

10  
2 ej



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores "CUAUTITLAN"

"EVALUACION DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL TRIGO  
(Triticum sp.) BAJO CUATRO FORMULAS DE FERTILIZACION,  
EN LA F.E.S. - C."

## T E S I S

Que para obtener el Titulo de  
**I N G E N I E R O A G R I C O L A**  
P r e s e n t a

**CARLOS GERARDO DEOLARTE MARTINEZ**  
Director de Tesis: Ing. JOSE LUIS SPOTA REBOLLO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

|   | pag. |
|---|------|
| INTRODUCCION .....  | 1    |
| Objetivos .....   | 4    |
| CAPITULO I  |      |
| REVISION DE LITERATURA .....  | 5    |
| 1.1. Antecedentes Historicos del Trigo...   | 5    |
| 1.1.1. Origen Geográfico .....  | 5    |
| 1.1.2. Origen Citogenético .....  | 7    |
| 1.1.3. Clasificación del género <u>Tri</u><br><u>ticum</u> .....                                    | 8    |
| 1.2. El cultivo del trigo en México ....  | 10   |
| 1.2.1. Principales zonas del cultivo<br>del trigo en México.....                                    | 10   |
| 1.3. Taxonomía .....  | 12   |
| 1.4. Características botánicas del trigo.   | 13   |
| 1.4.1. Ciclo vegetativo .....   | 13   |
| 1.4.2. Clasificación sexual .....   | 13   |
| 1.4.3. Sistema radicular .....  | 13   |
| 1.4.4. Tallo .....  | 14   |
| 1.4.5. Hoja .....   | 15   |
| 1.4.6. Flor .....   | 15   |
| 1.4.7. Grano .....  | 17   |
| 1.5. Influencia de los elementos N,P, K y<br>S. en el cultivo del trigo como nu -<br>trientes ..... | 21   |
| 1.5.1. El Nitrógeno .....   | 21   |
| 1.5.2. El Fósforo .....   | 23   |
| 1.5.3. El Potasio .....   | 25   |

|   |    |
|---|----|
| 1.5.4. El Azufre .....                                      | 27 |
| 1.6. Materia Orgánica y su importancia<br>básica .....      | 30 |
| 1.7. Organismos del suelo como transforma<br>dores.....     | 32 |
| CAPITULO II   |    |
| MATERIALES Y METODOS .....                                  | 36 |
| 2.1. Consideraciones generales .....                        | 36 |
| 2.1.1. Localización del experimento ....                    | 36 |
| 2.1.2. Climatología .....                                   | 36 |
| 2.1.2.1. Granizo .....                                      | 37 |
| 2.1.2.2. Vientos .....                                      | 37 |
| 2.1.2.3. Heladas .....                                      | 37 |
| 2.1.3. Suelo .....  | 38 |
| 2.1.3.1. Geología .....                                     | 38 |
| 2.1.3.2. Topografía .....                                   | 38 |
| 2.1.3.3. Uso del suelo .....                                | 38 |
| 2.1.3.4. Edafología .....                                   | 38 |
| 2.1.3.5. Uso Potencial .....                                | 39 |
| 2.1.4. Preparación del terreno .....                        | 42 |
| 2.1.5. Variedad utilizada .....                             | 43 |
| 2.1.6. Genealogía de la variedad .....                      | 44 |
| 2.1.7. Características de la variedad .                     | 45 |
| 2.1.7.1. Agronómicas .....                                  | 45 |
| 2.1.7.2. Taxonómicas .....                                  | 45 |
| 2.1.7.3. Industriales .....                                 | 46 |
| 2.1.8. Diseño experimental .....                            | 46 |
| 2.1.8.1. Cuadro de tratamientos.                            | 47 |
| 2.1.8.2. Aplicación de insectici<br>da y fertilizante ..... | 49 |
| 2.1.8.3. Siembra .....                                      | 50 |
| 2.1.8.4. Riego .....  | 50 |
| 2.1.8.5. Control de malezas .....                           | 51 |

|   |    |
|---|----|
| 2.1.8.6. Plagas que se pre-<br>sentaron .....   | 51 |
| 2.1.8.7. Cosecha .....                          | 52 |
| 2.1.9. Toma de la muestra del suelo .....       | 52 |
| CAPITULO III                                    |    |
| RESULTADOS .....                                | 55 |
| 3.1. Datos obtenidos .....                      | 55 |
| 3.1.1. Altura de planta .....                   | 55 |
| 3.1.2. Tamaño de espiga .....                   | 55 |
| 3.1.3. Producción de grano .....                | 55 |
| 3.2. Análisis de variación .....                | 58 |
| 3.3. Análisis Físico+Químico de las muestras .. | 59 |
| CONCLUSIONES .....                              | 61 |
| RECOMENDACIONES .....                           | 63 |
| RESUMEN .....                                   | 66 |
| BIBLIOGRAFIA .....                              | 69 |
| ANEXO .....                                     | 73 |

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

|  | pag. |
|--|------|
| CUADRO No. 1 Clasificación de la harina de Trigo para panificación y uso industrial.   | 20   |
| CUADRO No. 2 Representación esquemática del mecanismo de la formación del humus, en la descomposición de los residuos vegetales en el suelo. | 33   |
| CUADRO No. 3 Clasificación de la microflora más importante en el suelo.  | 35   |
| CUADRO No. 4 Datos obtenidos durante el desarrollo vegetativo del cultivo del trigo.   | 56   |
| CUADRO No. 5 Cuadro de producción de grano por repetición y tratamiento.   | 57   |
| FIGURA No. 1 Diagrama de la sección longitudinal de un grano de trigo.   | 19   |
| FIGURA No. 2 Distribución de parcelas empleando un diseño experimental de Bloques al Azar.   | 48   |

## INTRODUCCION

El trigo es el cereal más importante que se cultiva en el mundo (28), ocupando aproximadamente el 20% de la tierra cultivada a nivel mundial, con una superficie de 202'854 700 hectáreas y una producción de 275'000 000 de toneladas (29), de donde la mayor parte se siembra en el Hemisferio Norte con el 80% del área en Norte América, Europa, U.R.S.S y China (7,29). Se estima que en China y la U.R.S.S., producen una quinta parte de la producción mundial de trigo con 43' 875 000 toneladas anuales (29).

Por ser el trigo un cultivo tolerante a bajas temperaturas en sus primeras fases de desarrollo, su mayor producción mundial se encuentra, en aquellos países de clima templado y frío, pero a pesar de esto, se puede asegurar que en todos los meses del año en el mundo se produce trigo, ya que las condiciones climatológicas de las diversas regiones de los países productores, permiten a éste adaptarse muy bien, atribuyéndose esto principalmente a la variación de las estaciones que se presentan en las diferentes latitudes en que se encuentran localizadas (29).

En los últimos 5 años, el consumo mundial de granos ha aumentado en un 15% mientras que la producción sólo se ha desarrollado en un 12%, teniéndose en el tercer mundo un déficit cerealero superior a los 80 millones de toneladas anuales (30).

El trigo es la planta alimenticia de más extenso cultivo en el mundo entero. Más de 1,000 millones de seres humanos lo consumen en diversas formas y contribuyen en mayor proporción, que ningún otro alimento, asumiendo calorías y proteínas al hombre (ver anexo No. 1). Asimismo, es perfectamente comparable con otros cereales por su contenido de nutrientes, ya que posee un elevado contenido de Tiamina y Niacina, es pobre en Riboflavina y en Calcio, contiene poca grasa, toda ella en el embrión, el germen del trigo es rico en Vitamina E y carece de Vitamina A (1).

El reflejo de los problemas de alimentación en el mundo, aunados con el acelerado crecimiento de la población, ha creado la necesidad de mejorar los rendimientos de los cultivos en general y en particular la del trigo, ya sea mediante el uso de variedades de mayor rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades, adecuadas dosis de fertilización química, rotaciones de cultivo o abriendo nuevas tierras al cultivo con mejores sistemas de irrigación, etc., para elevar de esta forma la calidad de la producción de los alimentos.

