# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

## FACULTAD DE AGRONOMIA

# PRUEBA DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFATADA EN EL CULTIVO DE SORGO PARA GRANO (Sorghum vulgare P.), EN LA REGION DE GRAL. ESCOBEDO, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA
SANTIAGO GALICIA GONZALEZ

MONTERREY, N. L. ENERO DE 1978

33
35
1

T
SB235
G351
c.1

1080062428

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

## FACULTAD DE AGRONOMIA

# PRUEBA DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFATADA EN EL CULTIVO DE SORGO PARA GRANO (*Sorghum vulgare* P.), EN LA REGION DE GRAL. ESCOBEDO, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

SANTIAGO CALICIA GONZALEZ

MONTERREY, N. L. ENERO DE 1978

T
SB 235
G351

U. A. N. L.
FONDO
TESIS LICENCIATURA

Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F Tesis

04 . 03
FA5
1978
c.5

A MIS PADRES:

SR. EDMUNDO GALICIA DUQUE

SRA. ADALIA GONZALEZ DE GALICIA

Con gratitud y cariño.

A MIS HERMANOS:

CONCEPCION

EDMUNDO

RUTH AURORA

ADALIA

AARON

AL ING. AGR. JUAN ENRIQUE AGUIRRE COSSIO:

En agradecimiento por su valiosa ayuda para la realización de esta tesis.

A MIS MAESTROS,
COMPAÑEROS y
AMIGOS.

# I N D I C E


| | PAGINA |
|---|---|
| INTRODUCCION ..... | 1 |
| REVISION DE LITERATURA ..... | 2 |
| MATERIALES Y METODOS ..... | 13 |
| RESULTADOS Y DISCUSION ..... | 22 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... | 24 |
| RESUMEN ..... | 27 |
| BIBLIOGRAFIA ..... | 29 |
| APENDICE ..... | 32 |

# INDICE DE TABLAS Y FIGURAS


| TABLA | | PAGINA |
|---|---|---|
| 1 | Temperatura y precipitación medias registradas en el Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. | 15 |
| 2 | Propiedades físicas y químicas del suelo y subsuelo, del terreno donde se desarrolló el experimento. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976..... | 16 |
| 3 | Fórmulas de los tratamientos conforme al "Cuadrado Doble". Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976..... | 17 |
| 4 | Lista de los tratamientos utilizados a base de nitrógeno y fósforo en el experimento, conforme al "Cuadrado Doble". Campo Agrícola Experimental. F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano -- 1976. ..... | 18 |
| 5 | Análisis de varianza para los rendimientos de sorgo grano. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976. ..... | 22 |
| 6 | Rendimiento de sorgo rano en kg/ha. de las diferentes dosis de fertilizantes probadas, colocadas de mayor a menor. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976. | 24 |
| 7 | Rendimiento de sorgo grano en kilogramos por parcela útil. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Primavera-Verano 1976. ..... | 33 |
| 8 | Rendimiento de paja en kilogramos por parcela-útil. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976..... | 34 |
| 9 | Análisis de varianza para los rendimientos de paja en sorgo. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976..... | 35 |

| FIGURA | | |
|---|---|---|
| 1 | Plano del diseño experimental usado distribución al azar de los tratamientos y dimensión de las parcelas en el terreno. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976. ..... | |

# I N T R O D U C C I O N

El cultivo del sorgo ha adquirido mucha importancia en los últimos años y se ha visto que puede substituir al maíz en la - mayoría de los usos que éste tiene, como es la alimentación humana, como forraje y grano para la engorda de animales, y tam-- bién para la industrialización.

En México se cultivan aproximadamente 1;000,000 hectáreas, con un rendimiento promedio nacional de 2.5 toneladas de grano- por hectárea. En el Estado de Nuevo León se siembran alrededor- de 30,000 hectáreas.

Cada día se requiere de mayores volúmenes de sorgo para -- alimentar la industria pecuaria en constante crecimiento; por-- tal motivo hay necesidad de incrementar su producción, para --- ello se está recurriendo a la práctica de labores culturales a- propiadas a la obtención de variedades adaptables para cada región e indiscutiblemente a la práctica de fertilización, pero - sin embargo ésta práctica encuentra una serie de factores inver sos, que hacen difícil su aplicación; debido a la escasa orientación técnica que reciben los agricultores en las diversas zonas del país.

La finalidad del presente trabajo consiste en probar diferentes niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo en el - cultivo de sorgo para grano, en la región de Gral. Escobedo, N. L. en el ciclo agrícola temprano de 1976.

# REVISION DE LITERATURA

La planta para efectuar su ciclo vegetativo requiere nu--- trientes vegetales, entendiéndose por éstos, todas aquellas materias que son requeridas por ésta, para su crecimiento y formación de substancias orgánicas. Esto es, aquellas substancias -- que después de ser asimiladas por la planta, fomenta su desarrollo en cualquiera de sus faces de crecimiento, desde la germinación hasta la completa madurez, mejorando por consiguiente el - rendimiento de la planta tanto cualitativa como cuantitativamente (12).

La conservación de la fertilidad del suelo implica por una parte la devolución de los nutrientes extraidos por los cultivos, los lixiviados en el terreno; así como otros perdidos, como la volatización del nitrógeno, la insolubilización del fósforo y también los perdidos por erosión que en ocasiones llega a- ser fatal, ya que por dicho efecto puede quedar el suelo totalmente destruido (17).

Arnon de California (18) ha establecido que los síntomas - de deficiencia de un elemento pueden ser prevenidos o corregi-- dos solamente mediante el suministro del elemento en cuestión.

