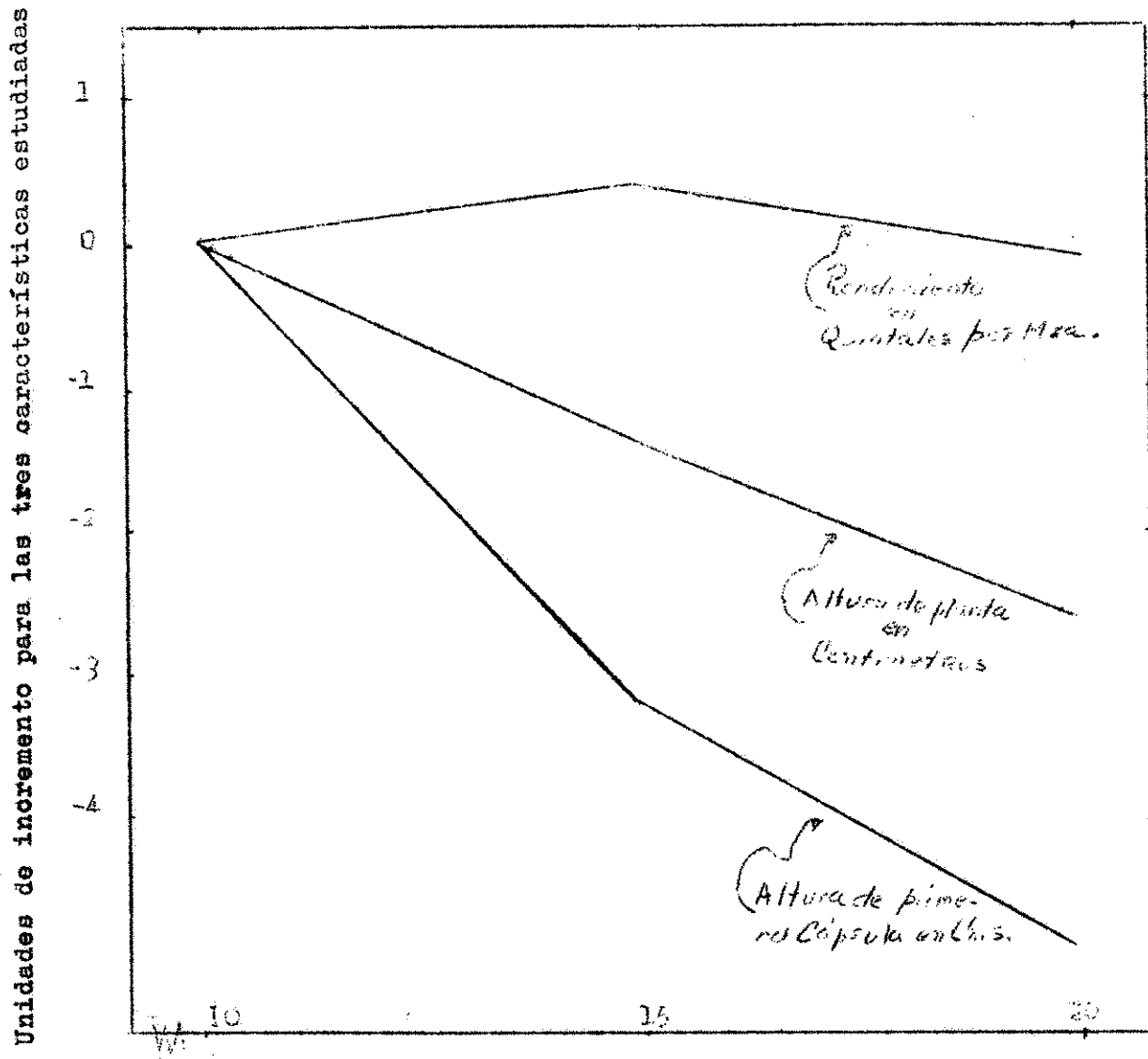


sibles combinaciones entre las 3 distancias entre plantas y las 3 distancias entre surcos, se hizo el Cuadro No. 4. En este cuadro además se presentan las distribuciones correspondientes a cada densidad de población y los datos obtenidos en las 2 variedades así como los promedios de estas 2 variedades para los 3 caracteres en estudio.

En el Cuadro No. 5 se resume el análisis estadístico de los datos obtenidos en este ensayo. En este cuadro se presentan los cuadrados medios y sus significancias para cada uno de los caracteres medidos de acuerdo a la influencia de los 3 factores de variación: variedades, distancia entre surcos, distancias entre plantas y las interacciones posibles.

Al momento de la cosecha se observó pérdida de semilla causada por la dehiscencia, resultando mayor dicha dehiscencia en los tratamientos correspondientes a las menores distancias tanto entre plantas como entre surcos. En general, no hubo un efecto apreciable de acame mostrándose en algunos casos únicamente una ligera tendencia. A continuación presentaremos los resultados de los análisis resumidos en el Cuadro No. 5 siguiendo el orden de importancia dado a cada uno de los factores de variación a saber: distancia entre plantas, distancia entre surcos y variedades.

Efecto de las distancias entre plantas: En la figura No. 2 se presentan gráficamente los efectos de las distancias entre plantas sobre los 3 caracteres estudiados. En esta figura se nota que los rendimientos promedios de las dos variedades se mantienen casi sin variar aunque se presenta un pequeño aumento con la distancia de 15 centímetros entre plantas. La altura de planta (promedio de las 2 variedades) disminuye a medida que se aumenta la distancia entre plantas. La altura de la primera cápsula es mayor cuanto más cerca se dejen las plantas al raleo el ajonjolí.