En México el cultivo del trigo reviste gran importancia en la dieta alimenticia, siendo éste un alimento básico a tal grado que su consumo actual constituye casi una tercera parte comparado con la del maíz (30).

El consumo nacional de trigo ha crecido en un 3.7% anual, por lo que se hace necesario aumentar la superficie de siembra para obtener más producción, además de -

considerar los demás factores mencionados anteriormente (19).

Así, de 1,300 a 1,400 Kgs/ha que se obtenían en la década de los 50s; en 1976 se aumentó la producción a 3 758 Kgs/ha, sembrándose una superficie de 785,000 has, con una producción total de 2'950,000 toneladas (7).

En los Valles Altos Centrales, región que comprende los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y la parte cerealera de Veracruz, el cultivo del trigo ha experimentado una expansión significativa en los últimos años: durante la década de los 70s, la superficie cultivada creció desde aproximadamente 3,000 hasta 18,000 has, y la producción pasó de 5,000 a 40,000 toneladas. Durante el ciclo primavera-verano 1981-1982 la superficie con trigo superó las 3,000 hectáreas, una producción mayor a las 70,000 toneladas y un rendimiento de 2.3 ton/ha, asumiendo un valor de \$ 441'000.00 aproximadamente.

El trigo es un cereal que se adapta y produce muy bien en regiones frías y templadas que se localiza en los 15 a 60° de latitud norte y de 27 a 40° de latitud sur, pero esto no quiere decir que no se pueda adaptar a otras regiones (29), asimismo, comenta la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C., que se adapta mejor en zonas templadas con ambientes áridos y semiáridos, en donde se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3 000 msnm.

Casi todas las variedades de trigo que se cultivan en el mundo, se han derivado de una especie a ----- (Triticum aestivum), que es una de las 14 que se cultivan a nivel mundial, la cual pertenece taxonómicamente a la familia de las Gramíneas, que comprende unos 600 géneros y más de 6,000 especies.

### Objetivos

Los Objetivos que se persiguen en el presente trabajo son los siguientes:

- 1.- Determinar la respuesta en rendimiento del cultivo del trigo, a la aplicación de diferentes fórmulas de fertilización química.
- 2.- Estudiar las etapas fenológicas del cultivo del trigo, con el objeto de obtener información sistematizada de su crecimiento y desarrollo, al ser aplicadas diferentes fórmulas de fertilización química para obtener de esta forma la información que pueda ser utilizada en el cultivo del trigo en el área de influencia de la F.E.S-C.
- 3.- Verificar la utilización de fertilizantes azufrados en el comportamiento nutricional del cultivo en cuestión.
- 4.- Determinar la adaptabilidad de la variedad MEXICO M-82 en el área de influencia de la F.E.S- C.

## CAPITULO I

### REVISION DE LITERATURA

#### 1.1 Antecedentes históricos del trigo

##### 1.1.1 Origen geográfico

Percivae y colaboradores suponen que los trigos de panificación resultaron de la hibridación del trigo Emmer con una especie del género *Aegilops*, especie -- que se encuentra silvestre en el Oeste de Asia y Sureste de Europa. Estudios más recientes hechos por Mangelsdorf, sugieren que el trigo tuvo su origen en la región que -- abarca el Cáucaso-Turquía-Irak. Sears (1965) citado por Robles (29), indica que de acuerdo con los resultados de las excavaciones recientes realizadas en el Cercano --- Oriente, se deduce que aparentemente existieron dos clases de trigo silvestre en esa región, hace aproximadamente 10,000 años, las cuales fueron primero cosechadas de las formas silvestres y posteriormente cultivadas por -- las tribus nómadas de la región. Esto constituyó el inicio de la civilización Occidental y los trigos implicados fueron Einkorn y Emmer silvestres. En la actualidad - estos trigos se cultivan aún en el Cercano Oriente (29).

En el famoso emplazamiento Neolítico del Jarlo, sitio -- en Irak Septentrional, se han encontrado restos carbonizados de granos de trigo y huellas de granos en barro - cocidos, que según estimaciones basadas en el radio-carbono datan de 6,700 años A.C. Los granos carbonizados y las huellas, suelen identificarse como pertenecientes a las especies de Trigo Silvestre y Escaña Silvestre. Parece probable que el trigo se iniciara en aquella colonia y asimismo en otros lugares de Asia Occidental toda-

vía no explorados (1).

Por otra parte, existen indicios que sugieren la sospecha de que el círculo de Cultura Natufiana en Palestina, que probablemente tuvo su origen nada menos que en el primer milenio antes de J.C., recogía y comía los granos de las plantas silvestres y quizá empezó a cultivar las (1).

Pese a todas las incertidumbres, existen buenas razones para suponer que, en la llamada Media Luna Fértil del Asia Occidental (esta zona se extiende por el Este hasta los mares Zagres, por el Norte hasta los Montes Taurus y por el Oeste hasta el Mediterráneo), el trigo y otras plantas silvestres indígenas empezaron a ser cultivadas entre los años 8000 y 6000 antes de J.C., o quizás en tiempos aún más remotos (1).

Asimismo, podemos decir según SOMEFI, que uno de los factores más importantes que contribuyeron a la transición del hombre cazador y recolector a la etapa de productor de alimentos fue la domesticación del trigo en su centro de origen en el cercano Oriente.

Posteriormente a su domesticación, como muchas otras plantas cultivadas, el trigo fue desplazado a gran distancia de su centro de origen. En México, fue una introducción a través de los Españoles en la etapa de la Colonia a principios de la década de 1520 poco después de su llegada (29).

### 1.1.2 Orígen citogenético

De los trigos cultivados en la actualidad, el más común (Triticum aestivum) especie que representa los trigos panificables o blandos y el trigo de la especie (Triticum durum), que asimismo representa los trigos córneos o cristalinos, no son ninguno de los -- domesticables en un principio, hace aproximadamente -- 9,000 años A.C. (16).

Los progenitores de los trigos actuales, pertenecen a especies que han sido ordenadas en grupos naturales y definidos. El trigo del grupo llamado Einkon se originó de un cereal silvestre, de grano muy pequeño, de raíz quizá quebradizo en la madurez, nativo de Asia Menor, - Siria y Palestina, que producía un grano por espiguilla.

El trigo perteneciente al grupo Emmer. produce 2 granos por espiguilla y también de gluma dura, fué el que alcanzó mayor difusión alrededor del año 7 000 A.C.

Después de un tiempo de domesticarse el trigo Emmer, - se produjo en él un cambio natural, una mutación que - condujo a que la base de la gluma pudiera desintegrarse al llegar a la madurez, liberando así el grano. Este trigo es el antecesor del trigo duro. De esta manera los cruzamientos espontáneos entre Einkon y Emmer, - dieron origen al ( Triticum durum )(16).

Otro trigo domesticado, de gluma dura que tuvo escasa relevancia fue (Triticum timophevii)

### 1.1.3 Clasificación del género *Triticum*

El trigo pertenece al género *Triticum*, de la familia de las gramíneas, el cual está constituido por varias especies clasificadas de acuerdo con su morfología y número cromosómico.

Según la clasificación de Flaksberger (1939) (16), expone que son 15 especies, Vavilov tomado de (Robles 1973)(29), comenta que son 14 especies de trigo, pero (SOMEFI 1978)-(7), expone que son 24.

Estas especies de acuerdo con su arreglo cromosómico se puede agrupar en general en 3 congregaciones o series denominadas: Diploide, Tetraploide y Hexaploide o sea que poseen 7, 14 y 21 pares de cromosomas respectivamente (7, 29, 16).

Los trigos de la serie diploide tienen un genomio denominado A, la serie tetraploide tiene 2 genomios denominados A y B y el hexaploide, además del A y B tiene otro genomio C, distinto, pero con el mismo número de pares cromosómicos de los anteriores, entendiéndose por genomio el arreglo integrado por 7 pares de cromosomas (7, 29, 16).