El suministro de un elemento debe obedecer la ley de los - incrementos decrecientes, llamada también de los retornos disminuyentes o incorrectamente de los rendimientos disminuyentes, - que fué establecida por Mitscherlich y expresa que conforme se-

va aumentando la cantidad de un factor esencial para el desarrollo de la planta, el rendimiento va aumentando, pero la respuesta a cada incremento igual del factor va siendo progresivamente menor hasta llegar a cero. Si se piensa que un kg. de sorgo o maíz cuesta mucho menos que un kg. de cualquier fertilizante nitrogenado, se verá que mucho antes que la curva de rendimiento se sature ya se habrá llegado a un punto en el que el pobre incremento en rendimiento hará incosteable el aumento en fertilizante (15).

El suministro en exceso de cualquier substancia inorgánica puede causar una depresión del rendimiento, pudiendo tener en casos extremos, consecuencias tóxicas. Asociada con otras substancias inorgánicas puede resultar benéfica o indispensable si contribuye a obtener el efecto total balanceado de los restantes elementos y producir a la vez el equilibrio nutritivo necesario para el sano desarrollo de la planta (12).

La carencia o deficiencia severa de muchos elementos puede reconocerse por el aspecto de la planta. El uso de los síntomas visuales para reconocer las carencias nutricionales es muy útil, pero puede ser peligroso si se usa sin el debido conocimiento, pues puede inducir a hacer gastos innecesarios en fertilizantes y finalmente a que la planta muera por no poner remedio a su carencia (15).

La planta solo puede aprovechar el nitrógeno en forma combinada, ó sea en forma de ión nitrato o amoniaco, la enorme reser-

va que representa el nitrógeno elemental atmosférico (78 % del aire) permanece inaprovechable. Una excepción son las leguminosas y otras plantas que viven en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno o actinomicetáceas (12).

De los elementos fertilizantes es el nitrógeno el que en mayores cantidades es consumido por las plantas y por lo tanto el que constantemente debe ser restituido mediante la aplicación generalmente al suelo de productos fertilizantes ya sea químicos u orgánicos (6).

La importancia del nitrógeno en la planta queda suficientemente probada, puesto que sabemos participa en la composición de las más importantes substancias orgánicas, tales como clorofila, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, etc. Como estas substancias sirven de base para la mayoría de los procesos que rigen el desarrollo, crecimiento y multiplicación de la planta, resulta evidente la importancia del nitrógeno en las funciones más características de la vida del vegetal (7).

Es de importancia sobresaliente entre los elementos esenciales, el hecho de que el nitrógeno (compuestos nitrogenados) comprende del 40 al 50 porciento de la materia seca del protoplasma. Por esta razón el nitrógeno es requerido en cantidades relativamente grandes con respecto a todos los procesos de crecimiento de las plantas. De esto se sigue directamente que sin una adecuada provisión de nitrógeno no ocurre crecimiento apreciable, quedando las plantas desmedradas y relativamente subdesarrolladas (19).

El nitrógeno es absorbido por las plantas principalmente - en dos formas.

a).- Nítrica.- En esta forma las plantas absorben el ion nitrato ($NO_3^-$) que forma parte del ácido nítrico y de todas sus- sales: nitrato sódico, potásico, cálcico, etc.

b).- Amoniacal.- Las plantas absorben el ion amoniaco ($NH_4^+$) que forman parte de todas las sales amoniacales y del amoniaco, cuando éste se encuentra disuelto en agua.

Las plantas absorben en general, mayor cantidad de nitróge no en forma nítrica que en forma amoniacal (7).

En los últimos años se ha comprobado ciertamente que com-- puestos nitrogenados de elevado peso molecular, tales como los- aminoácidos, pueden ser asimilados tanto por vía radicular como foliar. Sin embargo dentro de la nutrición nitrogenada de los - vegetales poseen poca importancia. A este respecto sólo la urea presenta una mayor significación, ya que es rápidamente asimila da por las hojas y transformada a forma amoniacal por la urea-- sa. Esta enzima se encuentra tanto en el suelo como en los vege tales (12).

Un suministro adecuado de nitrógeno a la planta produce: - rápido crecimiento, color verde intenso de las hojas, mejora de la calidad de las hojas y aumento del contenido de proteínas, - aumento en la producción de hojas, frutos y semillas, etc.

También pueden considerarse otros efectos indirectos, como

por ejemplo, el estímulo de los microorganismos del suelo, -- tan benéficos para la planta (7).

Cuando las plantas soportan deficiencias de nitrógeno se vuelven raquíticas y amarillas. Este amarillamiento o cloro-- sis aparece primeramente en las hojas inferiores; las hojas - superiores permanecen verdes. En casos de grave deficiencia - de nitrógeno las hojas se vuelven marrones y mueren. En las - gramíneas las hojas inferiores se queman o vuelven marrones - comenzando por el ápice de la hoja y avanzando progresivamente por el limbo hasta que la hoja entera se muere (18).

En el caso de una aplicación excesiva de nitrógeno la - planta recibe un estímulo de su síntesis protéica y formación de nuevos tejidos, empleando la mayor parte de sus carbohidrá tos en la elaboración de proteínas y aminoácidos. Ello es la- causa por la que los carbohidrátos de peso molecular elevado, que la planta requiere para la formación de tejidos de consis tencia, no son sintetizados en cantidades suficientes. A consecuencia de ello, los tejidos presentan una coloración verde obscura y una consistencia esponjosa y blanda -resultado de - la riqueza de clorofila-. Ello eleva el peligro del encamado- y reduce la resistencia del vegetal a las inclemencias climáticas (calor, frío, sequía, viento y granizo) y enfermedades- foliares. Asimismo se retrasa la madurez y se disminuye, con- frecuencia la calidad del producto.

La fertilización nitrogenada, en la mayoría de los sue--

los, es una medida correcta y necesaria. Su dosificación será adecuada si satisface la demanda de la planta y armoniza simultáneamente con las exigencias de ácido fosfórico y potasa. En este caso se convierte en un medio eficaz para el incremento de los rendimientos, a la vez que en un mejorador de la calidad de los productos cosechados (12).

