

**PRUEBAS CON FERTILIZANTES QUIMICOS  
EN LA CAÑA DE AZUCAR,  
EN LA REGION DE ZACATEPEC, MORELOS.**

**Por**

**JAIMÉ ALVAREZ AHUMADA.**



**BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATC  
BANCO DE TEXAS  
U.A.A.A.N.**

**Tesis  
que somete a la consideración del  
H. Jurado Examinador,  
como requisito parcial para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo**

**Aprobada**

**El Presidente del Jurado**

**El Director de la Escuela**



El autor nació en México, D. F., el 5 de mayo de 1929, hijo del Sr. Lucio C. Alvarez y de la Sra. Ma. de Jesús Ahumada.

Realizó los estudios de instrucción primaria de 1940 a 1946 en el Colegio México y Escuela "Miguel de Unamuno", de la Ciudad de México; y los de Secundaria, en 1947 a 1949 en la Escuela Práctica de Agricultura de La Huerta, Mich.

Ingresó en 1950 a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Harro", recibiendo el certificado de Pasante de Ingeniero Agrónomo en enero de 1955.

Ha prestados sus servicios profesionales en el Banco Nacional de Crédito Ejidal, en México, D. F., y actualmente en el Instituto de Investigaciones Agrícolas.

**AGRADECIMIENTO.**

Por la desinteresada ayuda que le brindaron para su trabajo experimental y presentación de esta tesis, el autor manifiesta su gratitud a los Sres. Ing. Ricardo Gallegos Baigosa, del Instituto de Investigaciones Agrícolas, e Ing. Juan Banda Sifuentes, Ing. Fernando Vásquez Cedillo y Dr. Roberto Rodríguez de la Peña D., catedráticos de la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro".

## DEDICATORIA.

Dedico este trabajo, con veneración, a la memoria de mi padre; a mi adorada madre, y por su ayuda moral y económica a mis hermanos, particularmente a mi -- hermana, Sra. Carmen Alvarez de Lizardi, su esposo, Sr. Raúl Lizardi; y mis tíos, Sra. Guadalupe Ahumada y José María Ahumada.

## CONTENIDO DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1. Determinación de la Composición más Adecuada de Abono para la Caña de Azúcar -----	16
Tabla 2. Cantidad de Fertilizantes Usados para cada Tratamiento en el Experimento con Caña de Azúcar -----	18
Tabla 3. Datos Obtenidos y Observador en las Parcelas -----	21
Tabla 4. Resumen de los Resultados del Experimento-----	26
Tabla 5. Rendimiento en Toneladas de Caña por Hectárea de los Testigos -----	27
Tabla 6. Cálculo de Promedios de Totales -----	28
Tabla 7. Cálculo de la Suma Total de Cuadrados de las Desviaciones -----	29
Tabla 8. Cálculo de la Suma de Cuadrados de Desviaciones Debidas a Diferencias entre los Tratamientos -----	31
Tabla 9. Cálculo de la Suma de Cuadrados de Desviación Debidas a Diferencias entre Hileras--	34
Tabla 10. Cálculo de la Suma de Cuadrados de Desviación Debidas a Diferencias entre Secciones	35
Tabla 11. Cálculo de la Desviación Standard -----	36
Tabla 12. Comparación entre Promedios de Rendimiento -----	37

42	CONCLUSIONES
40	RESUMEN DE RESULTADOS
38	DISCUSION
21	RESULTADOS
19	Método
14	MATERIALES Y METODOS
4	REVISION DE LITERATURA
1	INTRODUCCION
14	CONTENIDO DE TABLAS
111	DEDICATORIA
11	AGRADECIMIENTO
1	BIOGRAFIA

## INTRODUCCION.

El cultivo de la caña de azúcar es uno de los más antiguos de México, y ha logrado sostenerse a pesar de su sinnúmero de dificultades, en razón de que su producto básico, el azúcar, que constituye un alimento de primera necesidad, requiere un complejo proceso de preparación.

Si se considera el exorbitante aumento que han tenido e los últimos veinte años en nuestro país los alimentos considerados indispensables, se llega a la conclusión de que el azúcar es uno de los que menos aumento han sufrido. Así, por ejemplo, la papa y el frijol, con un costo por kilo de 12 y 16 centavos en 1935, han subido a \$ 1.50 y \$ 1.80, respectivamente, lo que significa un aumento de 1,100 por ciento. El arroz, que valía en aquel año 24 centavos ahora cuesta \$2.40 (aumento de 900 por ciento) y el maíz subió de 8 a 75 centavos (aumento de 850 por ciento). En cambio, el kilo de azúcar refinada, que costaba 24 centavos en 1935, ahora cuesta \$ 1.10, lo que significa un aumento únicamente de 200 por ciento.

Quizá no hay otro producto agrícola que requiera, como el azúcar, tanto personal, trabajo, mano de obra y equipo, desde que se hace la siembra hasta que el producto llega al consumidor, listo para su uso. Todos los cultivos enumerados fuera de la caña de azúcar, son anuales: arroz, frijol, maíz papa; en cambio, el ciclo vegetativo de la caña es mucho más largo, casi hasta de dos años, que es el doble de tiempo o más que tienen que esperar los agricultores para levantar la

No es tampoco la caña un producto que se pueda transportar a grandes distancias, pues además de que ha de estar fresca para su molienda, su peso excesivo hace incosteable el transporte, y esto obliga a instalar los ingenios dentro de los propios cañaverales; y el producto refinado tiene que distribuirse en sacos de manta, cuyo precio es muy alto y no en envases de materiales más corrientes, como los usados para otros productos agrícolas.

Todo esto, unido al costoso proceso de la elaboración del azúcar, y la necesidad de complicada maquinaria, de técnicos especializados y de almacenes de condiciones peculiares, hacen de la industria azucarera una de las más complejas y laboriosas.

Teniendo en cuenta todas estas circunstancias, parece paradójico que el azúcar sea proporcionalmente tan barato, en comparación con otros alimentos de primera necesidad, y que no haya sufrido un aumento tan grande en el precio como los ya mencionados.

La explicación de este fenómeno estriba, básicamente, en que existe en México una eficiente organización entre el aspecto agrícola y el aspecto fabril de este producto, lo que no ocurre en los demás, y en que los cultivadores de caña, en general, practican este en cultivo más en forma intensiva que extensiva, y que han dedicado mayor esfuerzo a propagar variedades mejoradas, de mayor rendimiento, menos sujetas a las enfermedades, y de producto de mayor calidad.

El experimento a que se refiere el presente trabajo.

en el que se usaron variedades mejoradas de caña con diferentes fórmulas de fertilizantes químicos, es uno de los muchos que se han venido desarrollando, auxiliados por la técnica; y los resultados que de él se obtuvieron permiten afirmar que el porvenir de la industria azucarera de México se basa en el cultivo de variedades de caña poseedoras de cualidades superiores; y que cuando se generalice el uso de estas variedades y el de los fertilizantes químicos, se obtendrá en nuestro país un progreso positivo en lo que a esta industria se refiere.

Posiblemente se han hecho más investigaciones con la caña de azúcar que con cualquier otro cultivo comercial, habiendo conducido todo esto a la obtención de variedades superiores, y al mejoramiento de los métodos de cultivo; pues se ha visto que la mayor posibilidad de reducir el coste del azúcar en el mundo no se encuentra en el ingenio sino en el campo. Si todos los progresos alcanzados en la investigación experimental en los últimos veinticinco años se aplicaran a la práctica, el cultivo de la caña constituiría una verdadera ciencia, y reduciría al mínimo la influencia de la tradición y del llamado "instinto" de los agricultores (Van Dillewijn, 8).