Distancias entre plantas sobre el surco en cms.

Figura No.2.- Tendencias generales de aumento o disminución en 3 caracteres de ajonjolí cuando se ralea a 10, 15 y 20 cms. entre plantas. "La Calera", 1961.

En el Cuadro No. 3 se presentan estas tendencias en forma numérica y en el se ve que para el rendimiento los promedios de las tres distancias entre plantas son muy similares: 9.4, 9.8 y 9.3 qq/mza. En cambio los resultados para altura de primera cápsula muestran una disminución a medida que aumenta la distancia entre plantas: 34.2, 31.0 y 29.5 cms. La DMS igual a 3.0 cms. indica que difiere en forma significativa 34.2 de los otros 2 valores (31.0 y 29.5) Para el caso de la altura de planta se observa la misma tendencia a bajar, siendo en este caso significativamente diferentes los datos de 10 y 20 cms. de distancia entre plantas (123.6 y 121.0 cms.) En el Cuadro No. 2 se pueden ver los resultados arriba mencionados pero expresados para cada variedad. Para el rendimiento en Tenderí 60, los datos primero suben y luego bajan. Para NAN3828 los datos de rendimiento bajan constantemente.

La altura de la primera cápsula disminuye perceptiblemente en ambas variedades al aumentar la distancia entre plantas de 10 a 15 y a 20 cms. ya que Tenderí 60 produjo la primera cápsula a 24.3, 21.3 y 19.7 cms. del suelo respectivamente para las tres distancias mencionadas; NAN-3828 produjo la primera fructificación a 44.3, 40.6 y 39.2 cms. respectivamente.

En la altura de planta se nota una diferencia en la actuación de las 2 variedades. Como puede verse en el Cuadro No. 2 para Tenderí 60 la altura se mantiene uniforme cuando la distancia entre plantas es de 10 y 15 centímetros (121.3 y 121.9 cms.) y luego baja cuando la distancia es de 20 centímetros (118.1 cm. de altura), mientras que en NAN-3828 la altura de planta es menor (122.8 y 123.8 cms.) cuando la distancia entre plantas es de 15 y 20 cms. que cuando se dejan las plantas a 10 cms. (125.8 cms. de altura).

Efecto de las distancias entre surcos: En el Cuadro No. 3 se puede apreciar la influencia promedio de cada una de las distancias entre surcos sobre cada uno de los caracteres estudiados (columnas del cuadro). En este cuadro se puede ver que tanto el rendimiento expresado en quintales por manzana como la altura de primera cápsula expresada en centímetros, tienden a disminuir a medida que aumentan las distancias entre surcos (de 45 a 60 y 90 cms.). En cambio la altura de plantas primero baja y luego sube con estas mismas distancias.

En el cuadro No. 2 se puede ver que en la variedad Tenderí 60, el rendimiento varía muy poco con el aumento de la distancia entre surcos de 45 a 60 centímetros, 12.2 y 12.5 quintales por manzana respectivamente, pero baja algo cuando la distancia entre surcos aumenta (de 60 a 90 centímetros).

En la variedad NAN 3828, el rendimiento baja cuando la distancia se hace variar de 45 a 60 centímetros y luego se mantiene casi sin variar cuando la distancia entre surcos aumenta de 60 a 90 centímetros, 8.0, 7.3 y 7.2 quintales por manzana, respectivamente.

La altura de la primera cápsula bajó 1.8 centímetros en la variedad Tenderí 60, cuando la distancia entre surcos varió de 45 a 60 centímetros y bajó 2.7 centímetros cuando la distancia entre surcos se incrementó de 60 a 90 centímetros.

En la variedad NAN 3828, la altura de la primera cápsula bajó 7.0 centímetros cuando la distancia varió de 45 a 60 centímetros y luego subió 2.2 centímetros al cambiar la distancia entre surcos de 60 a 90 centímetros.

El mismo tipo de variación observado para la altura de primera cápsula se observa en la altura de plantas.

Cuadro No. 3.- Promedios de rendimiento, altura de primera cápsula y altura de planta de Tenderí 60 y NAN-3828, en un ensayo de distancias de siembra. "La Calera", 1961.

Distancia entre plantas	Rendimiento 1)				Altura de primera cápsula 2)				Altura de planta 3)			
	Distancia entre surcos 2)											
	45	60	90	Prome- dio	45	60	90	Prome- dio.	45	60	90	Prome- dio
10 cms.	9.8	9.7	8.7	9.4	37.3	31.9	33.6	34.2	126.8	119.6	124.2	123.
15 cms.	10.7	10.5	8.1	9.8	33.8	29.6	29.3	31.0	122.1	122.5	121.9	122.
20 cms.	9.7	9.5	8.7	9.3	32.3	29.6	26.4	29.5	122.8	120.3	119.2	121.
Promedio	10.0	9.9	8.8	--	34.5	30.4	29.8	--	123.9	120.8	121.8	--

D.M.S. (0.05)

3.0

2.

1) En quintales por manzana

2) En centímetros

3) En centímetros

---oOo---

Variedades: En el Cuadro No.2 se puede observar claramente las diferencias de expresión de los tres caracteres estudiados en este ensayo en las dos variedades, Tenderí 60 y NAN 3828. En este cuadro se puede ver que el rendimiento es mayor en la variedad Tenderí 60 (11.7 qq/mza.) siendo en cambio mayor la altura de plantas y la altura de primera cápsula en la variedad NAN 3828 (41.3 y 124.2 cms.). Estos datos son para cada variedad los promedios de todas las combinaciones entre las 3 distancias entre surcos y las 3 distancias entre plantas.