De las 15 especies que incluye Flaksberger (16), Vavilov (29) no incluye la especie (*Triticum Abyssinicum*), que posee 14 pares de cromosomas, mientras que (SOMEFI) (7), expone otras 9 especies sumando un total de 24, donde 10 son diploides, 3 tetraploides y 11 hexaploides.

La clasificación según Flaksberger 1939 (16), es la siguiente:

Serie Diploide  
(7 pares de cromosomas)

( Triticum spontaneum )  
( Triticum monococum )

Serie Tetraploide  
(14 pares de cromosomas)

( Triticum dicocoides )  
( Triticum timopheevi )  
( Triticum diccocum )  
( Triticum durum )  
( Triticum abyssinicum )  
( Triticum turgidum )  
( Triticum polonicum )  
( Triticum persicum )

Serie hexaploide  
(21 pares de cromosomas)

( Triticum spelta )  
( Triticum aestivum )  
( Triticum compactum )  
( Triticum sphaerococcum )  
( Triticum mancha )

## 1.2 El cultivo del trigo en México

### 1.1.2 Principales zonas de cultivo en México

En México el cultivo del trigo se lleva a cabo en casi todos los estados de la República Mexicana, ya -- que se adapta tanto a suelos pobres en nutrientes como en suelos ricos, en zonas húmedas, semihúmedas y secas., bajo estas condiciones en el país se pueden describir las - zonas de gran importancia en el cultivo y producción de - esta gramínea (29) :

| <u>ZONA</u> | <u>ESTADOS</u>   | <u>MSNM</u> |
|-------------|--|-------------|
| NOROESTE    | SONORA<br>SINALOA<br>BAJA CALIFORNIA                         | 0 a 150     |
| NORTE       | CHIHUAHUA<br>COAHUILA<br>NUEVO LEON<br>TAMAULIPAS            | 300 a 1100  |
| BAJIO       | QUERETQRO<br>GUANAJUATO<br>JALISCO<br>MICHOACAN<br>S. L. P . | 1200 a 1700 |
| CENTRO      | AGUASCALIENTES<br>ZACATECAS<br>DURANGO                       | 1900 a 2500 |

VALLES ALTOS

ESTADO DE MEXICO

PUEBLA

HIDALGO

TLAXCALA

OAXACA

1900 a 2400

El trigo hasta hace algunos años en México no había recibido un impulso conveniente y se restringía a comarcas -- muy aisladas, pero actualmente su cultivo se ha superado notablemente, aunque las regiones en que se cultiva están localizadas en climas secos (Centro del País) o de carácter notablemente desértico, donde las obras de infraestructura hidráulica suplen las deficiencias de precipitación pluvial.

Sin embargo, los mayores rendimientos y el volumen más alto de producción en cifras absolutas se obtienen bajo riego en el Valle del Yaqui en el estado de Sonora y en menor proporción, en el Valle del Fuerte y del Mayo en el estado de Sinaloa.

En la región de La Laguna, ha sido el cultivo tradicional, aunque en los últimos años ha compartido su importancia con el cultivo del algodón.

La introducción de variedades mejoradas de trigo, que se adaptan a las condiciones locales, al igual que la aplicación de fórmulas óptimas de fertilizantes químicos, han hecho que este cereal se obtenga hoy en cantidades mucho mayores por hectárea que hace 40 años (4).

Por otra parte, el cultivo del trigo se adapta también en tierras de temporal, al tipo de suelos y al carácter del clima, por ejemplo, en los Valles Altos de Puebla y Estado de México, y en los terrenos de menor altura como son el Bajío y zonas orientales de Coahuila y centro de Nuevo León, preferentemente (4).

Grandes empresas industriales que transforman el trigo se encuentran situadas cerca de la regiones de producción y de consumo, y envían el grano a distancias considerables como son en la zona del Yaqui, el Bajío, - Puebla y el Estado de México, donde existen importantes molinos y almacenes (4).

### 1.3. TAXONOMIA (16).

|             |                    |
|-------------|--------------------|
| REINO       | VEGETAL            |
| DIVISION    | TRACHEOPHYTA       |
| SUBDIVISION | PTEROPSIDAE        |
| CLASE       | ANGIOSPERMAE       |
| SUBCLASE    | MONOCOTILEDONEAE   |
| ORDEN       | GLUMIFLOREAE       |
| FAMILIA     | GRAMINEAE          |
| SUBFAMILIA  | FESTUCOIDEAE       |
| TRIBU       | HORDEAE            |
| GENERO      | TRITICUM           |
| ESPECIE     | AESTIVIM (VULGARE) |

## 1.4 Características botánicas del trigo

### 1.4.1 Ciclo vegetativo

El ciclo normal del cultivo del trigo, varia entre el rango de 120 a 140 días a la cosecha. En el caso de la variedad utilizada en este trabajo, en donde ésta es una variedad precoz, inicia su espigamiento de los 60 a los 70 días y alcanza su madurez fisiológica entre 120 y 125 días, claro, dependiendo de las condiciones ambientales predominantes en la localidad y el año (3).

### 1.4.2 Clasificación sexual

Cada flor está formada por dos escamas secundarias o glumillas, que encierran los órganos sexuales - compuestos por un ovario unilocular de pistilo plumoso y tres estambres. Es decir, son flores hermafroditas y por el hecho de encontrarse los dos tipos de órganos sexuales de la reproducción se considera como una planta autógama, es decir, que se autofecunda. Asimismo, la fecundación según (D.P.Alfonso,1953)(2), sólo se presenta en un 4% máximo, mientras que (SOMEFI), indica que éste tipo de fecundación es menor del 2%.

### 1.4.3 Sistema radicular

Como todas las monocotiledóneas, las primeras raíces del trigo que se desarrollan durante la nacen-  
cia (8 raicillas) (31), son denominadas raíces seminales que al poco tiempo de la germinación se atrofian y mue-

ren. Las raíces que sirven a la planta durante el desarrollo hasta la maduración, se les denomina raíces coronarias, que se desarrollan en el nudo vital y en todos los nudos que se encuentran en contacto con el suelo. - Estas raíces forman una cabellera (raíz fibrosa), las cuales penetran en el suelo unos 20 a 30 cms., pero en condiciones muy favorables pueden penetrar hasta más de un metro (2).

#### 1.4.4 Tallo

El tallo del trigo alcanza una altura variable que generalmente va de 50 a 200 cms (2), la cual depende básicamente de la variedad, fertilidad, suelo, -- clima, etc. Dentro de este rango de altura del tallo -- existen trigos enanos que miden de 25 a 30 cms., y trigos altos que van de 120 a 180 cms (29), aunque desde el punto de vista comercial los trigos semienanos, de 50 a 70 cms., son los más convenientes para la cosecha mecanizada.

El tallo es hueco en la mayor parte de las especies y solo lleno en los nudos, tiene forma cilíndrica y termina en una inflorescencia o espiga. El número de entrenudos que presenta el tallo varía de 3 a 6 y en el último nace la espiga., de cada uno de los nudos brota una hoja. El tallo emite brotes secundarios en su parte inferior (a flor de tierra), que echan raíces adventicias y proliferan de tal manera que de un solo grano se pueden obtener varias plantas aunque el número va a depender de la variedad, fertilización, clima, etc., en donde se

ha observado que en los trigos de invierno ahñjan más - que los de verano, aun tratándose de la misma variedad. Los hijos generalmente se desarrollan casi igual al eje principal y maduran al mismo tiempo, contribuyendo - así en gran parte a aumentar el rendimiento de la cosecha, lo que da importancia a las variedades utilizadas que presentan estas características (2).

#### 1.4.5 Hoja

Las hojas del trigo nacen en cada nudo del tallo; ésta se compone de una vaina hendida longitudinalmente que abraza el tallo en cierto trecho y un limbo o lámina acintada, cuya dirección sigue más o menos horizontal. Entre estas dos partes existe una que recibe en nombre de cuello, de cuyas porciones laterales - salen unas prolongaciones que reciben el nombre de aurículas, parte donde el trigo se diferencia de otros - cereales, cuando aún son muy pequeñas las plantas. Entre el limbo y el tallo existe una lengüeta blanca, sustil y membranosa que recibe el nombre de lígula. La hoja generalmente tiene una longitud que varía de 15 a - 25 cms., y de 0.5 a 1.0 cms., de ancho y el número varía de 4 a 6 hojas por planta.