El fósforo es de importancia especial en los procesos relacionados con el desarrollo de las raíces y con la maduración de las semillas y frutos. Este elemento como el nitrógeno, está íntimamente relacionado con los procesos vitales del crecimiento en las plantas ya que es constituyente del ácido nucléico, y los núcleos en donde éste se encuentra son partes escenciales de todas las células vivas. Por lo tanto al haber deficiencia de fósforo, ocurre una apreciable limitación del crecimiento. Los compuestos de fósforo se relacionan asimismo con los procesos de la respiración y con el funcionamiento y utilización eficientes del nitrógeno. Esta correlación con el nitrógeno se manifiesta por el hecho de que varios de los síntomas de deficiencia del fósforo son idénticos o similares a los que resultan de la deficiencia de nitrógeno (19).

El ácido fosfórico participa íntimamente en la actualidad funcional de la planta. Sin el fósforo los azúcares necesarios para la síntesis de las proteínas no serían transportados y las transformaciones necesarias no se efectuarían por falta de energía. El fósforo por lo tanto, tiene un doble papel, como vehículo y como motor, fundamental para la fotosín-

tesis.

Como el nitógeno, el fósforo es un factor de crecimiento de los vegetales. Hay que subrayar la solidaridad existente entre la nutrición nitrogenada y fosfatada de la planta: existe una proporcionalidad entre el contenido en fósforo y en nitrógeno total de la planta, coincidiendo los contenidos máximos en los mismos períodos.

En la primera fase del crecimiento la planta tiene grandes necesidades de fósforo que se cubren con las reservas delas semillas. Cuando se agotan estas reservas la planta joven manifiesta rápidamente síntomas de carencia -lo mismo que en el caso del nitrógeno-, si no encuentra en el suelo el fósforo que necesita (10).

Dos son las formas de fósforo que se conocen como perfectamente asimilables por la planta, y son los dos primeros iones derivados del ácido fosfórico, es decir, el fosfato monobásico ($PO_4H_2^-$) y el bibásico ($PO_4^{=}$). De ambos es más fácilmente abosorbido el primero, por lo que se considera que la mayor parte del fósforo que consumen las plantas es absorbido en esta forma (7).

Por otra parte el fósforo se inmoviliza muy rápidamente en el suelo; reacciona con el hierro, aluminio y calcio y seforman combinaciones poco asimilables; además los microorganismos lo incorporan a la materia orgánica. Para evitar éstodebe usarse fertilizantes granulados, se reduce así la super-

ficie de contacto con el suelo y se retarda la inmovilización (13).

Un suministro adecuado de fósforo a la planta produce: - estímulo del desarrollo precoz de la raíz y del crecimiento - de la planta, desarrollo rápido y vigoroso de las plantas jóvenes, aceleración de la floración y la fructificación mayor- resistencia de la planta a condiciones adversas.

Teniendo en cuenta las naturales variaciones entre diferentes especies, los signos más característicos y generales - de la deficiencia de fósforo son los siguientes:

1.- Tamaño de la planta reducido. El desarrollo se hace lento y se retrasa la maduración.

2.- Las hojas adquieren un color verde muy fuerte y ocacionalmente aparecen tíntes purpúreos en diversas partes de las hojas, tallos y ramas.

3.- En todo caso, las cosechas se ven reducidas aún antes de- que aparezcan síntomas carenciales (7).

Un exceso de fosfato puede acelerar unilateralmente la - madurez a costo del crecimiento vegetativo. Además de ello, - las deficiencias de elementos menores (particularmente zinc y hierro) han sido atribuidos en ciertos casos, a un exceso de- fosfatos que origina depresiones en el rendimiento. Tales casos sin embargo, son excepcionales ya que un exceso de fósforo es en la mayoría de los suelos muy raro. En general la ma-

yor parte de él es transformado a estado inactivo. El elevado contenido fosfórico de los productos cosechados es deseable - no sólo por la mejora que produce en la calidad de las subs-- tancias orgánicas, sino también por la gran importancia que - tiene dentro de la nutrición humana y animal (12).

Investigadores del C.I.A.S.E. en el estado de Oaxaca recomiendan que la aplicación del fertilizante en el cultivo de sorgo grano, deberá hacerse en el momento de la siembra en -- suelos arcillosos y siempre colocando el fertilizante 5 a 6 - cm. abajo y a un lado de la profundidad de colocación de la - semilla (14).

La aplicación de cualquiera de las fuentes más comunes - de fertilizante nitrogenado, no ejerce diferencia significativa sobre el rendimiento en sorgo grano, según conclusión de - un experimento efectuado en Cd. Guzmán, Jal. En este trabajo- se probaron nitrato de amonio, sulfato de amonio, urea, con - dosis de 40, 80, 120 y 160 kg/ha. de nitrógeno (11).

Duch Garay (8) probó superfosfato de calcio simple, su-- perfosfato de calcio triple y magamp en el bellico (gramínea). Se usaron niveles de fósforo de 100 y 500 kg/ha. aplicados en macetas de barro. Los resultados obtenidos indicaron que el - magamp fue superior en comparación con superfosfato de calcio simple y triple; el triple resultó en algunos casos superior- al simple.

Con el fin de obtener los óptimos rendimientos en el cul

Depto. de Investigac



tivo de sorgo grano en el sur de Sonora, según investigadores del C.I.A.N.O. (Valle del Yaqui) recomiendan aplicar la dosis de 140-40-0 (5).

En la región de Cotaxtla, Ver. el C.I.A.S.E. sugiere la aplicación de 40 kilos de nitrógeno y 40 kilos de fósforo por hectárea. Recomienda también que los fertilizantes nitrogenados y fosfatados se mezclen y se apliquen a chorrillo al momento de sembrar, procurando que no queden en contacto con la semilla (3).