## DISCUSION

Las distancias de siembra de los cultivos en general, tanto entre plantas sobre el surco como entre los surcos, tienen un efecto sobre el rendimiento y otros caracteres vegetativos. Este efecto es variable de acuerdo con la interacción de varios factores entre los que se mencionan como más importantes, la fertilidad del suelo, la humedad disponible, la variedad, la prevalencia de ciertas enfermedades, y otros. En el ajonjolí también se manifiesta el efecto de las distancias de siembra de las plantas ya que las poblaciones unitarias ó número de plantas por (Unidad de Superficie) que se consiguen con las diferentes combinaciones de distancias entre plantas por distancias entre surcos, redundan en la modificación del rendimiento, altura de plantas y otros caracteres. En la revisión de literatura que estuvo al alcance del autor y que fué previamente presentada se expusieron los resultados obtenidos con ensayos realizados en Nicaragua y otros países, sobre distancias de siembra y poblaciones de ajonjolí. De esta información se puede deducir que, en general el rendimiento es afectado por las distancias de siembra y entre éstas las que determinan las densidades más altas son las más rendidoras, aunque se puede variar grandemente la densidad de población de plantas sin afectar el rendimiento. En otros casos los efectos sobre el rendimiento fueron variables de un año a otro ó con las distintas variedades usadas (13, 17, 14, 9, 10, 11). En cambio la altura de la primera cápsula y de planta, especialmente de la primera, fueron afectadas en una forma más consistente (14).

Los resultados obtenidos con el ensayo aquí presentado encajan en general con los mencionados en la revisión de literatura, y se comentarán en el mismo orden en que se expusieron los resultados.

Distancia entre plantas: En el análisis de variancia, las diferencias

Cuadro No.4.- Influencia del número y distribución de plantas por manzana sobre algunos caracteres de ajonjolí. "La Calera", 1961

Distribución d x D	Número de plan- tas por mza.	Rendimiento en qq./mz.			Altura de primera cápsula *			Altura de planta en cms.		
		Tende- ri 60	NAN- 3828	Prome- dio	Tende- ri 60	NAN- 3828	Prome- dio	Tende- ri 60	NAN- 3828	Prome- dio
10 x 45	151984	11.2	8.5	9.9	27.0	47.6	37.3	125.6	128.0	126.8
10 x 60	113988	11.5	8.0	9.7	24.4	39.5	31.9	119.4	119.8	119.6
15 x 45	101384	12.4	9.0	10.7	22.0	45.7	33.8	122.4	121.9	122.1
15 x 60	76038	14.1	6.8	10.5	21.5	37.8	29.6	124.3	120.6	122.5
20 x 45	75992	13.0	6.4	9.7	22.8	41.8	32.3	121.3	124.3	122.8
10 x 90	75992	12.1	7.9	8.7	21.5	45.8	33.6	118.9	129.5	124.2
10 x 60	56994	11.9	7.1	9.5	20.2	39.1	29.6	117.1	123.5	120.3
15 x 90	50692	9.9	6.3	8.1	20.4	39.2	29.3	118.1	125.8	121.9
20 x 90	37996	10.6	7.4	8.7	16.1	36.6	26.4	115.8	122.7	119.2

\* Este caracter fue obtenido en cms.

---oOo---



aparentes encontradas para el rendimiento no fueron significantes; determinándose en cambio como estadísticamente significantes las diferencias aparentes de altura de primera cápsula y de altura de planta, como se puede ver en el Cuadro No.5. El hecho de no encontrarse en este ensayo diferencias significantes de rendimiento puede explicarse parcialmente por un ataque de Fusarium, una prolongada sequía y otros factores del experimento. En el cuadro No. 3 se incluyen los valores de las diferencias mínimas significativas entre las medias de las tres distancias entre plantas para la altura de primera cápsula y de planta. El valor de la Diferencia Mínima Significativa de 3.0 centímetros, indica que hay diferencia entre el promedio de altura de primera cápsula para 10 centímetros entre plantas y los datos para 15 y 20 centímetros; siendo estos 2 últimos datos no diferentes entre sí.

La diferencia mínima significativa al 5% de probabilidades para altura de planta es 2.1 centímetros lo que nos indica que solo hay diferencia real entre las medias de 10 y 20 centímetros de separación entre plantas de ajonjolí en favor de 10 centímetros y no entre 15 centímetros y las otras dos distancias entre plantas.

En el cuadro No. 5 se nota que para la interacción de distancia entre plantas x Variedades no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los caracteres estudiados en este trabajo. Esto indica que a pesar de la aparente discrepancia entre las respuestas de cada variedad a la variación de las distancias entre plantas, el efecto promedio de estas distancias sobre las variedades de ajonjolí usadas en este experimento, realmente no es diferente. La interacción distancia entre surcos x distancia entre plantas, que se presenta en la hilera 9 del cuadro No. 5 indica significación solo para la altura de planta. Esto sig-

Cuadro 5.- Valores de las sumas de cuadrados y sus significancias para tres características varietales del ajonjolí de acuerdo a los factores de variación estudiados en un ensayo de distancias de siembra. La Calera 1961