#### 1.4.6 Flor

La del trigo es una inflorescencia terminal y única para cada tallo y forma una espiga compuesta. La espiga está formada por espiguillas dispuestas alternadamente sobre un eje sinuoso con nudos muy cortos

denominados raquis. Cada espiguilla posee de 2 a 5 flores (29), y a veces hasta 7 (2), que están incertadas en un eje muy corto llamado raquilla y cubierto por 2 grandes glumas o escamas de 3 o más nervaduras rígidas, de dorso anguloso (en forma de quilla) y arista superior que posteriormente formarán el grano que queda incerto entre la lemma (envoltura exterior del grano que en algunas variedades tienen una punta alargada que constituyen la barba o arista) y la pálea (envoltura interior del grano). La primera y segunda flor esta cubierta exteriormente por las glumas. En ciertas variedades de trigo la lemma queda casi totalmente cubierta por la gluma, mientras que en otras, la gluma sobre cubre 2 terceras partes de la lemma. No todas las flores son fértiles, ya que algunas carecen de estambres, pistilos y por lo consiguiente son estériles, de aquí que el número de granos por espiguilla varíe desde 2 hasta 4. El número de espiguillas varia de 8 a 12, según la variedad que se trate y la separación entre ellas es variable también, lo que da una mayor o menor longitud de la espiga. La flor del trigo se compone de un estigma y alrededor nacen las anteras, que posee un filamento que se alarga conforme va a desarrollarse el estigma hasta que adquiere un aspecto plumoso, que es la etapa cuando se encuentra receptivo. La polinización se efectua en su mayoría cuando las anteras están dentro de la pálea y lemma (7,29,2).

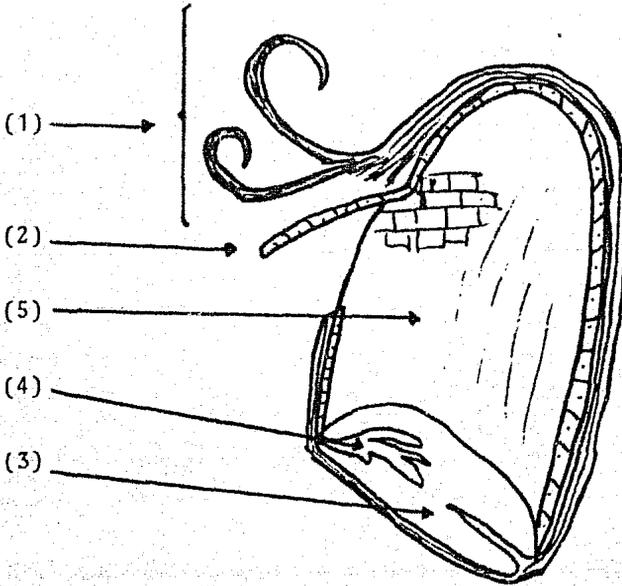
### 1.4.7 Grano

El grano o fruto se desarrolla después de la fecundación, generalmente de 30 a 45 días, que es el tiempo normal donde alcanza el grano su tamaño de madurez. El fruto es un grano o cariósipide de forma ovoide, presenta una ranura o pliegue en la parte ventral; en un extremo lleva el gérmen y en el otro presenta una pubescencia que se denomina brocha. El grano está protegido por el pericarpio y la testa que varia de color, según la variedad que va del rojo al blanco y se compone en gran parte de celulosa y hemicelulosa, así como de una substancia que no es carbohidrato, llamada lignina (1). El embrión contiene más o menos un 30% de proteínas solubles, pero no almidón, lleva incorporados carbohidratos hidrosolubles, principalmente sucrosa y rafinoso, los cuales representan un 20% del embrión y le dan un sabor dulce. El aceite del gérmen del trigo tiene una gran protección de ácidos grasos no saturados y es una de las fuentes más ricas en Vitamina E (260 mgrs en cada 100 grs de grano) (1). El escutelo, se asemeja a la del embrión, salvo que aquel es riquísimo en Tiamina. Aunque representa menos del 2% del peso del grano, contiene alrededor de un 60% de este aminoácido. EL resto lo forma el endospermo (ver figura No. 1), en donde la capa aleurona contiene nada menos que un 80% de toda la Niacina del grano y grandes cantidades de otras vitaminas del grupo B. Su contenido protéico es elevado (18 a 24 %), tratándose de proteínas de un gran valor biológico y el resto del endospermo está constituido principalmente de almidón, que según la especie de trigo, puede ser de textura blanda o almidonoso y --

córnea o cristalino, aunque (D.P.Alfonso, 1953), clasifica a este tipo de granos en tres texturas que van de: 1.- Textura blanda, con endospermo enteramente suave, - de apariencia harinosa o almidonosa. 2.- Textura semidura, con endospermo entre harinoso y córneo para la elaboración de galletas. 3.- Textura cristalina o dura, - para ser macarrones o pastas, (ver cuadro No. 1) (2).

FIGURA No. 1

DIAGRAMA DE LA SECCION LONGITUDINAL DE UN GRANO DE TRIGO (1).



(1) PERICARPIO Y TESTA (2) CAPA ALEURONA (3) EMBRION

(4) ESCUTELO (5) ENDOSPERMO

CUADRO No 1

CLASIFICACION DE LA HARINA DE TRIGO PARA PANIFICACION Y USO INDUSTRIAL

(26,20).

|   |   |
|---|---|
| I.- HARINAS PLANIFICABLES. Se usan trigos de textura -- blanda de la especie <u>T. aestivum</u> . | 80% de extracción de harina con 14.5% de humedad máxima.<br>20% (gérmenes, salvados etc).   |
| II.- HARINAS PARA- USO INDUS TRIAL. Se usa la especie -- <u>Triticum durum</u>                    | H <sub>1</sub> .- HARINAS ESPECIAL PARA PASTAS (Textura cristalina o dura).<br>70% DE EXTRACION TOTAL.<br>30% (gérmenes, salvados etc).<br>H <sub>2</sub> .- HARINA ESPECIAL PARA GALLETAS - (Textura Harinosa y córnea).<br>75% de extracción TOTAL<br>25% (gérmenes, salvados etc). |

## 1.5 Influencia de los elementos N, P, K y S en el cultivo del trigo como nutrientes

### 1.5.1 Nitrógeno

El contenido de nitrógeno en los suelos está íntimamente relacionado con su fertilidad; los cultivos son muy sensibles a las variaciones de la concentración del nitrógeno disponible, por eso su determinación tiene un gran interés agrícola en los cultivos. También es un constituyente de la materia viva, comprendiendo del 16 al 18 % de las proteínas de las plantas y otros compuestos afines y por consiguiente del protoplasma. Este elemento desempeña también un papel importante en la estructura de la clorofila. De las formas en que se encuentra el nitrógeno en el suelo, las aprovechadas por las plantas son en la forma de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y en forma de iones amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Es importante hacer notar que todo el nitrógeno inorgánico debe encontrarse en forma amoniacal dentro de las plantas antes de que ésta pueda utilizarlo para efectuar la síntesis de proteínas, que es el fin primordial que tiene el nitrógeno en la nutrición vegetal; de este modo, cualquier nitrato que sea absorbido por las raíces de la planta tiene que ser reducido a la forma amoniacal, a través de un proceso biológico en el que están involucrados muchas especies de microorganismos (37,9).

Estudiando en este caso el trigo como una gramínea es sabido que el ahijado o amacollamiento tiene una importancia fundamental, pues de él depende la densidad de espigas y por lo tanto el rendimiento (7). Ahora bien, en la etapa de ahijamiento o amacollamiento, es cuando la planta requiere más de la fertilización nitrogenada, por otra parte la densidad de espigas es función del Nitrógeno que tenga a su disposición en esta fase crítica e importante, ya sea que lo tome de las reservas del suelo o con la fertilización nitrogenada aplicada en sus diversas formas (17).