Por otra parte investigadores del C.I.A.M.E.C. en Zacatepec, Morelos recomiendan fertilizar el sorgo con el tratamiento 120-50-0 en suelos de textura arcillosa y 100-50-0 en suelos de textura ligera. Se indica a la vez que para suelos arenosos la aplicación del fertilizante debe fraccionarse, aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno en la siembra y la otra mitad del fertilizante nitrogenado antes de efectuar el primer cultivo (16).

En el Valle Guaymas, Costa de Hermosillo y Región de Caborca, en base a los resultados experimentales obtenidos en el C.I.A.N.O. se sugiere fertilizar el sorgo de riego con 120 kgs. de nitrógeno y 40 kgs. de fósforo por hectárea (4).

Camacho (2), fertilizando sorgo en el Municipio de Anáhuac, N. L. encontró que al aumentar la dosis de nitrógeno, se incrementó la altura de la planta con aplicaciones hasta -

150 kgs. por hectárea y el tamaño de la panoja con aplicaciones hasta 100 kgs. de nitrógeno por hectárea.

Con lo que respecta al fósforo, se incrementó la altura de la planta con aplicaciones hasta 46 kgs. de $P_2O_5$ por hectárea y el tamaño de la panoja con aplicaciones hasta 138 kgs. de $P_2O_5$ por hectárea.

Dadas las consultas anteriores sobre la cantidad de nutrientes que necesita el suelo para alcanzar los óptimos rendimientos, se ve que hay discrepancia entre los diversos autores lo cual es debido a que los suelos no son homogéneos ni estáticos, en cuanto a características físicas, químicas y biológicas. Lo anterior nos lleva a la conclusión de que la forma más confiable para darnos cuenta de la dosis de fertilizante a aplicar es mediante el desarrollo de una prueba directa de campo (1).

## MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se efectuó en el Campo Agrícola - Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizado sobre la carretera Monterrey-Colombia, en el municipio de General Escobedo, N. L.

Con una altitud de 427 metros sobre el nivel del mar y -- con coordenadas geográficas de 25°49' de latitud norte y 99°10' de latitud oeste. En la región predomina un clima semi-árido,- con una temporada de lluvias muy irregular. La precipitación - pluvial es de 390 a 750 mm. anuales y la temperatura media a-- nual de 21 a 24°C.

El terreno donde se realizó este experimento tiene las características siguientes: suelos de barreal, profundos, con -- textura arcillosa y una densidad aparente de 1.0 gr/cc. en los primeros 15 cm. y de 1.1 gr/cc. hasta los 75 cm. (9).

El agua para riego se tomó de un pozo profundo situado en el mismo campo.

La precipitación pluvial, así como las condiciones de temperatura que se presentaron durante el ciclo del cultivo, figuran en la Tabla 1.

Una vez seleccionado el terreno donde se estableció el experimento, se procedió a hacer un muestreo de suelo (0-30 cm.)

y subsuelo (30-60 cm.) con el fin de determinar sus características físico-químicas. Las muestras fueron secadas al aire libre, tamizadas y analizadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., en donde se determinó:

Textura.- Por medio del método del hidrómetro de Bouyoucos.

Contenido de materia orgánica.- Se determinó de acuerdo al procedimiento de Walkley y Black.

Nitrógeno total.- Se utilizó el método de Kjeldhal.

Fósforo aprovechable.- Por el método de Olsen.

Contenido de potasio asimilable.- Por el método de Peech y English.

Conductividad eléctrica.- Se determinó en extracto de suelo saturado y se midió utilizando el puente de Wheatstone.

Reacción del suelo.- Con un potenciómetro Photovolt con electrodos de vidrio, utilizando una relación suelo-agua de 1:2.

Color.- Por medio de la escala de Munsell.

Tabla 1 .- Temperatura y precipitación medias registradas en el Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L.

| Mes | Temperatura Media (°C) | Precipitación Media (mm.) |
|---|---|---|
| Marzo | 19.2 | 18.5 |
| Abril | 21.4 | 43.0 |
| Mayo | 22.9 | 51.0 |
| Junio | 27.5 | 65.4 |
| Julio | 26.0 | 70.1 |
| | TOTAL | 248.0 |

En la tabla 2 se muestran las características físico-químicas y su correspondiente clasificación agronómica.

En el experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones para 13 tratamientos. El diseño de los tratamientos está dado por la metodología del "cuadrado doble".

Los niveles de nitrógeno variaron de 0 a 160 kg/ha. y los de fósforo de 0 a 80 kg/ha.

En la tabla 3 se muestran los tratamientos utilizados en el experimento.