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios		
		Rendimiento	Altura de primera cápsula	Altura de Planta
Repeticiones	3	36.42	11.10	436.75
Variedades	1	289.12+	6643.20++	247.96
Error (a)	3	14.13	28.07	49.49
Distancias entre surcos	2	18.20	142.08	60.37
Distancias entre surcos x Variedad	2	11.04	27.23	98.63
Error (b)	12	15.91	34.27	66.22
Distancia entre plantas	2	1.41	160.71++	34.50 <sup>+</sup>
Distancia entre plantas x Variedad	2	8.50	1.03	6.79
Distancia entre plantas x Distancia entre surcos	4	1.93	12.97	39.73 <sup>+</sup>
Distancia entre plantas x Distancia entre surcos x Variedad	4	16.44 <sup>+</sup>	50.13 <sup>+</sup>	98.10 <sup>++</sup>
Error (c)	36	6.06	4.98	10.45
Total	71	14.11	116.42	139.37

+ Quiere decir que este valor alcanza el valor de significación para el 5% de probabilidades  
 ++ Quiere decir que este valor alcanza el valor de significación para el 1% de probabilidades

nifica que la altura de planta en promedio de las dos variedades del ensayo respondió en forma diferente a la influencia de las distancias entre plantas y a la influencia de las distancias entre surcos. Esto se puede ver numericamente en el cuadro No. 3 en el que la altura de planta promedio de las tres distancias entre plantas bajan con cada aumento de las distancias entre surcos. En cambio la altura promedio de las tres distancias entre surcos primero baja (123.9, a 120.8 cms.) y luego sube (120.8 a 121.8 cms.).

Los cuadrados medios de los tres caracteres en estudio para el caso de la interacción distancia entre planta x distancia entre surcos x variedad, muestran significancia estadística como puede verse en el cuadro No. 5. Estos resultados nos indican que las variedades responden en forma diferente a la variación de las distancias entre plantas a través de las distancias entre surcos estudiados en este experimento. En el cuadro No. 2 se puede ver esta interacción significativa en forma numérica. Para el rendimiento vemos que Tanderí 60 muestra que para el promedio de las distancias entre plantas los datos primero suben y luego bajan manteniéndose sin embargo mayor el rendimiento para la distancia de 20 centímetros sobre el rendimiento de la distancia de 10 centímetros (10.7, 12.1 y 11.6 quintales por manzana). En esta misma variedad para los promedios de las distancias entre surcos a través de los rendimientos de las distancias entre plantas, el rendimiento después de mantenerse casi sin variar, con el aumento de las distancias de 45 a 60 centímetros, baja cuando la distancia aumenta de 60 a 90 centímetros (12.2, 12.5 y 10.6 quintales por manzana).

En cambio la variedad NAN 3828, muestra una tendencia a rendir menos a medida que se aumentan las distancias tanto entre plantas como entre surcos.

Este mismo tipo de discrepancia entre las dos variedades, se puede observar para los datos de los otros dos caracteres en estudio. Una posible explicación a la discrepancia observada en la respuesta de las dos variedades a los factores de variación estudiados, podría considerarse el hecho de que la variedad NAN 3828 es de mayor follaje que la variedad Tenderí 60, razón por la cual fué más afectada por la falta de agua que sufrieron en el campo, ya que tanto el rendimiento, como las alturas de planta y de primera cápsula, aunque en menor grado esta última, son un producto de los procesos fisiológicos de las plantas, los que son afectados por la deficiencia de agua y ésta se hace sentir con mayor intensidad en aquellas plantas con mayor número de hojas por unidad de superficie, ya que en este caso es más rápida la pérdida de agua (1).

Distancia entre surcos: Como puede verse en el cuadro No. 5 las diferencias aparentes encontradas para el efecto promedio de las distancias entre surcos sobre los tres caracteres estudiados, no son significantes estadísticamente. Esto nos indica que el uso de las tres distancias entre surcos en promedio de las tres distancias entre plantas y las dos variedades usadas no resultó en diferencias reales de rendimiento ni altura de primera cápsula y planta.

A pesar de la aparente diferencia observada en la respuesta de las dos variedades en estudio con relación a los efectos que las distancias entre surcos produjeron sobre ellas, en el cuadro No. 5 se puede ver que para la interacción distancia entre surcos x variedad, no hubo diferencias estadísticamente significativas, lo cual indica que las variedades no responden en forma diferente a los efectos producidos por las diferentes distancias entre surcos.

Variedades: Los cuadrados medios asociados con las diferencias promedio de las dos variedades usadas en este estudio se presentan en la segunda hilera del cuadro No. 5. Estos muestran diferencias significativas para el rendimiento y altura de primera cápsula, mientras que las diferencias de alturas de planta no son significantes. Estos resultados no hacen más que confirmarnos el hecho conocido de antemano que las dos variedades usadas en este trabajo son genéticamente distintas en su habilidad para rendir, siendo Tenderí 60 más rendidora. Tenderí 60 es una selección de una variedad bien adaptada a las condiciones de "La Calera" (variedad Precoz), en cambio NAN 3828 es una introducción de México que a pesar de habérsela determinado como prometedora en pruebas anteriores, mostró rendir menos que tenderí 60 en este ensayo y en otros (9,10, y 11).

En el cuadro No. 5 se ve que las diferencias encontradas con respecto a las 4 repeticiones no son significantes, lo que indica que la variación del suelo entre las repeticiones no fué un factor significativo de variación en este trabajo.

En vista de los resultados presentados y su discusión, se considera que la información experimental obtenida en este ensayo no es lo suficiente como para conducir a conclusiones en las que se pueda basar una recomendación sólida para las distancias de siembra de las dos variedades de ajonjolí usadas en este ensayo. Esto debido a que, en primer lugar son resultados de un solo ensayo y a que en la conducción de éste hubo otros factores que no pudieron controlarse como sería lo necesario cuando se estudian variables como las estudiadas en este ensayo. Para demostrar con mayor precisión el probable efecto de las variantes estudiadas en este trabajo, se necesitan ensayos más eficientes y la obtención de datos promedio de varios años para poder concluir acertadamente.