El estiércol presenta numerosos inconvenientes para el trigo, ya que muelle la tierra, se mineraliza excesivamente tarde retrasando la maduración, ensucia las tierras de malas hierbas y acentúa la presentación de enfermedades, recomendándose por lo tanto, que el abonado del trigo debe ser en forma mineral (17).

También se debe de tener mucho cuidado de no excederse de este elemento en su aplicación, ya que puede provocar el acame (24).

Toda deficiencia de nutrición nitrogenada al trigo durante su desarrollo, se traduce en la reducción de varios factores ; primero disminuye el número de espigas, segundo reduce el número de granos por espiga y tercero disminuye el tamaño del grano (17).

Por otro lado, el Nitrógeno influye sobre el número de tallos formados, altura de la paja, favorece el alarga

miento de los entrenudos, siendo este efecto más notable cuando más precoz es la aplicación de este elemento (17).

En experimentos realizados con nitrógeno en el cultivo del trigo, para observar la respuesta en la producción del grano, los resultados obtenidos indican que la fertilización con éste elemento es de importancia primordial, para el desarrollo y fructificación del mismo -- (39).

Así también en diversos ensayos realizados con trigo --- (13), se ha concluido que este responde positivamente a la fertilización adecuada con este elemento, aunque cuando ésta es excesiva generalmente ocasiona el acame de la planta y una consiguiente baja en la producción. Por otra parte el contenido de proteína del trigo puede ser influida por los niveles de nitrógeno administrados durante su etapa vegetativa, reflejándose en la calidad del grano cosechado.

### 1.5.2 Fósforo

El fósforo es otro elemento indispensable para obtener buenos rendimientos, en donde su aplicación influye en la pronta maduración de los cereales particularmente (37).

El fósforo en el cultivo del trigo, es factor de precocidad, calidad y de salud del cultivo. Este elemen-

to se debe suministrar en función del nivel de fertilidad suelo, además si no se encuentra disponible en éste puede limitar la eficiencia y aprovechamiento de nitrógeno en el cultivo. Se recomienda aplicar este nutriente al mismo tiempo que el nitrógeno, en el amacollamiento y en el ancañado (17).

Se recomienda que el grano de trigo sea tratado previamente a la siembra con fosfato de amonio, que se usa como retardador de crecimiento, favorece el aumento en el rendimiento, se evita el acame y un mejor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados durante el desarrollo del cultivo (25).

El fósforo es absorbido por la planta preferentemente en forma de ión monovalente fosfato diácido ( $H_2PO_4^-$ ) y en pequeñas cantidades como Fosfato monoácido ( $HPO_4^{2-}$ ).

Estos iones se encuentran más o menos firmemente unidos al complejo suelo-arcilla y son puestos en libertad por desplazamiento con otros iones como son los nitratos y sulfatos, existiendo entonces, una dependencia íntima entre tales iones para presentarse en forma disponible para el vegetal. Por otra parte los fosfolípidos, nucleoproteínas y de la fitina, siendo esta última una forma de reserva en el grano., es también necesario para la transformación a formas más simples, así como la asimilación de las grasas y aparentemente incrementa la eficiencia de los mecanismos cloroplásticos (24).

Las investigaciones realizadas en trigo, demuestran que el fósforo conjuntamente con el nitrógeno, proporcionan al cultivo un efecto significativo, prolongando el período de madurez y el crecimiento vertical (39).

Asimismo en otras investigaciones, la aplicación de fósforo, contribuye significativamente a aumentar los rendimientos en grano, además de ser apoyados por buenos controles de maleza, plagas, enfermedades, rotación de cultivos, así como una buena preparación de la cama de siembra (39).

### 1.5.3 Potasio

El potasio es uno de los elementos de los más abundantes en el suelo, siendo absorbido por la planta en forma de ión potasio ( $K^+$ ); a excepción del nitrógeno y tal vez del calcio. El potasio a diferencia del nitrógeno, fósforo y azufre, no forman parte de la materia orgánica. Este elemento permanece activo en la planta, quedando muy fácilmente en libertad cuando los restos vegetales regresen al suelo (37).

En la Unión Americana, a diferencia de México, la dosis de potasio en trigo, en pradera se aplica de 0 a 40 unidades, para suelos chernosems de 0 a 10 unidades y cero para suelos castaños, pardos, castaños rojisos y pardos rojisos (38).

Este elemento desempeña un papel importante en muchos de los procesos fisiológicos vitales en la planta, sin embargo, la naturaleza exacta del mecanismo por medio del cual funciona el Potasio no es conocida definitivamente (24).

El Potasio, a diferencia de Nitrógeno y Fósforo, no es componente de los compuestos orgánicos del protoplasma vegetal, no participa en la construcción de los componentes celulares, pero es probable que desempeñe un papel de regulador catalítico en el transporte y síntesis de los carbohidratos y almidones, en la síntesis de proteínas y en la división celular de tejidos en crecimiento; también interviene en el equilibrio osmótico celular, asimismo aumenta la resistencia a las enfermedades y es importante para las plantas productoras de almidón (37).

Por otra parte, el Potasio es también un factor de precocidad, calidad y de salud del cultivo (38). Además de que hace disminuir la transpiración de la planta, con la cual permite una economía de agua en los tejidos y asegura una mayor resistencia de la planta a la sequía revalorizando al máximo el agua de riego. Al elevar el contenido de sabia en elementos minerales aumenta también la resistencia de la planta a las heladas. En combinación con el ácido fosfórico el Potasio favorece al desarrollo de las raíces y da más regidez a los tejidos, asegurando así una mayor resistencia de los cereales al acame. Así también la potasa aumenta la resistencia de los vegetales a las enfermedades cripto

gámicas; independientemente de su acción sobre los ren dimientos, el Potasio constituye para la planta un -- elemento de equilibrio y de sanidad (17).

En México, en las principales regiones trigueras del - país, no utilizan Potasio en las formulaciones quími-- cas, debido principalmente en que los suelos lo poseen en cantidades suficientes (29, 32 y 33).

Investigaciones realizadas con fórmulas que contienen N- P- K, indican que el Nitrógeno y el Fósforo, coad-- yudados por el Potasio, influyen en la madurez del gra no y aumentan el crecimiento del cultivo. Esto es que por si mismo el Potasio no proporcionaría un máximo de rendimiento, sino que auxiliado o auxiliando a los -- otros elementos principales, elevan en conjunto la pro ducción de grano por unidad de superficie (26).

#### 1.5.4.- Azufre.

Aunque la agricultura tradicional no con sidera al Azufre como un elemento fertilizante, con la misma categoría que N-P-K, no debemos menospreciar su papel en la alimentación de la planta (17).

Este elemento forma parte de muchas proteínas vegeta-- les. Los aminoácidos Cistina, Cisteina y Metionina -- constituyen más del 90 % del contenido total de Azufre en la planta. Las deficiencias de Metionina por falta de Azufre en las proteínas de los cereales pueden lle-

gar a tener serias implicaciones en la salud y nutrición humana (37).

También es un componente de glutatión, un tripéptido que según investigadores desempeña un papel importante en el proceso de la respiración. Aunque no resulta claro la participación de este elemento en la síntesis de clorofila y de vitamina A, sí resulta evidente el efecto positivo que éste tiene en la mayor disponibilidad de nutrientes esenciales, observándose por lo general incrementos en la concentración de clorofila y vitamina A, al suplementar los suelos con -- Azufre (37, 6). Cabe señalar que también este elemento es requerido para la síntesis de ferridoxina, que funciona como transportadora de electrones en el proceso fotosintético (6). La mayor parte del Azufre -- se encuentra contenido en los restos orgánicos del -- suelo y la descomposición del mismo es realizada por los microorganismos que habitan en éste. Se cree que en primer lugar se forma ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), el cual se oxida fácilmente pasando a la forma de Sulfatos ( $SO_4$ ). La pérdida de Azufre por lavados o lixiviación es muy grande, principalmente porque éstos -- son muy móviles en el suelo, al igual que los nitratos, se ha citado que las aguas de drenaje arrastran de 30 a 50 Kilogramos/ha, al año de Azufre sobre todo en invierno. Esta pérdida se recuperaría según investigaciones de E. Radet, dando de 25 a 30 Kilogramos -- de Azufre si los residuos orgánicos se incorporan al suelo y si se retiran se pierden de 40 a 45 Kilogramos por hectárea al año, así llegamos por tanto, a un

total de 60 a 100 Kilogramos de Azufre como pérdida anual en el suelo, esto según los rendimientos, el cultivo y la intensidad de riego (17).