06681

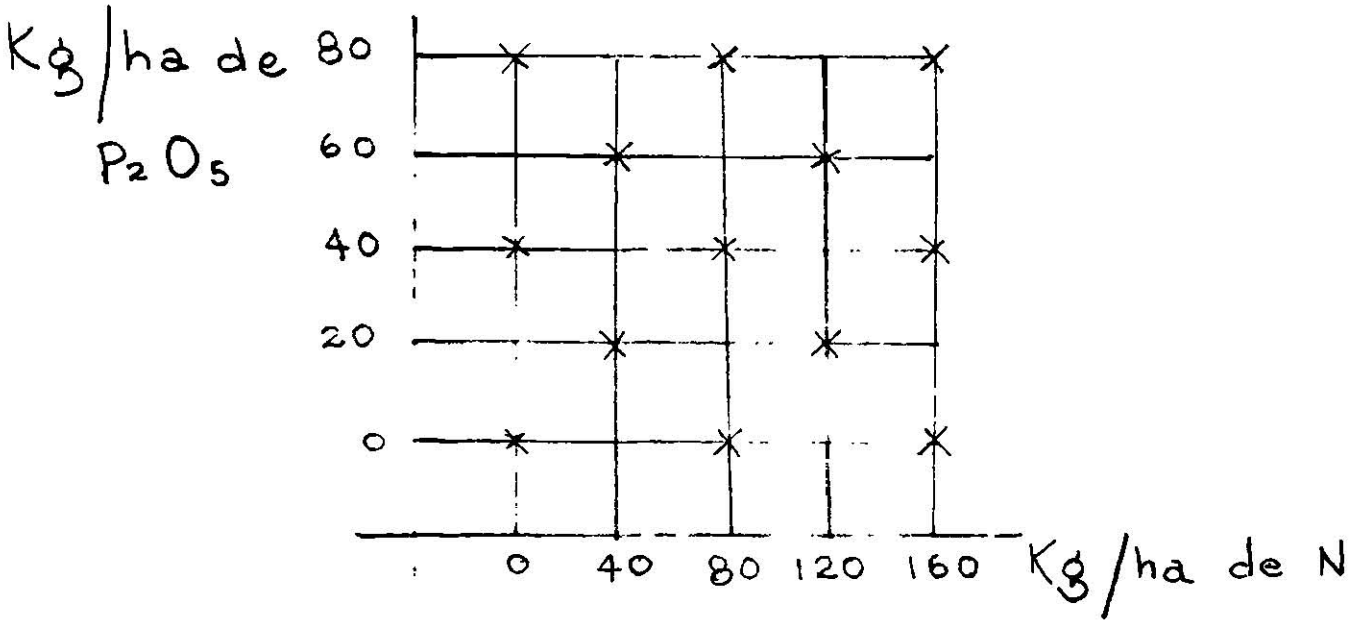
Tabla 2.- Propiedades físicas y químicas del suelo y subsuelo, del terreno donde se desarrolló el experimento. Campo Agrícola Experimental-F.A.U.A.N.L. ciclo Primavera-Verano 1976.

| Determinaciones | Suelo - Valores | (0-30 cm.) Clase Agron. | Subsuelo (30-60 cm.) Valores | Clase Agronómica |
|---|---|---|---|---|
| pH | 8.1 | Medianamente Alcalino | 8.0 | Med. Alcalino |
| Arena % | 20.18 | | 18.30 | |
| Textura Limo % | 29.70 | Arcilloso | 29.53 | Arcilloso |
| Arcilla % | 50.12 | | 52.17 | |
| Materia orgánica % | 1.75 | Mediano | 1.48 | Pobre |
| Nitrógeno total % | 0.08 | Pobre | 0.07 | Pobre |
| Fósforo aprov. (ppm.) | 4.2 | Pobre | 3.9 | Pobre |
| Potasio aprov. (kg./ha.) | 351 | Medianamente rico | 297 | Med.. rico |
| Color seco | 10 YR 4/2 | Café grisáceo obscuro | 10 YR 6/2 | Gris cafesáceo - claro. |
| Color húmedo | 10 YR 5/1 | Gris | 10 YR 5/2 | Café grisáceo |



Depto. de Investigación

Tabla 3.- Fórmulas de los tratamientos conforme el "Cuadrado doble". Campo Agrícola Exeri-- mental F.A.U.A.N.L. ciclo Primavera-Verano 1976.




Los tratamientos utilizados, en base a la metodología del "cuadrado doble" se enlistan en la tabla 4.

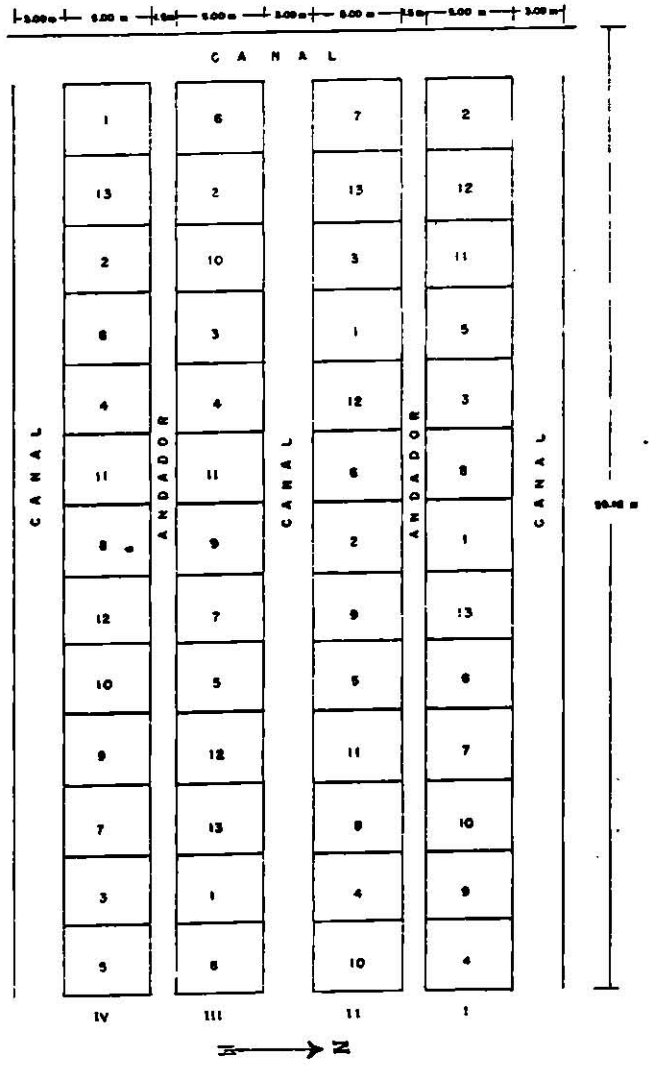
Tabla 4.- Lista de los tratamientos utilizados a - base de nitrógeno y fósforo en el experimento conforme al "cuadrado doble". Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. -- Ciclo Primavera-Verano 1976.