Casi en cada uno de los países productores de caña se usan métodos peculiares de cultivo, basados en las diferencias de suelo, clima y condiciones de trabajo; pero muchos de estos métodos no tienen otro fundamento que la tradición y la rutina, y siguen practicándose porque son los mejores, al decir de los tradicionalistas. En muchos casos la investigación técnica ha comprobado que los métodos ancestrales del cultivo de la caña son engañosos y anti-económicos.

Un ejemplo de lo anterior lo ofrece el cultivo de la caña de azúcar en Java, donde se acostumbra plantar los trozos de caña "a cordón cruzado" y aún "a cordón doble"; o bien se tiran mateados en los surcos, a distancias de 30 a 60 centímetros. El resultado es, en el primer caso, que se tiene que

sacrificar hasta un cuarto de hectárea de un plantío ya desarrollado para sembrar una hectárea de plantíos nuevos; mientras que en el segundo caso (siembra matesada) la cantidad de semilla necesaria es solamente una fracción de la requerida en el primer caso. La investigación demostró que una reducción drástica en la cantidad de semilla plantada no afecta en absoluto los rendimientos, siempre y cuando se trate de semilla adecuada y que en el cultivo se usen los fertilizantes apropiados.

Otra costumbre rutinaria de los cultivadores de Java y de otros países azucareros, es la de hacer la plantación en surcos de unos 50 centímetros de anchura, separadas por un lomo o borde de 65 centímetros. El resultado es que al hacer la plantación se desaprovecha realmente el 50 por ciento o más del terreno. Los experimentadores redujeron de 50 a 30 centímetros la anchura de los surcos; se logró mejor aprovechamiento del terreno y de la mano de obra y un rendimiento tan superior al del método de los surcos anchos que actualmente se ha generalizado ya en Java y en otras partes el sistema de los surcos angostos (Van Dillewijn, 8).

Otro aspecto muy interesante en el cultivo de la caña es el de la cantidad adecuada de fertilizantes. Así como los métodos técnicos de cultivo (surcos angostos) redujeron los costos y aumentaron los rendimientos, del mismo modo la investigación de la proporción adecuada de fertilizantes químicos ha comprobado que se estaban usando en muchos casos cantidades exageradas de ellos, y hasta de elementos que en nada beneficiaba al cul-

tivo, todo lo cual implica una fuerte erogación de gastos innecesarios (Rosenfeld, 5).

Los cañeros de Louisiana trataron durante años de conservar la productividad de sus plantíos de las variedades POJ 36, POJ 213 y POJ 234, a fuerza de gastos en grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados, adicionado de superfosfato. Rosenfeld (5) realizó en 1928 una serie de cinco experimentos con cantidades variables de estos elementos en seis plantíos de la zona azucarera de Louisiana. En todos los casos los resultados sobre la caña de siembra fueron comercialmente negativos. Al mismo tiempo realizó experimentos exclusivamente sobre caña de soca, repetidos en 1929 (Rosenfeld, 6) y en 1931 (Rosenfeld, 7). Contrariamente a lo acontecido con la caña de siembra, en las pruebas con caña de soca que se citan se obtuvo un efecto favorable y uniforme con los fertilizantes nitrogenados. El resumen de estas investigaciones puede exponerse como sigue, en las condiciones en que se realizaron estos experimentos:

1. Al parecer, una dosis de 30 a 40 kilogramos por hectárea de nitrógeno, constituye el máximo aplicable a la soca, desde el punto de vista comercial.

2. La adición de superfosfato no mejoró ni el tonelaje de la caña ni el contenido de sacarosa. La práctica usual en Louisiana de aplicar 200 kilogramos por hectárea de superfosfato a la caña de siembra y la de soca, resulta, en lo general, sencillamente dispendiosa.

3. La adición de 15-20 kilogramos por hectárea de nitrógeno a la dosis standard de 30-40 kilogramos, no produjo ventaja alguna comercial. Aplicando el nitrógeno como cianamida (200

kilogramos-hectárea) se produjo un aumento de unas once toneladas-hectárea, en comparación con los lotes testigos; pero la adición a dicha dosis de cianamida de otros 100 kilogramos por hectárea, de cianamida, no produjo el aumento proporcional esperado, y el jugo contenía como medio punto menos de sacarosa y alrededor de punto y medio menos de pureza. Tal adición de cianamida resultaba evidentemente desventajosa, aparte de la reducción de la calidad: primero, por el costo extra de la cianamida; segundo, porque se originaban más gastos de fabricación, en vista de tener que manipular más caña por cada tonelada de azúcar.

Rege y Sannabhatti (4) publicaron en 1942 sus observaciones sobre las pruebas de fertilización de la caña en la India, usando las variedades POJ 2878 y Pundia, que se cultiva en el Decán en suelos notoriamente pobres en nitrógeno. Encontraron que aumentando la provisión de nitrógeno se obtenía mayor cantidad de caña aunque con merma evidente de la calidad del jugo; y que, para las variedades tardías, una dosis superior a 290 kilogramos-hectárea de sulfato de amonio resultaba a todas luces perjudicial. En los suelos pobres en ácido fosfórico las aplicaciones de superfosfato mejoraron el tonelaje de la caña y la calidad del jugo, pero una vez corregida la deficiencia de fósforo, las aplicaciones adicionales no reportaron ventajas apreciables. Tampoco observaron beneficio importante con la potasa.

En experimentos realizados en Jamaica se ha evidenciado que una aplicación de cal, seguida por la de un fertilizante completo, puede estimular considerablemente la productividad de

ciertos suelos pobres, y mejorar en forma notable los rendimientos de la caña de azúcar (2).

Sin duda alguna el Archipiélago de Hawaii es uno de los lugares en que más investigaciones se han hecho sobre todos los aspectos del cultivo de la caña, y donde se han logrado mayores avances técnicos en lo relativo a pruebas de fertilización. Una de estas pruebas consistió en el uso de nutrientes minerales aplicados al follaje de la caña en vez de aplicarlos a la raíz. En varios experimentos al respecto se pudo comprobar que el nitrógeno de las soluciones de urea de 1 a 3 por ciento, y el potasio del cloruro potásico, eran absorbidos rápidamente por las hojas de la caña y metabolizados por las plantas.

No es probable que este método foliar de fertilización llegue a reemplazar a los otros métodos establecidos para este fin, pero por lo menos puede constituir un excelente suplemento de los procedimientos usuales, después de que la caña ha llegado al período final de crecimiento. Humbert y Hanson (1) evidenciaron que con la fertilización foliar por medio de aviones, eran menores las pérdidas del material asperjado y más rápido el aumento del nitrógeno y de la clorofila en las hojas, con las aspersiones de soluciones de urea en la caña. Este aumento es más rápido que aplicando la urea al suelo. Se aplicaron hasta 67 kilogramos por hectárea de nitrógeno en una sola aspersión, sin que se observara ningún daño en el follaje del cañaveral, pero era indispensable que en el tiempo de la aplicación las plantas tuvieran un alto porcentaje de humedad. El

hecho de que las aspersiones de urea produzcan o no un incremento en el rendimiento de la caña depende, al parecer, del nivel inicial del nitrógeno en las plantas, y del nitrógeno residual aprovechable en el suelo, en el tiempo de la aplicación.

En México se han hecho varios estudios sobre las necesidades de nutrientes de la caña y se ha investigado la capacidad retención de agua del suelo, la capacidad e impermeabilidad del suelo, su pH y su contenido de materia orgánica.

Hasta hace unos veinte años las únicas cañas cultivadas en México eran la morada, la rayada y la cristalina, todas ellas conocidas con el nombre genérico de "caña criolla"; y todos los trabajos agrícolas se hacían con animales que producían el estiércol indispensable para mantener fértil el terreno. Los plantíos daban buenos rendimientos y las plantas no sufrían enfermedades serias.