El Azufre también tienen un papel importante como regulador de suelos alcalinos (5). En forma general, a falta de este elemento, hay consecuencias de retardo de crecimiento en la planta, esta carencia se caracteriza por mostrar plantas cloróticas y poco robustas y por el contrario si se incluye en la fertilización en cantidades adecuadas se verán favorecidos los rendimientos (37, 5).

En cuanto al Azufre los antecedentes demuestran que este elemento, cuando se aplica en forma de Sulfato de Amonio, del cual posee un 24 %, se observa su influencia en la maduración del grano (26).

Así también los ensayos experimentales que se realizaron en la Escuela Superior de Agricultura "ANTONIO NARRRO" de Saltillo, Coah., con las variedades "LERMA ROJA Y CHAPINGO 53", revelan que la aplicación de Azufre agrícola elemental, aumento el rendimiento en grano de 1 700 a 2 700 Kilogramos/ hectárea y aplicando Azufre inoculado ( Biosulphur ), que es un fertilizante comercial azufrado, aumentó a 4 700 Kg/ha (15).

## 1.6. Materia Orgánica y su Importancia Básica.

Casi todos los seres vivos en el suelo, dependen de la materia orgánica para su provisión de energía y nutrientes, y por miles de años el hombre que se ha dedicado a la agricultura ha reconocido su importancia en la producción de alimentos. Este reconocimiento a su importancia en la agricultura lo relata la historia, cuando un indio llamado Squato, ayudó a los primeros colonizadores a cultivar maíz, enterrando un pescado cerca de cada mata, -- aunque relata Liebing hace 100 años, que los suelos compuestos completamente de materia orgánica por su naturaleza son muy infecundos (24).

Asimismo, (André Gros), comenta sobre (Liebing), donde éste demuestra también que el estiércol no actúa directamente sobre los vegetales, sino indirectamente por los productos minerales que resultan de su descomposición, - en donde éste fue el punto de partida para que se iniciaran la fertilización en forma mineral en la agricultura mundial. (17,24).

La materia orgánica del suelo, comunmente llamada HUMUS se deriva principalmente de residuos vegetales, pero también forman parte en ella los excrementos y los despojos de animales. Los gusanos, una innumerable cantidad de insectos del suelo, a los que se unen millones de microorganismos, bacterias, hongos y actinomicetos, contribuyen todos a la descomposición de los residuos de las plantas y a su distribución por la superficie del suelo. Los suelos se diferencian mucho según su contenido en materia orgánica, variando desde los pantanosos ricos en ella - hasta los desérticos de poca profundidad cuyo contenido es muy escaso. Por su composición química, la materia or

gánica del suelo es muy compleja. Durante la descomposición de ésta en el suelo, se liberan poco a poco los nutrientes y cambian a formas aprovechables por la planta. El ritmo de esta descomposición depende en gran parte de la temperatura atmosférica, la precipitación pluvial y de las condiciones del suelo, siendo más rápido en las regiones tropicales que en las templadas. Aún cuando los compuestos orgánicos de humus se descomponen con mayor lentitud que los residuos frescos vegetales y animales, los elementos nutritivos tales como el nitrógeno, fósforo y azufre que se hayan presentes en estos compuestos se van haciendo asimilables para las plantas a consecuencia de las reacciones químicas y biológicas del suelo (38).

La naturaleza química y la naturaleza orgánica de los suelos, es bastante compleja; en realidad se trata de una mezcla orgánica en donde predominan sustancias polimerizadas muy similares a los carbohidratos, ligninas y protefnas.

Una de las propiedades más importantes del humus es su contenido de nitrógeno, el cual varía de un 3 a un 6%. El contenido promedio de carbono del humus es de 56.24% y el contenido promedio de nitrógeno es de 5.6% de acuerdo con (Waksman), esto da una relación C/N de 10.04% la cual varía dependiendo del estado de descomposición del humus, su naturaleza, profundidad, clima y el medio ambiente (24).

La materia orgánica entra en reacciones de complejidad con muchos iones metálicos del suelo incluyendo potasio, calcio, magnesio, aluminio, cobre, zinc, fierro y otros elementos trazas; la magnitud de este fenómeno depende

de la naturaleza y concentración del catión, del tiempo del contacto y del pH. Asimismo la materia orgánica afecta en gran cantidad las propiedades de los suelos ya que: favorece la formación de agregados estables y reduce la plasticidad y cohesión en el suelo; aumenta la capacidad de retención de agua y la capacidad de intercambio iónico; tiene efecto amortiguador-regulador del pH de los suelos; produce sustancias inhibitoras y/o activadoras de procesos microbianos, etc, además de dar el color obscuro característico de los suelos orgánicos, ver cuadro No.(2) (24).

#### 1.7.- Organismos del suelo como transformadores.

El suelo es el hogar de innumerables formas de vida vegetal y animal, que van desde organismos microscópicos constituidos por una sola célula, hasta organismos complejos multicelulares (24).

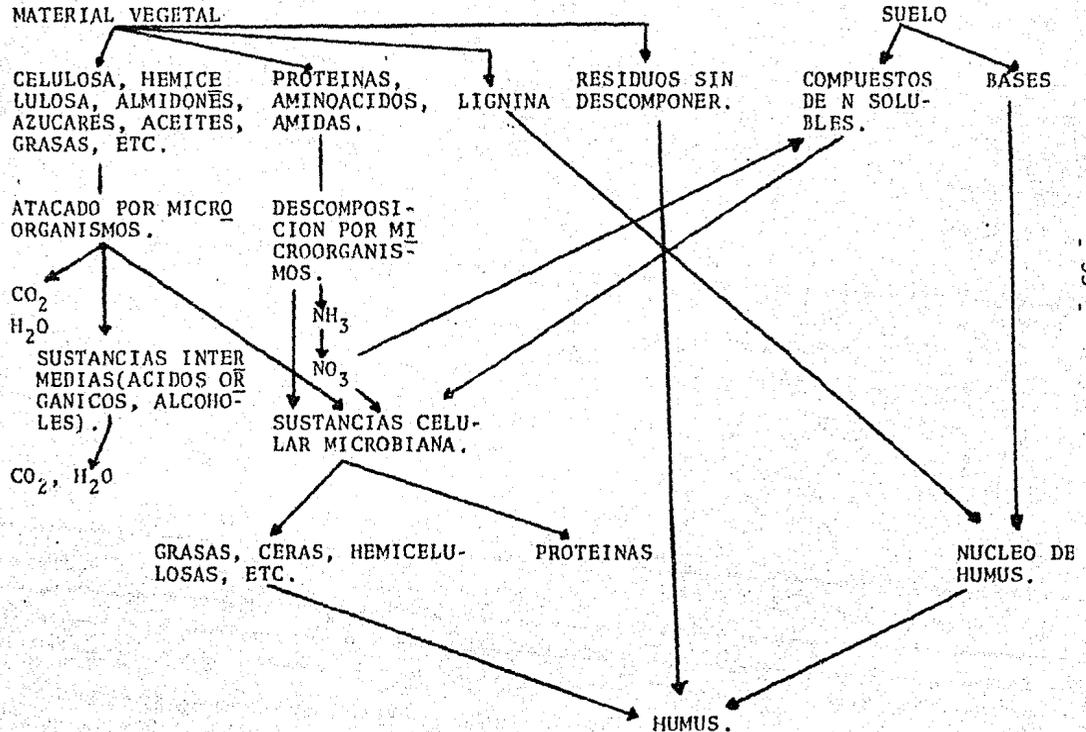
La población microbiana del suelo es enorme, ya que va del orden de 50 a 200 millones de gérmenes por gramo de tierra (24).