| Tratamientos | Kg/ha. de N | Kg/ha. de $P_2O_5$ | Kg/ha. de $K_2O$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 40 | 0 |
| 3 | 0 | 80 | 0 |
| 4 | 40 | 20 | 0 |
| 5 | 40 | 60 | 0 |
| 6 | 80 | 0 | 0 |
| 7 | 80 | 40 | 0 |
| 8 | 80 | 80 | 0 |
| 9 | 120 | 20 | 0 |
| 10 | 120 | 60 | 0 |
| 11 | 160 | 0 | 0 |
| 12 | 160 | 40 | 0 |
| 13 | 160 | 80 | 0 |

El tamaño de la parcela total para el experimento fue de 4.32 X 5.00 mts. de largo y constó de 6 surcos separados entre sí por 0.72 mts. Se cosecharon solamente 4 de los 6 surcos, los cuales fueron el área de la parcela útil. En la figura 1 aparece la distribución y magnitud de las parcelas en el terreno.

En la preparación del terreno se barbechó, rastreó, cruzó y se trazaron los surcos.

Figura 1.- Plano del diseño experimental usado, distribución al azar de los tratamientos y dimensiones de las parcelas en el terreno. Campo Agrícola Experimental F.A.-U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976.



Se sembró y fertilizó manualmente y en seco, la aplicación del fertilizante se hizo a un lado y abajo de la semilla.

Las fuentes de fertilizante utilizadas fueron: para el nitrógeno urea (46% de N), para el fósforo superfosfato de calcio triple (46% de $P_2O_5$).

La siembra se realizó el 20 de marzo de 1976, se hizo a chorrillo, se utilizó la variedad Master 911 con una densidad de siembra de 14 kg/ha.

La distribución de los riegos fué de la siguiente manera:

| | |
|---|---|
| Riego de siembra. | Marzo 20 de 1976 |
| Primer riego de auxilio. | Abril 24 de 1976 |
| Segundo riego de auxilio. | Mayo 14 de 1976 |
| Tercer riego de auxilio. | Junio 4 de 1976 |

En las inspecciones realizadas en el experimento, se presentó ataque de hormigas por lo cual se tuvo que aplicar clordano en polvo alrededor de los hormigueros, una vez aplicado el insecticida desapareció el problema.

Fue necesario hacer una aplicación de herbicida (2, 4 - D Amina), debido a las lluvias ocurridas durante los días 10, 11 y 12 de abril.

La práctica cultural que se efectuó durante el estudio fue la común en la región, tal como el paso de escarda para el control de malas hierbas efectuándose los días 6 y 7 de ma

yo.

En cuanto a plagas, se presentó ataque de pulgón en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, pero debido al bajo grado de infestación no se hizo necesario el uso de insecticida.

Cuando el cultivo tuvo un 60-70% de espigamiento, se procedió a inspeccionar la panoja, se observó que ésta comenzaba a ser atacada por la mosca midge. Fue necesario hacer una aplicación de Parathión etílico 720. De esta forma se controló la plaga.

Se presentó también un ataque de pájaros por lo que fue necesario contratar un pajarero 35 días antes de efectuarse la cosecha, evitando así ajustes posteriores de los rendimientos de grano.

La cosecha se efectuó a mano. Se tomó como parcela útil 4 surcos de 72 cm. cada uno por 5 m. de largo. Las plantas se cortaron en la base del tallo y se ataron en manojos para después ser pesadas. Posteriormente se trilló con máquina estacionaria obteniéndose el peso de grano y el de paja por diferencia de pesos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 5 se presenta el análisis de varianza para - el rendimiento de grano. En la tabla 7 del apéndice se presentan los rendimientos en grano para cada parcela.

Tabla 5.- Análisis de varianza para los rendimientos de sorgo grano. Campo Agrícola Experimental F.A. U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976.

| Fuentes de Variación. | G.L. | Suma de Cuadrados. | Cuadrado Medio. | F Cuadrada | F Tabulada 0.05 | 0.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Media | 1 | 1188.7287 | | | | |
| Repeticiones | 3 | 1.6443 | 0.5481 | | | |
| Tratamientos | 12 | 91.4018 | 7.6168 | 102.1018** | 2.03 | 2.72 |
| Error Exp. | 36 | 2.6888 | 0.0746 | | | |

** Altamente significativa C.V. 5.71 %

En el cuadrado de análisis de varianza se puede observar- que la diferencia entre tratamientos fue altamente significativa. Esto en base a que F calculada resultó mayor que F tabulada a ambos niveles de significancia (o.05 y 0.01).

En la tabla 6 se presenta la comparación de medias para - rendimiento de grano, la cual se efectuó por el método de Tu-- key. El tratamiento 9 fué el que presentó un mayor rendimiento con 5,000 kg/ha. y fue diferente a los demás tratamientos a am

bos niveles de significancia, los tratamientos que fueron estadisticamente iguales se presentan unidos por una línea.

Tabla 6.- Rendimiento de sorgo grano en K/ha. de las diferentes dosis de fertilizante probadas, colocadas de mayor a menor. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano --- 1976.

| Tratamiento | Rendimiento | Kg./ha. 0.05 | 0.01 |
|---|---|---|---|
| 120 - 20 - 0 | 5,000 | | |
| 80 - 40 - 0 | 4,393 | | |
| 160 - 0 - 0 | 4,276 | | |
| 160 - 40 - 0 | 4,141 | | |
| 160 - 80 - 0 | 3,991 | | |
| 80 - 80 - 0 | 3,480 | | |
| 120 - 60 - 0 | 3,394 | | |
| 80 - 0 - 0 | 2,519 | | |
| 40 - 60 - 0 | 2,470 | | |
| 40 - 20 - 0 | 2,459 | | |
| 0 - 80 - 0 | 2,445 | | |
| 0 - 40 - 0 | 2,361 | | |
| 0 - 0 - 0 | 2,231 | | |

Cuando se aplicó solamente nitrógeno (80-0-0) y (160-0-0) los rendimientos fueron 2,519 kg/ha. y 4,276 kg/ha. de grano,- los cuales al ser comparados con el testigo, presentaron un in

cremento de 288 y 2,045 Kg/ha. respectivamente.