Al mecanizarse las labores agrícolas y con la quema de los cortes ya no se incorpora al suelo tanta materia orgánica. Pronto perdió su vigor la caña criolla y con la aparición de las plagas y enfermedades disminuyó el rendimiento, hasta hacer necesario reemplazarla con variedades comerciales, vigorosas y resistentes.

Pero como la fertilidad del suelo seguía declinando y consecuentemente declinaba el rendimiento de las nuevas variedades, se hizo necesario recurrir a la aplicación de fertilizantes químicos en gran escala, especialmente en Atencingo, donde los suelos son pesados, carentes de drenaje y con exceso de sales solubles. Se corrigieron estas deficiencias por medio de costoso org

naje subterráneo, se introdujo la variedad POJ-2878, y se usó el fertilizante completo llamado Nitrophosca, aplicando 600 kilogramos por hectárea.

Los resultados inmediatos de estos trabajos de mejoramiento fueron sorprendentes. Las plantillas llegaron a producir un promedio de 180 toneladas por hectárea, y se logró establecer un rendimiento de campo de 120 toneladas-hectárea de caña, entre plantilla y soca.

Desgraciadamente no se perseveró en este plan de trabajo y se cambió el fertilizante Nitrophosca primeramente por sulfato de amonio, y después por nitrato de sodio. El primero tiende ciertamente a corregir la alcalinidad, pero solamente aporta nitrógeno, y el segundo aporta además sodio pero su uso continuado llega a deflocular a la arcilla y a arruinar la estructura del suelo, produciendo suelos coloidales impermeables. El resultado fué un sensible descenso de la fertilidad; la sanidad del campo actualmente deja mucho que desear; los rendimientos han disminuido en forma lamentable, y la variedad POJ-2878 muestra signos evidentes de decadencia.

Consecuencias semejantes a las resentidas en Atencingo son de preverse para otras zonas cañeras de México en las que se vienen aplicando abonos químicos con resultados económicos halagadores, pero sin tomar precaución alguna para conservar la materia orgánica del suelo, la cual, aparte de lo que beneficia a la planta aumenta la capacidad de retención y de conservación del agua, disminuye los efectos de la sequía y

ayuda a corregir la alcalinidad del suelo.

En México casi todos los suelos cañeros son de reacción neutra a alcalina (3); más bien pobres en materia orgánica pero con buena capacidad de retención para el agua y los fertilizantes. Pero en las texturas pesadas necesitan mayor cantidad de materia orgánica para mantener la fertilidad y para conservar reacción favorable al desarrollo de la caña, requiriendo un manejo técnico cuidadoso en el que se incluya la rotación y otras prácticas requeridas para agregar humus al suelo. En general, los suelos cañeros mexicanos no requieren el encalado, pero en los de la vertiente del Golfo, donde llueve lo suficiente para hacer costeable el cultivo de la caña sin irrigación adicional y donde algunos campos tienen un pH hasta de 4.8, si estaría indicado el encalado. En cambio, en Yucatán, costas de Tamaulipas, Sinaloa, etc., los suelos son francamente alcalinos, con sales de sodio y exceso de cal libre, llegando su pH hasta 8.4.

Ahora bien, al ocurrir exceso de sales solubles la arcilla del suelo fija el sodio y éste, al reaccionar con el carbonato de calcio y con el ácido carbónico. La corrección y mejoramiento de la alcalinidad requeriría:

1. Facilitar la eliminación de las sales solubles existentes y de las formadas en el proceso de sustitución de las bases, y evitar nueva aportación de sales al terreno.

2. Activar la reducción de la alcalinidad, promoviendo la formación de calcio sustituible que reemplaza al sodio en el complejo coloidal del suelo mediante aplicaciones de azufre

o de yeso.

3. Fratar de conservar en lo sucesivo un pH favorable y la buena estructura del suelo con la incorporación de humus y aplicación de pequeñas dosis anuales de azufre o yeso.

El drenaje de las aguas del subsuelo es el único procedimiento efectivo y de aplicación general para eliminar las sales solubles (3). Consecuentemente, el primer paso para modificar la alcalinidad será ejecutar las obras necesarias de drenaje para evitar que el agua se encharque y para facilitar la eliminación de las aguas del subsuelo.

Como en la corrección de la reacción de los suelos cañeros no se trata de eliminar totalmente la alcalinidad, la experiencia ha indicado que en el caso de suelos calizos o salitrosos, basta esparcir una capa uniforme de azufre fino en polvo (malla # 200) en proporción de 200 a 400 kilogramos por hectárea, mezclado con otro tanto o el doble de tierra seca y taparlo con una labor de rastreo. En los suelos tequesquitosos (donde ya se ha formado el carbonato de sodio), se aplican una a dos toneladas de azufre por hectárea. El yeso crudo en polvo que se use no debe dejar residuo en la malla # 10, y se aplica en cantidades cinco veces mayores que las correspondientes al azufre.

Por la acción de diversas bacterias contenidas en casi todos los suelos, el azufre forma ácido sulfúrico que disuelve al carbonato de calcio contenido en el suelo y produce calcio sustituible que reemplaza al sodio, y ácido carbónico que solubiliza a otros elementos y además moviliza al po-

tasio poniéndolo en condiciones de ser aprovechado por las plantas.

Si la humedad, la temperatura y la aereación del suelo son apropiadas, el 16 por ciento del azufre aplicado se oxida en el curso de una semana, llegando en un mes esta oxidación al 71 por ciento. Si el suelo carece de bacterias oxidantes habrá que usar azufre inoculado.

En el caso de los suelos permeables debe tenerse presente que una inundación temporal de un campo o un lavado superficial sólo arrastran cantidades apreciables de sales cuando el suelo es poco permeable; pero en el caso contrario, y si el drenaje subterráneo es deficiente, las sales se disuelven con el agua y se infiltran con la que penetra en el suelo. Más tarde, cuando las condiciones les son propicias, estas sales infiltradas ascienden a la capa superficial del suelo. En estos casos, es necesario evitar el ascenso del agua del subsuelo mediante labores profundas y el arroje del suelo, práctica que también es aconsejable para todos los suelos alcalinos.

Finalmente, se pondrá en práctica un programa de incorporación de materia orgánica para mantener una provisión constante de humus en el suelo, y se harán anualmente aplicaciones de 100 a 200 kilogramos de azufre o de 500 a 1,000 de yeso, por hectárea, para conservar una reacción favorable y una buena estructura en el suelo y evitar la formación de arcilla de sodio.

## MATERIALES Y METODOS.

**Tipo de Experimento.** La prueba de fertilizantes usados en este trabajo se refiere a un solo tipo de experimento constituido por 15 tratamientos además del testigo (0-0-0).

Las fórmulas empleadas fueron las siguientes.

1.	00- 00 - 160	9.	40 - 120 - 00
2.	00- 40 - 120	10.	80 - 00 - 80
3.	00- 80 - 80	11.	80 - 40 - 40
4.	00-120 - 40	12.	80 - 80 - 00
5.	00-160 - 00	13.	120 - 00 - 40
6.	40- 00 - 120	14.	120 - 40 - 00
7.	40- 40 - 80	15.	160 - 00 - 00
8.	40- 80 - 40		

El experimento se planeó con el fin de encontrar la fórmula más adecuada para el cultivo de la caña de azúcar, teniendo en cuenta las necesidades del cultivo (en más o en menos) de los elementos principales: nitrógeno, fósforo y potasio. Analizando los tratamientos se observa lo siguiente:

1. El tratamiento 1, conteniendo solamente potasio, proporciona al suelo 160 kilogramos-hectárea de este elemento.

2. Los tratamientos 2, 3, 4 y 5 no contienen nitrógeno (lo mismo que el tratamiento 1). El fósforo aumenta desde 40 a 160 y el potasio decrece de 120 a 0.