## RESUMEN

En la descripción de este trabajo de tesis se presentan datos que indican la influencia de 3 diferentes distancias de siembra entre surcos y 3 distancias entre plantas, sobre la variación de algunas características varietales como rendimiento, altura de plantas y altura de primera cápsula, en dos variedades no ramificadas de ajonjolí. La densidad de población se hizo variar entre un mínimo de 37996 y un máximo de 151984 plantas por manzana en ambas variedades. Para este trabajo se utilizó un diseño experimental de parcelas sub-divididas.

Los resultados indican que el rendimiento no fué grandemente afectado por las diversas densidades de siembra. La altura de la primera cápsula aumentó con el aumento de la densidad de población, respondiendo en igual forma la altura de plantas pero de una manera menos pronunciada.

Los resultados no son los suficientes para conducir a conclusiones en las que se pueda basar una recomendación sólida para las distancias de siembra de las dos variedades de ajonjolí usadas en este ensayo.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- (1) ANONIMO.- Apuntes de Fisiología Vegetal. Instituto de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica.
- (2) ANONIMO.- Registro de Introducción de Plantas, Departamento de Agronomía, Managua, Nicaragua.
- (3) ANONIMO.- Datos de Precipitación Pluvial para Managua. Departamento de Estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional, Ministerio de Guerra, Marina y Aviación. Enero 1961.
- (4) ANONIMO.- Resumen Pluviométrico para Managua. Servicio Meteorológico Nacional, Ministerio de Guerra, Marina y Aviación. 1950-1961.
- (5) ANONIMO.- Datos de Precipitación Pluvial recopilados en Enero. Servicio Meteorológico Nacional, Ministerio de Guerra, Marina y Aviación, Managua, Nicaragua. 1961.
- (6) ANONIMO.- Rícino, Soya y Sésamo, Siembra, Cultivo, Cosecha e Industrialización de estas tres plantas oleaginosas. Biblioteca "La Chacra", Editorial Atlántida, Buenos Aires, Argentina, 1943.
- (7) CASTRO CH. C. et al.- El Ajonjolí, Algunas Informaciones Para su Cultivo, Instituto de Fomento Algodonero, Departamento Técnico, Bogotá, Colombia, Boletín No. 14, 1958.
- (8) GARDNER C. O. Apuntes de Biometría del Colegio de Agricultura de la Universidad de Nebraska. 1960
- (9) IZAGUIRRE G.- Informe Anual, Sección de Oleaginosa, Departamento de Agronomía, Estación Experimental Agropecuaria "La Calera" del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. 1958.
- (10) IZAGUIRRE G.- Informe Anual, Sección de Oleaginosa, Departamento de Agronomía, Estación Experimental Agropecuaria "La Calera" del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua 1959.

- (11) IZAGUIRRE G.- Informe Anual, Sección de Oleaginosas, Departamento de Agronomía, Estación Experimental Agropecuaria "La Calera" del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. 1960
- (12) LITZENBERGER, S.C. et al.- Variedades de Cultivos Agronómicos Recomendadas para Nicaragua y Algunas Sugestiones para sus siembras.  
Circular 9, Ministerio de Agricultura y Ganadería, STAN, Managua, Nicaragua. 1953
- (13) MAZZANI. B. Y M. COBO.- Efectos de Diferentes Distancias de siembras sobre Algunos Caracteres de Variedades Ramificadas de Ajonjolí, Agron. Tropical VI (1) 1956
- (14) MAZZANI, B. Y M. COBO.- Efectos de Diferentes Distancias de Siembra sobre Algunos Caracteres de una Variedad no Ramificada de Ajonjolí. Agronomía Tropical VIII (3) 1958
- (15) MAZZANI, B Y M. COBO.- El ajonjolí en Venezuela. Ediciones MAC Biblioteca de Cultura Rural. Colección Agricultura, Caracas Venezuela. 1957.
- (16) PINEDA C. R.- Apuntes de Fitotecnia de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. 1960
- (17) RODRIGUEZ G., J. M.- Consejos Prácticos para El Cultivo de Ajonjolí en Nicaragua. Segunda Edición, Managua, Nicaragua C. A. 1947.
- (18) UBEDA, E.- Comunicación personal del autor. Departamento de Química de Suelos Estación Experimental Agropecuaria "La Calera" del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua 1959.



- (19) VALENCIA, R. Comunicación personal del autor en el Departamento de Suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. 1959.
- (20) VAVILOV, N. I.- Estudios sobre el Origen de las Plantas Cultivadas. Versión Española. Acme Agency Soc. Resp. Ltda. Suipacha 58, Buenos Aires, Argentina. 1961.

---oO---

A P E N D I C E

---oO---

ANALISIS DE VARIACION PARA LOS RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO  
DE DISTANCIAS DE SIEMBRA PARA DOS VARIEDADES NO RAMIFICADAS DE AJON-  
JOLI.

Al efectuar el análisis de variancia (8), es necesario calcular primero las sumas de cuadrados correspondientes a la variación total, a las repeticiones, a las variedades, a las distancias entre surcos, a las distancias entre plantas, a las diferentes interacciones entre estas variantes, y a los errores correspondientes a las diferentes partes del análisis de acuerdo al planeo. Para altura de primera cápsula y altura de planta, se hicieron análisis iguales.