Por otra parte cuando se aplicó fósforo sólo (0-40-0) y- (0-80-0) y se comparó con el testigo los incrementos fueron - de 130 kg/ha. y 214 kg/ha. de grano respectivamente.

Cuando se comparó el tratamiento con más rendimiento --- (120-20-0) con el testigo (0-0-0) se observó un incremento de 2,769 kg/ha. de grano.

Al comparar el tratamiento 80-40-0 con el 120-20-0 se obtuvo una diferencia de 607 kg/ha. de grano. Esta diferencia - es significativa según el análisis de varianza.

En el rendimiento de paja no se presentaron diferencias- tre los tratamientos. El rendimiento por parcela útil de pa y sus análisis de varianza se muestran en el ápendice en - s tablas 8 y 9.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en éste estudio se puede concluir lo siguiente:

1.- Los rendimientos de sorgo para grano mostraron una diferencia altamente significativa según resultados del análisis estadístico.

2.- Se observó que cuando se aplicaron 80 y 160 kg/ha. de nitrógeno solo (80-0-0) y (160-0-0), se obtuvieron 2,519 y 4,276 kg/ha. de grano más que el testigo (0-0-0), respectivamente.

3.- Cuando se aplicaron 40 y 120 kg/ha. de fósforo solo (0-40-0) y (0-80-0), se obtuvieron 130 y 214 kg/ha. de grano más que el testigo (0-0-0), respectivamente.

4.- Comparando el tratamiento con el que se obtuvo más rendimiento (120-20-0) con el testigo, se obtuvo un incremento de 2,769 kg/ha. de grano.

5.- En lo que respecta al rendimiento de paja se observó que no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

6.- Se recomienda continuar los trabajos de investigación para este cultivo, con el fin de afinar las recomendaciones enbase a la respuesta de la fertilización y observar los cam

bios que pudieran presentarse debido al efecto de diversos factores.

# R E S U M E N

Con el propósito de obtener información sobre la respuesta del cultivo del sorgo a las aplicaciones de fertilizantes-nitrogenados y fosfóricos, se llevó a cabo el presente estudio en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicado en la Ex-Hacienda "El Canadá" Municipio de Gral. Escobedo, N. L.

La variedad de semilla utilizada en el experimento fué - Master 911 y la siembra se efectuó el 20 de marzo de 1976, correspondiente al ciclo agrícola temprano.

El diseño que se utilizó fué el de bloques al azar, con-13 tratamientos y 4 repeticiones. Los niveles de nitrógeno -- fueron (0, 40, 80, 120 y 160 kg/ha.) y los niveles de fósforo (0, 20, 40, 60 y 80 kg/ha.) Los tratamientos se diseñaron conforme a un "cuadrado doble".

Los resultados de éste trabajo fueron:

Cuando se aplicaron 80 y 160 kg/ha. de nitrógeno sólo, se obtuvieron 2,519 y 4,276 kg/ha. de grano más que el testigo.

Cuando se aplicó fósforo sólo, 40 y 120 kg/ha. se obtu-- vieron 130 y 214 kg/ha. de grano de incremento sobre el testigo.

El tratamiento con el que se otuvo mayor rendimiento de -

grano fue el (120-20-0) y al compararlo con el testigo se obtuvo un incremento de 2,769 kg/ha. de grano.

En lo que respecta a paja no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

# B I B L I O G R A F I A


1.- AGUIRRE COSSIO J.E. 1974. Apuntes de clase del Curso de Edaflología. Facultad de Agronomía U.A.N.L.

2.- CAMACHO GALVAN J. 1974. Fertilización en el cultivo de sorgo para grano (Sorghum vulgare P.) en el Municipio de Cd. Anáhuac, N. L. Tesis sin publicar.- F.A.U.A.N.L. p. 29.

3.- CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL COTAXTLA. Principales cultivos en la región de Cotaxtla. Centro de Investigaciones Agrícolas del Sureste. I.N.I.A. Circular C.I.A.S.E. Nº 28. 1972. p. 28.

4.- CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DEL VALLE DEL YAQUE. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. I.N.I.A. Semana del Agricultor 1974. Circular C.I.A.N.O. - Nº 71. 1974. p. 73.

5.- CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DEL VALLE DEL YAQUI. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. I.N.I.A. Circular C.I.A.N.O. Nº 84. 1976. p.76.

6.- CHAVEZ S.A., VILLARREAL, E. Y ROJAS, R. J.J. 1972. Determinación de la eficiencia de fuentes de fertilizante nitrogenado en siembras en plano y corrugaciones en el cultivo de trigo en la Comarca Lagu-

ra. Informe Agrícola C.I.A.N.E., ciclo 1971-1972. I.N.I.A., S.A.G., México. p. 15

7.- DOMINGUEZ V.A. 1973. Abonos Minerales. Ministerio de Agricultura. 4a. Edición. Madrid. pp. 102, 103, 104, 131 y 132.

8.- DUCH GARAY J. 1972. Eficiencia de tres fuentes de fósforo en tres suelos de México. p. 6.

9.- GONZALEZ GONZALEZ J.F. 1976. Prueba comparativa de adaptación y rendimiento de seis variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) con nueve fechas diferentes de siembra en la región de Gral. Escobedo, N. L. Tesis sin publicar F.A.U.A.N.L. p. 21.

10.- GROS M. ANDRE. 1966. Abonos. Guía práctica de la Fertilización. 3a. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p. 142.