Un suelo fértil y húmedo puede contener hasta mil millones de gérmenes viables por gramo de tierra; se estima que se forman anualmente por hectárea de 500 a 1000 Kgs., de cuerpos microbianos en la capa superficial del suelo (24, 21).

La rizósfera es la parte del suelo que rodea a las raíces y sus prolongaciones más finas, donde se ejerce la acción específica de los mismos.

CUADRO No. 2

REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL MECANISMO DE LA FORMACION DEL HUMUS EN LA DESCOMPOSICION DE LOS RESIDUOS VEGETALES EN EL SUELO. (SEGUN WAKSMAN, TOMO DE HUMUS CON PERMISO DE WILLIAMS AND WILKINS, CO), CITA POR MILLAR C F (24)



Esta zona del suelo, es especialmente rica en microorganismos (ver cuadro No. 3), éstos favorecen la nutrición de las plantas, contribuyen a solubilizar los elementos minerales, y la síntesis de los factores de crecimiento. Estos microorganismos se clasifican en dos categorías, las Aerobias (fermentos oxidantes) que son las que benefician a la agricultura y las Anaerobias (fermentos reductores), estos son más bien dañinos a la agricultura. La cantidad de microorganismos disminuye al aumentar la profundidad. El pH más favorable para estos, es la neutralidad o una ligera alcalinidad y su actividad depende íntimamente de la temperatura, en donde resisten muy bien al frío y su desarrollo máximo se logra a los 30-40 °C (17).

Las bacterias y los hongos constituyen la flora más importante de los suelos, la cual intervienen en la producción y la recirculación de nutrientes (24).

La importancia esencial de las diferentes especies de microorganismos, es la de transformar a formas asimilables para los cultivos, algunos de los nutrientes que se añaden con la fertilización, integrándose así a los importantes ciclos de vida del nitrógeno, fósforo, y azufre, los cuales no se llevan a cabo en forma independiente, o sea que están interrelacionados no llevándose a cabo uno si falta el otro, todo esto, en función de las condiciones del suelo (5).

CUADRO No 3

CLASIFICACION DE LA MICROFLORA DEL SUELO MAS IMPORTANTE  
(24).

I.- BATERIAS

A.- HETEROTROFICAS

- 1.- FIJADORES DE NITROGENO. (A) SIMBIOTICAS  
(B) ASIMBIOTICAS
- 2.- REQUIEREN NITROGENO FIJADO.

B.- AUTOTROFICAS

- 1.- FORMADORES DE NITRITOS
- 2.- FORMADORES DE NITRATOS
- 3.- OXIDADORES DE AZUFRE
- 4.- OXIDADORAS DE HIERRO
- 5.- ACTUAN SOBRE EL HIDROGENO Y DIVERSOS COM  
PUESTOS HIDROGENADOS.

II.- HONGOS

- A.- LEVADURAS Y HONGOS SEMEJANTES A LEVADURAS
- B.- MOHOS
- C.- SETAS

III.- ACTINOMICETOS

- A.- AZUFRE VERDE
- B.- VERDE
- C.- DIATOMEAS.

## CAPITULO II

### MATERIALES Y METODOS

#### 2.1 Consideraciones generales

##### 2.1.1 Localización del experimento

La presente investigación se realizó en la parcela denominada No. 25 del área agrícola del Centro de Producción Agropecuaria de la F.E.S - Cuautitlán, - en el ciclo otoño-invierno 1982-1983 en Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, ubicado en la Cuenca del Valle de México, que se extiende aproximadamente entre los  $19^{\circ}37'$  y  $19^{\circ}45'$  de latitud norte y entre los  $99^{\circ}07'$  y  $99^{\circ}14'$  de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, en donde la zona de estudio se encuentra a una altitud de 2 250 msnm (22, 30).

##### 2.1.2 Climatología

Según la clasificación climática de Koppen, modificada por E. García 1964, la región de Cuautitlán presenta un clima C (Wo) (W)b (i'), templado el más seco de los subhúmedos, con verano largo y fresco, con una oscilación térmica poca extremosa (entre 5 y 7°C). La temperatura media anual es de 15 °C, siendo enero el mes más frío, con promedio de 11.7 °C y mayo el mes más caliente con 18 °C. Con una precipitación pluvial anual de 664.30 mm, siendo julio el mes más lluvioso con 127.3 mm, y febrero el mes más seco con 5.2 mm --- ( 8, 22, 30 ).

#### 2.1.2.1 Granizo

Este fenómeno no reviste gran importancia en la región pero si llega a presentarse - de 4 a 6 días al año principalmente durante el verano (27).

#### 2.1.2.2 Vientos

Durante los meses de septiembre a marzo los vientos dominantes tienen un fuerte componente del Oeste, en tanto que de abril a agosto se presentan vientos calmados del Este. Generalmente durante todos los meses del año no se presentan vientos fuertes, clasificándose dentro de la escala de Beafort como vientos calmados que llevan una velocidad de 1.6 a 4.8 Km/hr, aunque la velocidad del aire puede incrementarse en la época de lluvias pero aún así ésta no excede de los 5 Km/hr (27).

#### 2.1.2.3 Heladas

La temporada de heladas se presenta, entre los meses de octubre y abril, presentándose este fenómeno con más frecuencia en los meses de diciembre, enero y febrero. Asimismo, pueden presentarse heladas tempranas en los primeros días del mes de septiembre y heladas tardías hasta el mes de mayo. El promedio anual de días con heladas en la región, es alto, aproximadamente 64 días.

### 2.1.3 Suelo

#### 2.1.3.1 Geología

En forma general los suelos de la región de Cuautitlán y sus alrededores posee suelos de origen aluvial (al) lacustre (la) (12). Asimismo el valle de Cuautitlán se localiza dentro de la provincia geológica del eje neovolcánico, en donde predominan rocas volcánicas.

#### 2.1.3.2 Topografía

Generalmente los terrenos de la región, se componen de suelos planos ligeramente ondulados con una pendiente del 2% y con una altitud de 2 300 a 2 450 msnm (22,11).

#### 2.1.3.3 Uso del suelo

Los suelos se clasifican en la mayor parte de la región como: Ar (A) agricultura de riego anual, (Atp)p agricultura de temporal permanente Atn (Sp) agricultura de temporal nomada semi-temporal (11).

#### 2.1.3.4 Edafología

La región de Cuautitlán se compone de suelos con una clasificación: Hh+Vp+Be/2 ---

o sea es un suelo Feozemhaplico, Vertisol pélico, Cambisol Eutrico de textura limosa (35,36).

Así también de acuerdo con el sistema de clasificación de GAO-DETENAL (SPP 1981), citado por De la Teja Orlando (14) clasifican a estos suelos como Vertisoles pélicos (Vp). Son suelos que poseen una textura fina, arcillosa; son suelos pesados, difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros formando grietas cuando secos.

Son suelos jóvenes que están en proceso de formación a partir de depósitos de material reciente; no presentan fenómenos de iluviación, eluviación o intemperismo muy marcado; presentan un horizonte superficial oscuro relativamente grueso, con una estructura bien desarrollada, pH mayor de 6 y relación C:N de 10 en suelos cultivados: con alto contenido de material amórfico como el alófono en su fracción arcillosa (14),

#### 2.1.3.5 Uso potencial

De acuerdo a lo anteriormente dicho y en base a la clasificación de suelo que posee edafológicamente y a su buen drenaje, estos suelos se clasifican como de primera clase para uso agrícola (22,36).