3. En los tratamientos 6, 7, 8 y 9 el nitrógeno permanece constante (40); el fósforo asciende desde 0 a 120 y el potasio decrece de 120 a 0.

4. En los tratamientos 10, 11 y 12 el nitrógeno permanece constante (80); el fósforo asciende de 0 a 80 y el potasio decrece de 80 a 0.

5. En los tratamientos 13 y 14 el nitrógeno se mantiene en 120; aumenta el fósforo de 0 a 40 y decrece el potasio de 40 a 0.

6. El tratamiento 15 solamente contiene nitrógeno y esto en mayor proporción que en todos los demás.

Todas estas fórmulas darán a conocer el comportamiento del cultivo de acuerdo con las diferentes cantidades de elementos suministrados.

Se usaron fertilizantes químicos por ser los que más se prestan para el acarreo, además de su precio comparativamente económico.

El diseño utilizado fué de cuadro latino modificado, con tres frecuencias o repeticiones.

7.- Variedad empleada C-0650

Tabla 1. Determinación de la Composición más adecuada de Abono para Caña de Azúcar.

15 Tratamientos. Método de Schreiner.  
Cuadro Latino Modificado.

Tratamientos		A	B	C	
		T	T	T	
T	0 - 0 - 0	1	12	4	
1	0 - 0-160	8	14	2	
2	0 -40-120	13	3	11	I
3	0 -80- 80	6	9	7	
4	0-120- 40	15	5	10	
5	0-160 - 0	T	T	T	
6	40- 0-120	11	15	3	
7	40-40- 80	2	6	12	
8	40-80- 40	9	7	8	II
9	40-120- 0	4	10	5	
10	80- 0-80	14	1	13	
11	80- 40-40	T	T	T	
12	80- 80- 0	10	8	9	
13	120- 0-40	5	2	15	
14	120- 40- 0	7	11	14	III
15	160- 0- 0	12	4	1	
		3	13	6	
		T	T	T	

Especialmente entre parcelas 0.80 mts.

Especialmente entre surcos 1.50 mts.

Parcela total. 333 Mts.<sup>2</sup>

Parcela útil 100 Mts.<sup>2</sup>

(Continuación Tabla 1.)

Densidad de siembra.

Anchura de calles 3 Mts.

---

Las dimensiones de las parcelas fueron las siguientes: 6 surcos de 37 metros de largo, a distancia uno de otro de 1.50 metros, formando una superficie total de 333 metros cuadrados.

Al hacer la cosecha se tomaron en cuenta solamente los dos surcos de en medio, por ser los más uniformes y que dan datos más exactos. Además, se descartó una longitud de 1.85 metros de la cabecera de cada surco, quedando así una parcela útil de 100 metros cuadrados, con lo que se facilitaron los cálculos subsecuentes.

Preparación de las Fórmulas Empleadas. Los fertilizantes usados fueron sulfato de amonio 20.5 por ciento, superfosfato de calcio 18.5 por ciento y cloruro de potasio 60 por ciento.

Para explicar los cálculos que se hicieron para la operación se presenta el siguiente ejemplo: Para encontrar la cantidad de cloruro de potasio al 60 por ciento, para la fórmula 0-0-160 (en la que se necesitan 160 kilogramos de potasio), se tiene que como el cloruro de potasio no está a 100 por ciento, para completar los 160 kilogramos requeridos por la fórmula, se necesitarán 266 kilogramos por hectárea; o sea 26.6 gramos por metro cuadrado, Como la parcela tenía 333 metros cuadrados la cantidad necesaria de cloruro de potasio para suministrar el potasio requerido, se necesitarán 8.857 kilogramos, o sea 1.476 por surco. En el cuadro siguiente se pueden apreciar las

cuatro cantidades requeridas de cada fertilizante para la elaboración de cada fórmula.

Kgs.	Sulfato de Amonio 20.5%	Superfosfato Ca 18.5%	Cloruro potásico 60%
	Kgs.	Kgs.	Kgs.
40	195	216	66
80	390	432	133
120	585	648	200
1160	780	865	266

En el cuadro siguiente se indican las cantidades de fertilizantes usados en el experimento.

Tabla 2. Cantidad de Fertilizantes usados para cada tratamiento en el experimento en campo de azúcar.

Tratamiento	Sulfato de amonio		Superfosfato de calcio		Cloruro de Potasio.	
	Surco	Parcela	Surco	Parcela	Surco	Parcela
	Kgs.		Kgs.		Kgs.	
00 - 00 - 160	-----	-----	-----	-----	1.476	8.857
00 - 40 - 120	-----	-----	1.198	7.192	1.110	6.660
00 - 80 - 80	-----	-----	2.397	14.385	.738	4.428
00 - 120 - 40	-----	-----	3.596	21.578	.366	2.197
00 - 160 - 00	-----	-----	4.800	28.804	-----	-----
40 - 00 - 120	1.082	6.493	-----	-----	1.110	6.660
40 - 40 - 80	1.082	6.493	1.198	7.192	.738	4.428
40 - 80 - 40	1.082	6.493	2.397	14.385	.366	2.197
40 - 120 - 00	1.082	6.493	3.596	21.578	-----	-----
80 - 00 - 80	2.164	12.987	-----	-----	.738	4.428
80 - 40 - 40	2.164	12.987	1.198	7.192	.366	2.197
80 - 80 - 00	2.164	12.987	2.397	14.385	-----	-----
120 - 00 - 40	3.246	19.480	-----	-----	.366	2.197
120 - 40 - 00	3.246	19.480	1.198	7.192	-----	-----
160 - 00 - 00	4.329	25.974	-----	-----	-----	-----

Ya preparados los fertilizantes se puso cada fórmula en una bolsa de papel, en total 18, para fertilizar los 18 surcos.

### Método.

Los trabajos realizados en las parcelas experimentales fueron las siguientes. El destronque se hizo el 10 de mayo, empleando machete. El 29 de junio se hizo la labor de aflojamiento, usando cultivadora y tractor. El 1. de julio se hizo la aplicación de los fertilizantes e inmediatamente después se dió un aporque con pala, a fin de tapar el fertilizante y proporcionarle a la planta un sostén más fuerte. Este trabajo sirvió también para destruir las malas hierbas.

El 28 de septiembre se dió una aplicación de 2,4-D para destruir las malas hierbas. Se usó este compuesto por tratarse de plantas de hoja estrecha.

El primer riego se dió el 12 de diciembre, habiéndose aplicado una lámina de 11 cm. Antes no se había hecho necesario el riego dado que las lluvias proporcionaron el agua requerida para el sostenimiento de la planta, habiendo ocurrido en los meses de junio a septiembre precipitaciones pluviales de 126, 165, 164 y 130 mm. respectivamente, según datos del Observatorio de Zacatepec, Morelos.

El 16 de diciembre se dió segundo riego aplicando una lámina de 5 cm., y los riegos restantes se dieron los días 9 de enero, 3 de febrero, 4 de marzo, 25 de marzo y 12 de abril, todos ellos con lámina de 11 cm.

El 26 de marzo se empezó a cosechar, usando machete y haciendo el corte lo más posible al ras de las cañas. Las cosechas se hicieron por parcelas, anotando los pesos correspondientes en las tarjetas respectivas, para elaborar posteriormente el cuadro de rendimientos.