Los datos del Cuadro No. 6. se utilizarán para facilitar la comprensión del significado de las fórmulas empleadas en el proceso.

I. FACTOR DE CORRECCION

El factor de corrección, se calcula según la fórmula:

$$\frac{(\sum x)^2}{N}$$

En donde:

$\sum x$ : Suma total de rendimientos del ensayo

N: Número de parcelas que integran el ensayo.

Con los datos del ensayo:

$$\frac{(687.42)^2}{72} = 6.563.14$$

II. SUMAS DE CUADRADOS

1. La suma de cuadrados para el total está dada por la fórmula:

$$(\sum x^2) - Fc$$

$\sum x$ : Rendimiento obtenido en cada parcela

Fc: Factor de corrección.

Haciendo uso de los datos del ensayo:

$$(8.27)^2 + \dots + (11.94)^2 - 6.563.14 = 1.001.85$$

2. La suma de cuadrados para las repeticiones, puede ser calculado de la siguiente manera:

$$\frac{\sum (TR)^2}{N} - Fc$$

TR: Total de cada repetición

N: Número de parcelas que intervienen en la formación del total de rendimientos para cada repetición.

Sustituyendo las letras por los datos del ensayo:

$$\frac{(202.90)^2 + \dots + (152.33)^2}{18} - 6.563.14 = 109.27$$

3. La suma de cuadrados para variedades es igual:

$$\frac{\sum (TV)^2}{N} - Fc$$

TV: Total de cada variedad

N: Número de factores que hacen el rendimiento total de cada variedad.

Con los datos del ensayo:

$$\frac{(271.57)^2 + (415.85)^2}{36} - 6.563.14 = 289.12$$

Para obtener 271.57, que es el rendimiento total de la variedad NAN 3828, se procede como se indica a continuación:

$$(80.69 + 70.29 + 68.44 + 52.15) = 271.57.$$

4. La suma de cuadrados para el error (a), se consigue en la siguiente forma:

$$\frac{\sum (TVxR)^2}{dxD} - (Fc + S.C.V. + S.C.R.)$$

TVxR: Indica el rendimiento total obtenido por cada variedad, en cada una de las repeticiones del ensayo.

d: Número de distancias entre plantas que intervienen en el ensayo.

D: Número de distancias entre surcos incluidas en el ensayo.

Reemplazando los datos del ensayo:

$$\frac{(80.69)^2 + \dots + (100.18)^2}{9} - [6.563.14 + 289.12 + 109.27] = 42.40$$

5. La suma de cuadrados para las distancias entre surcos, se obtiene a partir de la fórmula:

$$\frac{\sum (TD)^2}{N} - Fc$$

TD: Total de rendimientos de cada una de las distancias puestas en prueba en el experimento.

N: Número de parcelas que hacen el total de rendimientos de cada distancia entre surcos.

Reemplazando los datos del ensayo:

$$\frac{(243.16)^2 + \dots + (205.12)^2}{24} - 6.563.14 = 36.40$$

Cada término elevado al cuadrado se obtiene así:

$$(24.67 + 25.70 + \dots + 31.45 + 24.63) = 243.16$$

6. La suma de cuadrados para la interacción, Distancia entre surcos x Variedad, es:

$$\frac{\sum (TDxV)^2}{dxR} - (Fc + S.C.D. + S.C.V.)$$

TDxV: Total de rendimientos de cada distancia en cada variedad.

dxR: Producto del número de distancias entre matas que intervienen en el ensayo por el número de repeticiones.

Haciendo uso de los datos del ensayo:

$$\frac{(96.19)^2 + \dots + (117.88)^2}{12} - [6.563.14 + 36.40 + 289.12] = 22.08$$

Cada término de la suma de cuadrados se obtiene:

$$(24.67 + \dots + 19.22) = 96.19$$

7. La suma de cuadrados para el error (b), se obtiene a partir de la fórmula:

$$\frac{\sum (TVDR)^2}{d} - (Fc + S.C.V. + S.C.D. + S.C.R.)$$

TVDR: Total de rendimientos de cada variedad en cada distancia por repeticiones.

d: Número de distancias entre plantas que hay en el ensayo.

Haciendo una aclaración con los datos del ensayo:

$$\frac{(24.67)^2 + \dots + (55.85)^2}{3} - (6.563.14 + 36.40 + 289.12 + 109.27) = 190.91$$

8. La fórmula siguiente nos sirve para la obtención de la suma de cuadrados para las distancias entre plantas.

$$\frac{\sum (Td)^2}{DRV} - Fc$$

Td: Total de rendimientos de cada distancia entre plantas

D: Número de distancias entre surcos que intervienen en la prueba.

R: Número de repeticiones de que consta el experimento.

V: Número de variedades en prueba.

Reemplazando las letras por los datos tenemos:

$$\frac{(227.95)^2 + \dots + (224.01)^2}{24} - 6.563.14 = 2.82$$

Para obtener cada término, se procede como en este caso:

$$30.99 + 19.67 + \dots + 38.70 + 34.66 = 227.95$$

Cuadro No.6.- Resumen de los rendimientos en quintales por manzana del experimento sobre distancias de siembra con las variedades de ajonjolí: NAN-3828 y Tenderí 60. "La Calera", 1961-A.