11.- GUANOS Y FERTILIZANTES DE MEXICO. Fuentes de nitrógeno en el cultivo del sorgo para grano en Cd. Guzmán, Jal. Boletín Técnico Nos. 67 y 68. 1974. p. 39.

12.- JACOB A. y H.V. VEXKULL. 1973. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales, 4a. Edición. Ediciones Euroamericanas. México. pp. 45-50.

13.- PAPADAKIS A. J. 1974. Los Fertilizantes. Editorial Albatros. Buenos Aires. p. 27.

14.- PEREZ J. G., GERON F. y MALDONADO, J. A. Sorgo su cultivo en los Valles Centrales de Oaxaca. Centro de Investigaciones Agrícolas del Sureste. I.N.I.A. Circular C.I.A.S.E. Nº 39. 1974. p. 8.

15.- ROJAS G. M. 1972. Fisiología Vegetal Aplicada. 1a. Edición. Libros Mc. Graw-Hill. México p. 126, 127 y 105.

16.- RON PARRA J. Maíz y Sorgo recomendaciones para su cultivo en el estado de Morelos. Campo Agrícola Experimental Zacatepec. Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. I.N.I.A. Circular C.I.A.M.E.C. Nº 66. 1976. p. 11.

17.- RUSSELL E. J. y E.W. RUASELL. 1959. Las Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Editorial Aguilar. Madrid. p. 540.

18.- TISDALE S.L. y W.L. NELSON. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 2a. Edición Montaner y Simón, S.A. Ediciones España. pp. 78 y 83.

19.- VELASCO MOLINA H.A. 1960. Elementos de Fertilidad del Suelo. Tomo 2. 1a. Edición. Ediciones Universidad de Coahuila. Buenavista, Coahuila. pp. 5 y 6.

# A P E N D I C E

Tabla 7.- Rendimientos de sorgo grano en kilogramos por parcela útil. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976.

| Tratamientos | REPETICIONES I | II | III | IV | Media |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 - 0 - 0 | 3.500 | 3.000 | 3.200 | 3.155 | 3.2137 |
| 0 - 40 - 0 | 3.3350 | 3.600 | 3.150 | 3.500 | 3.4000 |
| 0 - 80 - 0 | 3.240 | 3.590 | 3.700 | 3.555 | 3.5212 |
| 40 - 20 - 0 | 3.235 | 3.589 | 3.740 | 3.600 | 3.5410 |
| 40 - 60 - 0 | 3.260 | 3.585 | 3.600 | 3.785 | 3.5575 |
| 80 - 0 - 0 | 3.550 | 3.850 | 3.475 | 3.635 | 3.6275 |
| 80 - 40 - 0 | 5.850 | 6.225 | 6.690 | 6.540 | 6.3262 |
| 80 - 80 - 0 | 4.675 | 5.125 | 5.030 | 5.215 | 5.0112 |
| 120 - 20 - 0 | 7.100 | 7.000 | 7.400 | 7.300 | 7.2000 |
| 120 - 60 - 0 | 4.560 | 5.000 | 5.000 | 4.990 | 4.8875 |
| 160 - 0 - 0 | 5.720 | 6.000 | 6.500 | 6.415 | 6.1580 |
| 160 - 40 - 0 | 5.600 | 5.500 | 6.755 | 6.000 | 5.9637 |
| 160 - 80 - 0 | 5.125 | 5.410 | 6.700 | 5.755 | 5.7475 |

Tabla 8.- Rendimiento de paja en kilogramos por parcela útil. Campo Agrícola Experi-- mental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-- Verano 1976.

| Tratamientos | R E P E T I C I O N E S | | | | Media |
|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | |
| 0 - 0 - 0 | 18.275 | 23.549 | 25.200 | 23.750 | 22.6935 |
| 0 - 40 - 0 | 17.644 | 22.290 | 21.725 | 25.744 | 21.8507 |
| 0 - 80 - 0 | 21.547 | 21.543 | 24.695 | 19.890 | 21.9187 |
| 40 - 20 - 0 | 20.385 | 21.353 | 25.900 | 17.492 | 21.2825 |
| 40 - 60 - 0 | 15.278 | 14.980 | 21.711 | 19.849 | 17.9545 |
| 80 - 0 - 0 | 23.242 | 15.503 | 18.698 | 21.346 | 19.6972 |
| 80 - 40 - 0 | 20.651 | 13.547 | 19.149 | 21.545 | 18.7230 |
| 80 - 80 - 0 | 13.807 | 20.496 | 23.401 | 15.193 | 18.2242 |
| 120 - 20 - 0 | 12.944 | 14.460 | 20.649 | 21.945 | 17.4995 |
| 120 - 60 - 0 | 15.647 | 16.121 | 9.179 | 21.889 | 15.709 |
| 160 - 0 - 0 | 22.748 | 17.850 | 19.493 | 16.990 | 19.2702 |
| 160 - 40 - 0 | 7.252 | 17.979 | 15.249 | 20.197 | 15.1692 |
| 160 - 80 - 0 | 14.793 | 18.298 | 24.090 | 18.089 | 18.8175 |

Tabla 9.- Análisis de varianza para los rendimientos de paja en sorgo. Campo Agrícola Experimental F.A.U.A.N.L. Ciclo Primavera-Verano 1976.

| Fuentes de variación. | G.L. | Suma de cuadrados. | Cuadrado Medio. | F Calculada | F Tabulada 0.05 | F Tabulada 0.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Media | 1 | 19,048.1280 | | | | |
| Repeticiones | 3 | 104.9300 | 34.9766 | | | |
| Tratamientos | 12 | 261.4661 | 21.7888 | 1.6619 | 2.03 | 2.72 |
| Error Exp. | 36 | 471.9877 | 13.1107 | | | |

C.V. 18.91 %