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental de La Victoria, Zacatepec, Morelos, en el Lote No. 1 de dicho Campo. Durante el curso del experimento no ocurrieron plagas ni enfermedades, lo que permitió obtener con más precisión los datos relativos a fibra, sacarosa, Brix y pureza. Estos datos fueron realizados por el Ing. Químico Francisco Bravo, empleado del Laboratorio del Ingenio de Zacatepec, Morelos.

Tabla 3. Datos obtenidos y observados en las parcelas.

Tabla 4. Resumen de resultados del experimento.

Tabla 5. Rendimiento y tonelada de caña por hectárea de los testigos.

Tabla 6. Cálculo de promedios de totales.

Tabla 7. Cálculo de la suma de cuadrados de las desviaciones.

Tabla 8. Cálculo de la suma de cuadrados de desviaciones debidas a diferencias entre los tratamientos.

Tabla 9. Cálculo de la suma de cuadrados de desviaciones debidas a diferencias entre hileras.

Tabla 10. Cálculo de la suma de cuadrados de desviaciones debidas a diferencias entre secciones.

Tabla 11. Cálculo de la desviación standard.

Tabla 12. Comparación entre promedios de rendimiento.

Tratamientos.	Parcela	Fecha de Siembra	Fecha de Corte.	Análisis al Cosechar			Rendimiento por Ha.
				Brix	Sacarosa	Pureza	Tons. de Caña.
		1952.	1954.				
	A - 1	Feb. 12	Feb. 19	22.57	19.82	87.82	79.5
	A - 7	" "	" "	22.37	20.16	90.12	61.5
	A - 13	" "	" "	21.57	19.15	88.78	62.6
	A - 19	" "	" "	21.61	19.39	89.73	55.2
	B - 1	" "	" "	21.97	19.75	89.90	45.2
	B - 7	" "	" "	22.70	20.52	90.40	57.8
7	B - 13	" "	" "	22.00	19.61	89.23	44.9
	B - 19	" "	" "	21.22	18.83	88.74	51.4
	C - 1	" "	" "	21.60	19.11	88.47	44.9
	C - 7	" "	" "	22.20	19.97	89.95	52.9
	C - 13	" "	" "	22.16	20.06	90.52	46.3
	C - 19	" "	" "	21.22	19.07	89.87	58.3
	Suma			263.19	235.46	1073.53	660.5
	Prom.			21.93	19.62	89.46	55.0
	A - 2	Feb. 12	Feb. 19	21.68	18.61	85.84	65.8
	B - 12	" "	" "	22.10	20.09	90.90	53.1
1	C - 17	" "	" "	21.80	19.21	88.12	62.5
	Suma			65.58	57.91	264.86	181.4
	Prom.			21.86	19.30	88.29	60.5
	A - 9	Feb. 12	Feb. 19	22.30	19.94	86.28	59.8
	B - 15	" "	" "	21.60	19.08	88.33	51.5
2	C - 3	" "	" "	21.18	18.99	89.66	50.8
	Suma			65.08	57.31	264.27	162.1
	Prom.			21.69	19.10	88.09	54.0

tes.		Siembra	Corte.	Brix	Sacar- nosa.	Purosa	Porc. de Caña.
3	A - 18	Feb. 12	Feb. 19	21.90	19.37	88.45	54.6
	B - 4	" "	" "	22.08	19.56	88.59	78.9
	C - 8	" "	" "	21.94	19.42	88.51	52.0
	Suma. Prom.			65.92 21.97	58.35 19.45	265.55 88.52	185.5 61.8
4	A - 11	Feb. 12	Feb. 19	22.32	19.94	89.34	58.5
	B - 10	" "	" "	21.27	19.08	89.70	47.4
	C - 2	" "	" "	21.86	19.68	90.03	41.2
	Suma. Prom.			65.45 21.82	58.90 19.57	269.07 89.69	147.1 49.0
5	A - 15	Feb. 12	Feb. 19	21.90	19.37	88.45	54.6
	B - 6	" "	" "	22.08	19.56	88.59	78.9
	C - 11	" "	" "	21.94	19.42	88.51	52.0
	Suma. Prom.			65.92 21.27	58.35 19.45	265.55 88.52	185.5 61.8
6	A - 5	Feb. 12	Feb. 19	22.30	19.76	88.61	83.5
	B - 9	" "	" "	21.74	19.32	88.87	76.0
	C - 18	" "	" "	21.98	19.73	89.76	73.8
	Suma. Prom.			66.02 22.01	58.81 19.60	267.24 89.08	233.3 77.8

Tratamientos.	Parcela	Fecha de Siembra.	Fecha de Corte.	Análisis de Cosecha			Rendimiento por Ha. Tons. de Caña.
				Brix	Sacarosa.	Pureza	
7	A - 16	Feb. 12	Feb. 19	22.26	19.87	89.26	89.5
	B - 10	" "	" "	22.62	20.53	90.76	89.7
	C - 5	" "	" "	21.52	19.24	89.41	126.1
	Suma Prom.			66.40	59.64	269.43	305.3
				22.13	19.88	89.81	101.8
8	A - 3	Feb. 12	Feb. 19	22.09	19.92	98.18	100.9
	B - 14	" "	" "	22.06	20.02	90.75	88.8
	C - 10	" "	" "	22.36	20.30	90.79	83.5
	Suma Prom.			66.51	60.24	271.72	273.2
				22.17	20.08	90.57	81.1
9	A - 3	Feb. 12	Feb. 19	23.72	21.34	89.97	88.0
	B - 14	" "	" "	21.92	19.37	88.37	78.6
	C - 10	" "	" "	22.32	19.90	89.16	77.8
	Suma Prom.			67.96	60.61	267.50	244.4
				22.65	20.20	89.17	81.5
10	A - 14	Feb. 12	Feb. 19	22.22	19.99	89.96	98.3
	B - 11	" "	" "	22.92	20.72	90.40	99.4
	C - 6	" "	" "	22.52	20.42	90.67	112.0
	Suma Prom.			67.66	61.13	271.03	309.7
				22.55	20.38	90.34	103.2
12	A - 17	Feb. 12	Feb. 19	22.62	20.72	91.60	115.5
	B - 2	" "	" "	21.54	18.68	86.72	87.5
	C - 9	" "	" "	22.22	19.75	88.88	102.1
	Suma Prom.			66.38	59.15	267.20	305.1
				22.13	19.72	89.07	101.7

Tratamientos.	Parcela	Fecha de Siembra	Fecha de Corte.	Análisis al Cosechar			Rendimiento por Ha.
				Brix	Sacarosa.	Pureza	Tons. de Caña.
11	A - 8	Feb. 12	Feb. 19	23.02	20.69	89.88	113.4
	B - 16	" "	" "	22.02	19.96	90.64	93.2
	C - 4	" "	" "	22.12	19.82	89.60	118.1
	Suma. Prom.			67.16 22.39	60.47 20.16	270.12 90.04	324.7 108.2
13	A - 4	Feb. 12	Feb. 19	22.22	20.02	90.10	126.5
	B - 18	" "	" "	22.32	20.26	90.77	108.1
	C - 12	" "	" "	21.82	19.51	89.41	92.3
	Suma. Prom.			66.36 22.12	59.79 19.93	270.28 90.09	326.9 109.0
14	A - 12	Feb. 12	Feb. 19	22.82	20.49	89.79	129.2
	B - 3	" "	" "	21.61	17.34	80.24	146.0
	C - 16	" "	" "	21.71.	19.26	88.71	101.5
	Suma. Prom.			66.14 22.05	59.09 19.03	258.74 86.25	386.7 125.6
15	A - 6	Feb. 12	Feb. 19	21.91	19.81	90.52	107.1
	B - 8	" "	" "	22.11	19.48	88.10	107.5
	C - 15	" "	" "	22.01	19.82	90.05	67.8
	Suma. Prom.			66.03 22.01	59.11 19.70	268.67 89.52	282.4 94.1
Suma de los promedios de los 15 tratamientos.				331.50	295.65	1337.58	1285.6
Promedio general de los 15 tratamientos				22.10	19.71	89.17	85.7

Tabla 4. Resumen de los Resultados del Experimento.