		NAN-3828			Tenderí 60					
Repetición	Distancia entre plantas	Distancia entre surcos 1)								
		45	60	90	45	60	90			
I	10 cms.	8.27	11.28	11.44	30.99	16.46	13.27	8.97	38.70	69.69
	15 cms.	9.26	8.57	4.81	22.64	16.83	22.33	10.25	49.41	72.05
	20 cms.	7.14	11.26	8.66	27.06	13.08	10.30	10.72	34.10	61.16
		24.67	31.11	24.91	80.69	46.37	45.90	29.94	122.21	
Total por repetición.....									202.90	
II	10 cms.	8.11	5.74	5.82	19.67	12.57	10.21	8.83	31.61	51.28
	15 cms.	11.19	7.34	6.81	25.34	12.28	19.49	8.06	39.83	65.17
	20 cms.	6.40	9.16	9.72	25.28	19.67	10.36	11.00	41.03	66.31
		25.70	22.24	22.35	70.29	44.52	40.06	27.89	112.47	
Total por repetición.....									182.76	
III	10 cms.	10.04	9.16	7.49	26.69	6.48	9.44	8.91	24.83	51.52
	15 cms.	9.63	7.34	7.55	24.52	9.77	4.59	9.24	23.60	48.12
	20 cms.	6.93	4.77	5.53	17.23	15.20	11.31	6.05	32.56	49.79
		26.60	21.27	20.57	68.44	31.45	25.34	24.20	80.99	
Total por repetición.....									149.43	
IV	10 cms.	7.82	5.98	7.00	20.80	9.63	13.26	11.77	34.66	55.46
	15 cms.	6.11	4.03	6.40	16.54	10.49	10.49	12.14	33.58	50.12
	20 cms.	5.29	3.51	6.01	14.81	4.05	15.95	11.94	31.94	46.75
		19.22	13.52	19.41	52.15	24.63	39.70	55.85	100.18	
Total por repetición .....									152.33	
TOTAL POR VARIEDAD		271.57			415.85					
GRAN TOTAL.....									<u>687.42</u>	

1) En centímetros

9. En la obtención de la suma de cuadrados para la interacción: Variedad x Distancia entre plantas, haremos uso de la fórmula:

$$\frac{\sum (TdV)^2}{DR} - (Fc + S.C.d. + S.C.V.)$$

TdV: Total de rendimientos de cada distancia entre plantas en cada variedad.

D: Número de distancias entre surcos en prueba.

R: Número de repeticiones que se tienen en el ensayo.

Utilizando los datos del ensayo para una mejor comprensión en la aplicación de la fórmula anterior, tenemos:

$$\frac{(98.15)^2 + \dots + (139.63)^2}{12} - (6.563.14 + 2.82 + 289.12) = 17.00$$

Cada término de la suma de cuadrados se obtiene como a continuación se indica:

$$(30.99 + \dots + 20.80) = 98.15$$

10. Se obtiene la suma de cuadrados para la interacción: Distancia entre plantas x Distancia entre surcos, haciendo uso de la fórmula siguiente:

$$\frac{\sum (TdD)^2}{VR} - (Fc + SCd + SCD)$$

TdD: Total de rendimientos de las interacciones: Distancia entre plantas x Distancia entre surcos.

V: Número de variedades que intervienen en la prueba.

R: Número de repeticiones.

Utilizando los datos del ensayo, para aclarar el significado de la fórmula anterior, tenemos:

$$\frac{(79.38)^2 + \dots + (69.63)^2}{8} - (6.563.14 + 2.82 + 36.40) = 7.73$$



Obtendremos 79.38 como ejemplo para la obtención de cada término de la suma de cuadrados:

$$(8.27+7.82 + \dots + 16.46+9.63) = 79.38$$

11. Para la interacción: Distancia entre plantas x Distancia entre surcos x Variedad, la suma de cuadrados se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum (TdDV)^2}{N} - (Fc + SCd + SCD + SCV)$$

TdDV: Total de rendimientos de la interacción: Distancia entre plantas x distancia entre surcos x Variedad.

N: Número de repeticiones.

Aclarando con los datos obtenidos del ensayo:

$$\frac{(34.24)^2 + \dots + (39.71)^2}{4} - (6.563.14 + 2.82 + 36.40 + 289.12) = 65.77$$

Para obtener cada sumando se procede como a continuación:

$$(8.27 + \dots + 7.82) = 34.24$$

12. En el caso del error (c), la suma de cuadrados se obtiene sustrayendo a la suma de cuadrados para el total, el resultado que se obtiene de la adición de las sumas de cuadrados correspondientes a las anteriores fuentes de variación, incluyendo los errores (a) y (b):

$$SCT - [SCR + SCV + SCE(a) + SCD + SC(DV) + SCE(b) + SCd + SC(dV) + SC(dD) + SC(dDV)] = SCE(c)$$

Para la mayor comprensión de la fórmula antes expuesta, usaremos los datos del ensayo:

$$1.001.85 - [109.27 + 289.12 + 2.40 + 36.40 + 22.08 + 190.91 + 2.82 + 17.00 + 7.73 + 65.77] = 218.35$$

### III. GRADOS DE LIBERTAD

Los grados de libertad para las diferentes fuentes de variación, se obtienen de la siguiente manera (8):

1. Repeticiones:  $(R-1)$  Es to quiere decir que se disminuye en uno el número de las repeticiones.
2. Variedades:  $(V-1)$  ó sea, número de variedades incluidas en la prueba menos 1.
3. Error (a):  $(R-1)(V-1)$  Lo que vale decir que los grados de libertad para el error (a), son iguales al producto de los grados de libertad de las repeticiones por los grados de libertad de las variedades.
4. Distancia entre surcos:  $(D-1)$  Es decir, el número de distancias entre surcos incluidas en el ensayo menos 1.
5. Distancia entre surcos x Variedades:  $(D-1)(V-1)$  Como se ve, es igual al producto de los grados de libertad de las distancias entre surcos por los grados de libertad de las Variedades.
6. Error (b):  $V(R-1)(D-1)$  Los grados de libertad en este caso, se obtienen de multiplicar el número de variedades que intervienen en el experimento por los grados de libertad para las repeticiones y por los grados de libertad para las distancias.
7. Distancia entre plantas:  $(d-1)$  Dichos grados de libertad, son iguales al número de distancias entre plantas que intervienen en el ensayo menos 1.
8. Distancia entre plantas x Variedad:  $(d-1)(V-1)$  Para esta interacción, los grados de libertad se obtienen mediante el producto de los grados de libertad de cada uno de los

componentes de dicha interacción.