Tratamientos	Fecha de Corte. 1954	Análisis al Coséchar				Rendimientos.	
		% de Fi- bra en la caña	Brix	Saca- rosa	Pure za	Azúcar de 96° Aprov. Por Ton. de Caña	Tons. de Caña
T	Feb. 19	21.93	19.62	89.46			55.0
1	" 19		21.86	19.30	88.29		60.5
2	" 19		21.69	19.10	88.09		54.0
3	" 19		21.95	19.55	89.05		66.3
4	" 19		21.82	19.57	89.69		49.0
5	" 19		21.97	19.45	88.52		61.8
6	" 19		22.01	19.60	89.08		77.8
7	" 19		22.13	19.88	89.81		101.8
8	" 19		22.17	20.08	90.57		91.1
9	" 19		22.65	20.20	89.17		81.5
10	" 19		22.55	20.38	90.34		103.2
11	" 19		22.39	20.16	90.04		108.2
12	" 19		22.13	19.72	89.07		101.7
13	" 19		22.12	19.93	90.09		109.0
14	" 19		22.05	19.03	86.25		125.6
15	" 19		22.01	19.70	89.52		94.1
Promedio para el Lote	" 19		22.10	19.71	89.17		85.7

Tabla 5. Rendimiento en Toneladas de Caña por Hectárea de los Testigos.

Parcelas.	Rendimiento de Caña Tons. por Hectárea	d <sub>1</sub>		d <sub>1</sub> <sup>2</sup>
		+	-	
A - 1	79.5	29.5		870.25
A - 7	61.5	11.5		132.25
A -13	62.6	12.6		158.76
A -19	55.2	5.2		27.04
B - 1	45.2		4.8	23.04
B - 7	57.8	7.8		60.84
B- 13	44.9		5.1	26.01
B -19	51.4	1.4		1.96
C - 1	44.9		5.1	26.01
C - 7	52.9	2.9		8.41
C -13	46.3		3.7	13.69
C -19	58.3	8.3		68.89
Sumas	660.5	79.2	18.7	1417.15
		+	60.5	

Promedio incorrecto = 50.00

Corrección = +  $\frac{60.5}{12}$  = 5.04

Promedio Correcto =  $\frac{55.04}{12}$

Suma de cuadrados de dos desviaciones incorrectos = 1417.15

$MC^2 = \frac{(60.5)^2}{12} = 305.02$

Suma de Cuadrs. de Des. = 1112.13

Desv. Standard =  $\pm \sqrt{\frac{1112.13}{11}} = \pm 10.05$  Ton/Ha.

Desviación standard de una diferencia entre dos promedios formados cada uno por tres observaciones =  $\pm 0.8165 \times 10.05 = \pm 8.21$

Desviación standard de una diferencia entre 2 promedios, expresada como porcentaje del promedio general =  $\frac{8.21 \times 100}{55.04} = 14.92$

55.04

Hileras

Rendimientos Observados. Toneladas de Caña por Hectárea.

2            3            4            5            6            8            9            10            11            12

Sección I

Sección II

A	65.8	100.9	126.5	83.5	107.1	113.4	59.8	88.0	58.5	129.2
B	87.5	146.0	79.4	78.6	78.9	107.5	76.0	89.7	99.4	53.1
C	41.2	50.8	118.1	126.1	112.0	61.2	102.1	83.5	52.0	92.8

Totales por Sección

1402.4

1265.7

14            15            16            17            18

Sección III

Toneladas por Hectárea

A	98.3	54.6	89.5	115.5	58.3	1348.0
B	88.8	51.5	93.2	47.4	108.1	1285.1
C	77.8	67.8	101.5	62.5	73.8	1222.7

Totales por Sección

1188.6

3856.7

Promedio de totales por Hilera =  $\frac{3856.7}{3} = 1285.6$

Promedio de totales por Secciones  $\frac{3856.7}{3} = 1285.6$

Promedio de totales por tratamiento  $\frac{3856.7}{15} = 257.11$

Promedio de rendimiento por parcela =  $\frac{3856.7}{45} = 85.70$  Tons./Ha.

Tabla 7. Cálculo de la Suma Total de Cuadrados de las Desviaciones.

Parcelas	Rendimiento de Caña en Tons. por Ha.	Desviaciones incorrectas.	Cuadrados de las desviaciones incorrectas.	Promedio incorrecto = 80.00
		+	-	Corrección $\frac{256.7}{45} = 5.70$
A - 2	65.8		14.2	201.64
B - 12	53.1		26.9	723.61
B - 17	62.5		17.5	306.25
A - 9	59.8		20.2	408.04
B - 15	51.5		28.5	812.25
C - 3	50.8		29.2	852.64
A - 18	58.3		21.7	470.89
B - 4	79.4		0.6	0.36
C - 8	61.2		18.8	353.44
A - 11	58.5		21.5	462.25
B - 17	47.4		32.6	1062.76
C - 2	41.2		38.8	1505.44
A - 15	54.6		25.4	645.16
B - 6	78.9		1.1	1.21
C - 11	52.0		28.0	784.00
A - 5	83.5	3.5		12.25
B - 9	76.0		4.0	16.00
C - 18	73.8		6.2	38.44
A - 16	89.5	9.5		90.25
B - 10	89.7	9.7		94.09
C - 5	126.1	46.1		2125.21
A - 3	100.0	20.9		436.81
B - 14	88.8	8.8		77.44
C - 10	83.5	3.5		12.25
A - 10	88.0	8.0		64.00
B - 5	78.6		1.4	1.96
C - 14	77.8		2.2	4.84
A - 14	98.3	18.3		334.89
B - 11	99.4	19.4		376.36
C - 6	112.0	32.0		1024.00

Promedio correcto = 85.70

N = 45

$$N C^2 = \frac{(256.7)^2}{45} = 1464.33$$

Parcelas	Rendimiento de caña en Tons. por Ha.	Desviaciones incorrectas.		Cuadrados de las desviaciones incorrectas.
		+	-	
A - 8	113.4	33.4		1115.56
B - 16	93.2	13.2		174.24
C - 4	118.1	38.1		1451.61
A - 17	115.1	35.5		1260.25
B - 2	87.5	7.5		56.25
C - 9	102.1	22.1		488.41
A - 4	126.5	46.5		2162.25
B - 18	108.1	28.1		789.61
C - 12	92.3	12.3		151.29
A - 12	129.2	49.2		2420.64
B - 3	146.0	66.0		4356.00
C - 16	101.5	21.5		462.25
A - 6	107.1	27.1		734.41
B - 8	107.5	27.5		756.25
C - 15	67.8		12.2	148.84
		607.7	351.0	
		<u>256.7</u>		
Sumas	3856.7			29826.59

Suma total de cuadrados de desviaciones = 29826.59 - 1464.33 = 28362.26

Tabla 8. Cálculo de la Suma de Cuadrados de Desviaciones Debidas a Diferencias entre los Tratamientos.

Tratamientos.	Parcelas	Rendimiento por Parcela	Totales de Rendimiento - por tratamiento	Desviaciones incorrectas.	Cuadrado de Desviaciones incorrectas	
1	A - 2 B - 12 C - 17	65.8 53.1 62.5	181.4	68.6	4705.96	Promedio incorrecto = 250.00 Corrección $\frac{+106.7}{15} = 7.11$
2	A - 9 B - 15 C - 3	59.8 51.5 50.8	162.1	87.9	7726.41	Promedio correcto = 277.11
3	A - 18 B - 4 C - 8	58.3 79.4 61.2	198.9	51.1	2611.21	$N = 15$
4	A - 11 B - 17 C - 2	58.5 47.4 41.2	147.1	102.9	10588.41	$NC^2 = \frac{(106.7)^2}{15} = \frac{11384.89}{15}$ $= 758.99$
5	A - 15 B - 6 C - 11	54.6 78.9 52.0	185.5	64.5	4160.25	Suma de cuadrados de desviaciones por diferencia entre tratamientos =
6	A - 5 B - 9 C - 18	83.5 76.0 73.8	233.3	16.7	278.89	$\frac{68895.27 - 75899}{3}$
7	A - 16 B - 10 C - 5	89.5 89.7 126.1	305.3	55.3	3058.09	$= \frac{68136.28}{3} = 22712.09$

(Continuación de la Tabla 8.).

Trata- mientos.	Parcelas	Rendimiento por Parcela	Totales de Rendi- miento por tra- tamiento	Desviaciones <u>incorrectas.</u>	Cuadrado de Desviaciones incorrectas
8	A - 3 B - 14 C - 10	100.9 88.8 83.5	273.2	23.2	538.24
9	A - 10 B - 5 C - 14	88.0 78.6 77.8	244.4	5.6	31.26
10	A - 14 B - 11 C - 6	98.3 99.4 112.0	309.7	59.7	3564.09
11	A - 8 B - 16 C - 4	113.4 93.2 118.1	324.7	74.7	5580.09
12	A - 17 B - 2 C - 9	115.5 87.5 102.1	305.1	55.1	3036.01
13	A - 4 B - 18 C - 12	126.7 108.1 92.3	326.9	76.9	5913.61
14	A - 12 B - 3 C - 16	129.2 146.0 101.5	376.7	126.7	16052.89

(Continuación de la Tabla 8.).

Trata- mientos.	Parcelas	Rendimiento por Parcela	Totales de Rendimiento por tra- tamiento.	Desviaciones <u>incorrectas</u>	Cuadrado de Desvia- ciones in- correctas
15	A - 6 B - 8 C - 15	107.1 107.5 67.8	282.4	32.4	1049.76
				<u>504.0</u>	<u>397.3</u>
Sumas.-		3856.7	3856.7	+ 106.7	68895.27

Tabla 9. Cálculo de la Suma de Cuadrados de Desviaciones Debidas a Diferencias entre Hileras.

Hileras	Totales de Rendimiento por Hileras.	Desviaciones. Incorrectas	Cuadrados de las desviaciones incorrectas.	
A	1348.9	68.9	4747.21	Promedio incorrecto = 1280.00
				Corrección + $\frac{16.7}{3}$ = 5.57
B	1285.1	5.1	26.01	Promedio correcto = $\frac{1285.57}{3}$
C	1222.7	57.3	3283.29	N = 3
		<u>74.0</u>	<u>57.3</u>	$NC^2 = \frac{(16.7)^2}{3} = \frac{278.89}{3} = 92.96$
Sumas	3856.7	+ 16.7	8056.51	Suma de cuadrados de desviaciones debidas a diferencia entre hileras = $\frac{8056.51}{15} - 92.96 = \frac{2963.55}{15} = 530.90$

Tabla 10. Cálculo de la Suma de Cuadrados de Desviaciones Debidas a Diferencias entre Secciones.

Secciones.	Totales de Rendimiento Por Secciones	Desviaciones incorrectas		Cuadrados de las desviaciones incorrectas.	
		+	-		
I	1402.4	122.4		14981.76	Promedio incorrecto = 1280.00
II	1265.7		14.3	204.49	Corrección = $\frac{16.7}{3}$ = 5.57
III	1188.6		91.4	8353.96	Promedio correcto = $\frac{1280.00}{3}$ = 426.67
		122.4	105.7		$N = 3$
Sumas	3856.7	+ 16.7		23540.21	$NC^2 = \frac{(16.7)^2}{3} = \frac{278.89}{3} = 92.96$
					Suma de cuadrados de desviaciones debidas a diferencias entre secciones = $\frac{23540.21}{15} - \frac{92.96}{3} = \frac{23447.25}{15} = 1563.15$

Causas de variación	No. de acodos libres.	Sumas de cuadrados de desviaciones	Cuadrado Medio.	F	Desviación standard de una observación. Tons/Ha.	Desviación standard de una diferencia entre dos promedios formado cada uno por tres observaciones. Tons/Ha.
Hileras	2	530.90	265.4	1.9		
Secciones	2	1563.15	781.6	5.		
Tratamientos	14	22712.09	1622.3			
Error Exp.	26	3556.12	138.8	11.86	11.70	9.55
Totales	44	28362.26	2806.1			

$$C. V. = \frac{11.70 \times 100}{85.7} = 13.76 \%$$

Diferencia significativa entre promedios de rendimiento.

$$To. 05 \text{ --- } 2.056 \times 9.55 = 19.6 \text{ Tons/Ha.}$$

$$To. 01 \text{ --- } 2.779 \times 9.55 = 26.5 \text{ " "}$$

Valores requeridos de F.

$$Po.05 = 2.10$$

$$Po.01 = 2.86$$

Tratamientos	Rendimiento Tons. de caña por hectárea	Diferencia de Rendimiento con el Testigo (T) no abonado Tons/ Ha.		Diferencias de rendi- mientos con el Trata- miento 14 Tons/Ha.	
		+	-	+	-
14	125.6	70.6			---0---
13	109.0	54.0			16.6
11	108.2	53.2			17.4
10	103.2	48.2			22.4
7	101.8	46.8			23.8
12	101.7	46.7			23.9
15	94.1	39.1			31.5
8	91.1	36.1			34.5
9	81.5	26.5			44.1
6	77.8	22.8			47.8
3	66.3	11.3			59.3
5	61.8	6.8			63.8
1	60.5	5.5			65.1
T	55.0	-0-			70.6
2	54.0		1.0		71.6
4	49.0		6.0		76.6

## DISCUSION.

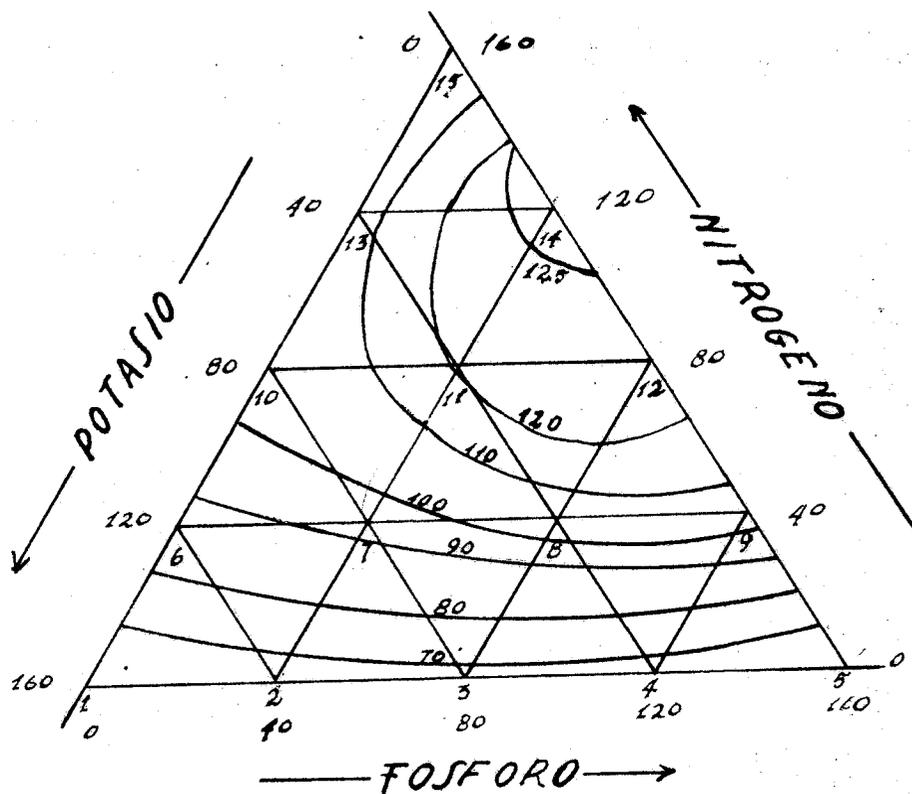
Como se puede apreciar en los resultados del experimento, no se observa una relación entre el fertilizante aplicado y la calidad de la caña estimada; encontrándose que la aplicación de los fertilizantes no tuvo influencia perceptible sobre la caña cosechada, a juzgar por los datos de porcentaje de fibra, sacarosa, Brix y pureza. Estos valores, en efecto, presentan en el cuadro variaciones irregulares que no guardan ninguna relación con la clase de fertilizante aplicado; por lo cual estas pequeñas variaciones deben ser consideradas como propias de cualquier muestra.