9. Distancia entre plantas x Distancia entre surcos: (d-1) (D-1)  
Como en todas las interacciones, los grados de libertad de ésta, se obtienen a partir del producto entre los grados de libertad de los componentes de la interacción.
10. Distancia entre plantas x Distancia entre surcos x Variedad:  
(d-1) (D-1) (V-1) Para formar los grados de libertad de esta interacción se multiplican entre sí los grados de libertad de cada uno de los componentes de dicha interacción.
11. Error (c): (VD) (d-1)(R-1) Los grados de libertad para el error (c) son iguales al producto de las variantes en orden ascendente de importancia por los grados de libertad de la variante para la cual es el error, por los grados de libertad para las repeticiones.

#### IV. OBTENCION DEL CUADRADO MEDIO

Para obtener el cuadrado medio se divide la suma de cuadrados entre el número de grados de libertad, es decir (16):

$$\frac{SCR}{R-1} = CM$$

Sustituyendo por las letras los datos del cuadro No. 7, tenemos:

$$\frac{109.27}{3} = 36.42$$

Para el error (a) se utiliza la fórmula:

$$\frac{SCE (a)}{(R-1)(V-1)} = CM$$

Que con los datos del ensayo resulta:

$$\frac{42.40}{3} = 14.30$$

V. CALCULO DE F:

Una vez obtenidas las variancias, o sea los cuadrados medios, se procede en la siguiente forma para el cálculo de "F" (16):

$$\frac{\text{Variancia mayor (Cuadrado medio mayor, o de la fuente de variación)}}{\text{Variancia menor (o Cuadrado medio del error)}}$$

Por lo tanto el valor de "F" calculado para la fuente de variación correspondiente a repeticiones en el caso del ensayo, es:

$$\frac{36.42}{14.13} = 2.60$$

VI. CALCULO DE LA DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA (DMS)

Los cálculos se pueden efectuar mediante la siguiente fórmula (16):

$$D.M.S. = t_{.05} \sqrt{\frac{2 E}{N}}$$

t.05, t.01: Valores tabulados de "t" al 5% y 1% de probabilidades

E: Variancia del error

N: Número de parcelas con las cuales se calculó la suma de cuadrados de la fuente de variación en la que se encontraron las diferencias significativas en la prueba de "F".

Como ejemplo para facilitar la comprensión de la fórmula anterior, calcularemos la diferencia mínima significativa correspondiente a variedades, que como se ve en el cuadro No. 7 mostró diferencias al 5% en la prueba de "F".

$$10.13 \sqrt{\frac{2 \times 14.13}{36}} = 8.9$$

VII. CALCULO DE LA PARCELA PERDIDA

La fórmula empleada en este cálculo se expone a continuación (16):

$$\frac{pP + (Qq - T)}{(p-1)(q-1)}$$

Cuadro No. 7.- Análisis de variación de los datos del cuadro No.6.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros medios.	"F" calculada.	F. Tabulada	
					5%	1%
Repeticiones	3	109.27	36.42	2.60	9.28	29.46
Varietades	1	289.12	289.12	20.46 <sup>†</sup>	10.13	34.12
Error (a)	3	42.40	14.13	-	-	-
Distancia entre surcos	2	36.40	18.20	1.14	3.88	6.93
Dist. entre surcos x Variedad	2	22.08	11.04	0.69	3.88	6.93
Error (b)	12	190.91	15.91	-	-	-
Distancia entre plantas	2	2.82	1.41	0.23	3.26	5.25
Distancia entre plantas x Var.	2	17.00	8.50	1.40	3.26	5.25
Distancia entre plantas x distancia entre surcos	4	7.73	1.93	0.32	2.63	3.89
Distancia entre plantas x distancia entre surcos x variedad	4	65.77	16.44	2.71 <sup>†</sup>	2.63	3.89
Error (c)	36	218.35	6.06	-	-	-
TOTAL.....	71	1001.85	-	-	-	-

† Quiere decir que este valor excede el valor de significación para el 5% de probabilidades.

En donde:

- p: Número de tratamientos
- P: Suma de los rendimientos de las parcelas, con tratamientos i iguales al de la parcela perdida
- Q: Rendimiento total de la repetición en que se encuentra la parcela perdida.
- q: Número de repeticiones
- T: Total de rendimiento conocido

Para mayor comprensión en la aplicación de la fórmula anterior, se exponen a continuación los datos correspondientes al cálculo que se hizo en la obtención del rendimiento de la parcela del experimento que fué destruida por el ataque de Fusarium. Al comprobar dichos datos es necesario sustraer el valor de 13,27 qq., que es el rendimiento de la parcela perdida.

$$\frac{18 \times 32.91 + (189.63 \times 4 - 674.15)}{17 \times 3} = 13.27$$