El triángulo que se presenta en la gráfica anexa muestra gráficamente los resultados del experimento. Para su constitución los valores observados han sufrido ciertos ajustes que, no obstante, no alteran fundamentalmente a los datos consignados en el cuadro de rendimientos, en virtud de que estos ajustes eliminan en gran parte a los errores accidentales del experimento.

Puede verse fácilmente que el fertilizante que produjo el rendimiento más elevado fué el tratamiento 14, el cual proporciona al suelo los siguientes elementos por hectárea: 120 kilogramos de nitrógeno y 40 kilogramos de fósforo, estando desprovisto de potasio. Con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 125 toneladas de caña por hectárea, en tanto que sin emplear abono se obtiene un rendimiento de solamente 55 toneladas-hectárea. Esto significa que los suelos del campo Experimental La Victoria, de Zacatepes, Morelos, no carecen de potasio y que cuando se usa un abono de composición adecuada, como el antes señalado, el rendimiento de caña es aproximadamente el 228 por

ciento del que se obtiene sin emplear fertilizante.

Aún cuando se concibe que el rendimiento depende también del potasio aplicado como abono, en este caso la influencia de este elemento fué evidentemente pequeña, no apreciable en el experimento, y se llega a la conclusión de que para elevar los rendimientos de caña en el lugar del experimento es necesario suministrar al suelo cantidades adecuadas de nitrógeno, principalmen



GRAFICA QUE MUESTRA LOS  
RESULTADOS DEL EXPERIMENTO.

## RESUMEN DE RESULTADOS.

El experimento llevado a cabo en el Lote No. 1 del Campo Experimental de La Victoria, Zacatepec, Morelos, acusó diferencias significativas y muy significativas para secciones y tratamientos, mientras que para hileras no hubo diferencias.

El mejor tratamiento por sus resultados fué el número 14 (120-40-00) que suministró 120 kilogramos de nitrógeno y 40 kilogramos de fósforo, por hectárea. Tuvo con respecto al testigo no fertilizado una diferencia de 70.6 toneladas por hectárea en el rendimiento, lo que significa con respecto a dicho testigo un incremento de 228 por ciento. Le siguió el tratamiento número 13, que suministró al suelo 120 kilogramos de nitrógeno y 40 de potasio, ocurriendo con respecto al tratamiento 14 una diferencia de 16 toneladas menos de rendimiento. Comparado con el testigo lo superó en 54 toneladas, con un 198 por ciento de incremento.

Analizando los tratamientos 10 y 11, en orden decreciente, según su rendimiento, se nota que hubo marcada diferencia en las cantidades aplicadas, siendo las del primero 80-0-50 y la del segundo 80-40-40. Este último dió un rendimiento de 108.2 toneladas y el primero 103.2 toneladas-hectárea, o sea una diferencia de 5 toneladas que probablemente se debió al fósforo. Las diferencias de estos tratamientos con el testigo fueron de 53.2 y 48.2 toneladas, respectivamente, o sea un incremento de 196 por ciento para el tratamiento 11 y de 187 por ciento para el tratamiento 10.

Entre los tratamientos 7 (40-40-80) y 12 (80-80-0) hubo una diferencia en rendimiento de sólo 100 kilogramos-hectárea en fa

vor del primero. Como éste contiene potasio y el otro no, puede atribuirse la diferencia mencionada al potasio, ya que nos hemos dado cuenta de que el nitrógeno parece ser el elemento limitante para el buen rendimiento de la caña de azúcar. En los dos tratamientos citados no da el nitrógeno una diferencia marcada mientras que de potasio se tienen 80 contra 0 y esto hace creer que fué la causa de este efecto, aunque la posibilidad de un error experimental.

Analizando el tratamiento 15 (160-0-0) en comparación con el 14 (120-40-0), se encontró una diferencia de 31 toneladas en el rendimiento, lo que hace pensar que tal diferencia es producida por el fósforo de la segunda de estas fórmulas; y comparando al tratamiento 15 con el testigo (0-0-0) se tiene una diferencia de 39/1 toneladas, lo que significa para el primero un incremento de 171 por ciento sobre el segundo.

Por último, los tratamientos 8, 9, 6, 3, 5, y 1 presentan rendimientos significativamente mayores que el testigo, si bien las correspondientes diferencias de rendimiento no son lo bastante grandes para señalar estadísticamente a alguno de ellos como significativamente superior en rendimiento de caña por hectárea, con respecto al testigo.

02088

## CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados del experimento se pueden deducir las siguientes conclusiones.

Los suelos donde se hizo el experimento son pobres en fósforo y nitrógeno. Esto se comprueba con el rendimiento obtenido con el mejor tratamiento, el cual superó en 228 por ciento al rendimiento del testigo.

Se recomienda fertilizar el suelo para el cultivo de la caña de azúcar en la región de Zacatepec, Morelos, con una mezcla fertilizante que proporcione 120 kilogramos de nitrógeno y 40 kilogramos de fósforo por hectárea.

El hecho de que ninguno de los tratamientos tuviera influencia apreciable sobre la calidad de la caña, se debió tal vez, a que el corte de la misma se hizo prematuramente; o bien porque el fertilizante no se aplicó en la fase del crecimiento de la caña en que pudiera influir en una mejor calidad.

Sería conveniente continuar este tipo de experimentos, haciendo las aplicaciones del fertilizante en diferentes épocas del ciclo vegetativo de la caña, a fin de observar la influencia que pudieran tener sobre la calidad de su producto.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Humbert, and Hanson.
2. La Hacienda. Azúcar. Enero 1946, p. 82
3. Oficina de Campos de Experimentación. Unión N. de Prod. de Azúcar, S. A. Boletín Azucarero Mexicano,
4. Rege, R. D., and S. K. Sannabhatti. Fertilization sugarcane for juice quality. Indian Sugar 5, 1942.
5. Rosenfeld, A. H. Fertilization on sugarcane. Sugar Bul. V 1, 1928.
6. Rosenfeld, A. H. Fertilization on sugarcane. Sugar Bul. II-1, 1929.
7. Rosenfeld, A. H. Facts. about Sugar. Sugar Bul. XXV-3, 1931.
8. Van Dillewijn, C. Botánica de la Caña de Azúcar. Trad. de A. González Gallardo, México, 1953.