PROMEDIO DE LAS TEMPERATURAS MAXIMA, MEDIA Y MINIMA PARA EL MUNICIPIO DE CUAUTITLAN, EDO. DE MEXICO.

| <u>M E S</u> | <u>T.MAXIMA °C</u> | <u>T.MEDIA °C</u> | <u>T.MINIMA °C</u> |
|--------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| ENERO        | 25.1               | 11.7              | -1.7               |
| FEBRERO      | 26.1               | 12.7              | -0.7               |
| MARZO        | 28.5               | 15.0              | 1.5                |
| ABRIL        | 29.3               | 16.7              | 4.1                |
| MAYO         | 30.2               | 18.5              | 6.7                |
| JUNIO        | 27.6               | 17.2              | 6.7                |
| JULIO        | 25.6               | 16.7              | 7.7                |
| AGOSTO       | 25.4               | 16.5              | 7.5                |
| SEPTIEMBRE   | 25.5               | 15.6              | 5.6                |
| OCTUBRE      | 26.2               | 14.9              | 3.6                |
| NOVIEMBRE    | 25.1               | 12.9              | 0.8                |
| DICIEMBRE    | 24.6               | 11.8              | -0.9               |

NOTA:

PARA OBTENER LOS DATOS QUE SE ESTAN MOSTRANDO SE TUVO QUE PROMEDIAR LOS DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS DE TLALNEPANTLA, TELOYUCAN Y TEPOTZOTLAN DE 1971 a 1980.

PROMEDIO DE PRECIPITACION PLUVIAL PARA EL MUNICIPIO DE  
CUAUTITLAN, EDO. DE MEXICO.

| <u>M E S</u> | <u>PRECIPITACION EN<br/>MMS</u> |
|--------------|---------------------------------|
| ENERO        | 7.9                             |
| FEBRERO      | 5.2                             |
| MARZO        | 15.6                            |
| ABRIL        | 24.7                            |
| MAYO         | 61.0                            |
| JUNIO        | 105.4                           |
| JULIO        | 127.3                           |
| AGOSTO       | 122.8                           |
| SEPTIEMBRE   | 112.8                           |
| OCTUBRE      | 58.6                            |
| NOVIEMBRE    | 12.5                            |
| DICIEMBRE    | 10.5                            |
| T O T A L    | 664.30                          |

NOTA:

IDEM AL CUADRO ANTERIOR.

#### 2.1.4 Preparación del terreno

Las actividades de preparación del terreno, se iniciaron con un barbecho realizado a una profundidad de 30 cms., suficiente para el desarrollo de éste cultivo, utilizando para ello un tractor marca Ford, modelo 6600 y un arado de tres discos marca I.H. A continuación se llevó a cabo la labor de rastro, del cual se le dieron tres pasos, con el propósito de obtener un suelo perfectamente mullido, -- con las características deseadas y realizarse así un buen contacto entre suelo-semilla-agua; para esta labor se utilizó un tractor marca John Deere, modelo 4235, y una rastra excéntrica de tiro de 28 discos de levante hidráulico a control remoto. Posteriormente, se realizó la labor de nivelación, con el objeto de obtener un suelo parejo sin altos ni bajos, que nos permitiese aprovechar al máximo el agua de riego y evitar los problemas de encharcamiento y áreas sin humedecer; se utilizó para esta labor el mismo tractor John Dere y una cuchilla niveladora (land-plane) marca Maconsa, de enganche semi-integral.

Una vez realizada esta labor se procedió a delimitar el área a utilizar en forma total, así como los canales de riego y las parcelitas, todo con la ayuda de cal, que se uso como marcador, 100 mts de mecahilo para delimitar el área, una cinta métrica de 50 mts, de longitud y 30 estacas de madera.

Delimitando y dividiendo ya el terreno, se procedió a realizar los canales de riego principales y auxili res así como delimitar las parcelitas, y los bloques, ésto se realizó con un tractor John Deere 4535 y una zangadora marca I.H. Posteriormente se eliminó ma-  
nualmente los terrones grandes que contenían el área utilizable, para que de esta manera y en forma total quedara la superficie a utilizar con una cama de siembra óptima y perfectamente mullida y proceder fi-  
nalmente a la labor de siembra.

#### 2.1.5 Variedad utilizada

Para el presente trabajo se utilizó una sola variedad de trigo, que es la MEXICO M-82, misma que fue obtenida en el Instituto Nacional de Investi-  
gaciones Agrícolas del del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CAEVAMEX), Chapingo, --  
Méx., la cual se donó a la F.E.S- Cuautitlán, al Cen-  
tro de Producción Agropecuaria, misma dónde se desa-  
rollóla presente investigación para apoyar al PROGRA  
MA UNIVERSITARIO DE ALIMENTOS ( PUAL ).

### 2.1.6 Genealogía de la variedad

| CRUZA          | Ra <sup>2</sup> F <sub>2</sub> | x | Bb's'-SYG/Ra <sup>2</sup> F <sub>2</sub> |
|----------------|--------------------------------|---|--|
| F <sub>1</sub> | 11-46727                       |   |  |
| F <sub>2</sub> | 11-46727                       |   |  |
| F <sub>3</sub> | 11-46727-5R                    |   |  |
| F <sub>4</sub> | 11-46727-5R-1R                 |   |  |
| EXP. PRELIM.   | 11-46727-5R-1R-OR              |   |  |

El número de cruza es 11-46727; la primera generación se sembró en Chapingo, Méx., y los subsecuentes ciclos de selección se utilizaron en Roque, Gto. La historia de selección (5R-1R-OR) indica que de la generación F<sub>2</sub> sembrada en invierno, intervino la planta seleccionada número 5 y en la generación F<sub>3</sub> sembrada en verano, la número 1; en la generación F<sub>4</sub> del ciclo de invierno, la línea presentó uniformidad fenotípica y se cosecho en masa, lo cual queda indicado con el número cero (3).

## 2.1.7 Características de la variedad

### 2.1.7.1 Agronómicas

Es una variedad de trigo harinero (Triticum estivum L), para áreas de temporal, con hábitos de primavera, la cual en este caso y para el presente experimento, se cultivó en el ciclo otoño-invierno 1982-1983, con riego, de tal manera que la variedad debe de responder en buena forma, debido a que se le están ofreciendo mejores condiciones de desarrollo, a las que está acostumbrada, lo cual por naturaleza deben manifestarse mejores resultados.

La variedad utilizada es de ciclo precoz, que espiga de los 60 a los 70 días y alcanza su madurez fisiológica entre 120 y 125 días, dependiendo de las condiciones en que se establezca. Su altura fluctúa entre 80 y 95 cms., en función de la disponibilidad de humedad y nutrientes. Esta variedad, tiene resistencia a la Roya del Tallo (Puccinia graminis, tritici) y a la Roya Lineal (Puccinia striiformis), además es moderadamente resistente a la Roya de la Hoja ----- (Puccinia recondita). Produce un rendimiento promedio de 3214 Kgs/ha (3).

### 2.1.7.2 Taxonómicas

El tallo de la planta, posee 6 o más entrenudos huecos, de color crema, medianamente fuerte y tolerante al acame. Sus hojas miden en prome

dio 27 cms de largo y 1.7 cms de ancho. La espiga es de color crema, fusiforme, de 10 a 12 cms de longitud, con aristas largas (10 cms) y dispersas; tiene un promedio de 9 espiguillas por lado y resistente al desgrane. La gluma es de color crema de superficie lisa y globada; presenta una forma alargada de 10 a 11 mm de longitud y de 4 a 5 mm en su parte más ancha. - Tiene un hombro estrecho, de 0.5 mm, ligeramente inclinado; su pico es levemente curvado y largo, de 5 a 7 mm.

El grano es de color rojo y de textura media; tiene forma ovalada y bordes redondeados y pliegues de anchura y profundidad intermedios. El tamaño del grano es mediano y de brocha corta. Tiene longitud media, de 6 a 8 mm, y un ancho de 3 a 4 mm. En promedio su peso específico es de 75 Kgs/hectolitro y el peso de 1 000 granos es de 36 gramos (3).

### 2.1.7.3 Industriales

Tiene un contenido de protefna de 11.6 %, su rendimiento de harina es de 65 % y tiene un tipo de gluten medio ideal para pan ( bolillo, telerera, etc.) (3).

### 2.1.8 Diseño experimental

Se utilizó para el presente trabajo, un diseño experimental de Bloques al Azar, con 4 repeti-

ciones y 12 tratamientos cada uno.

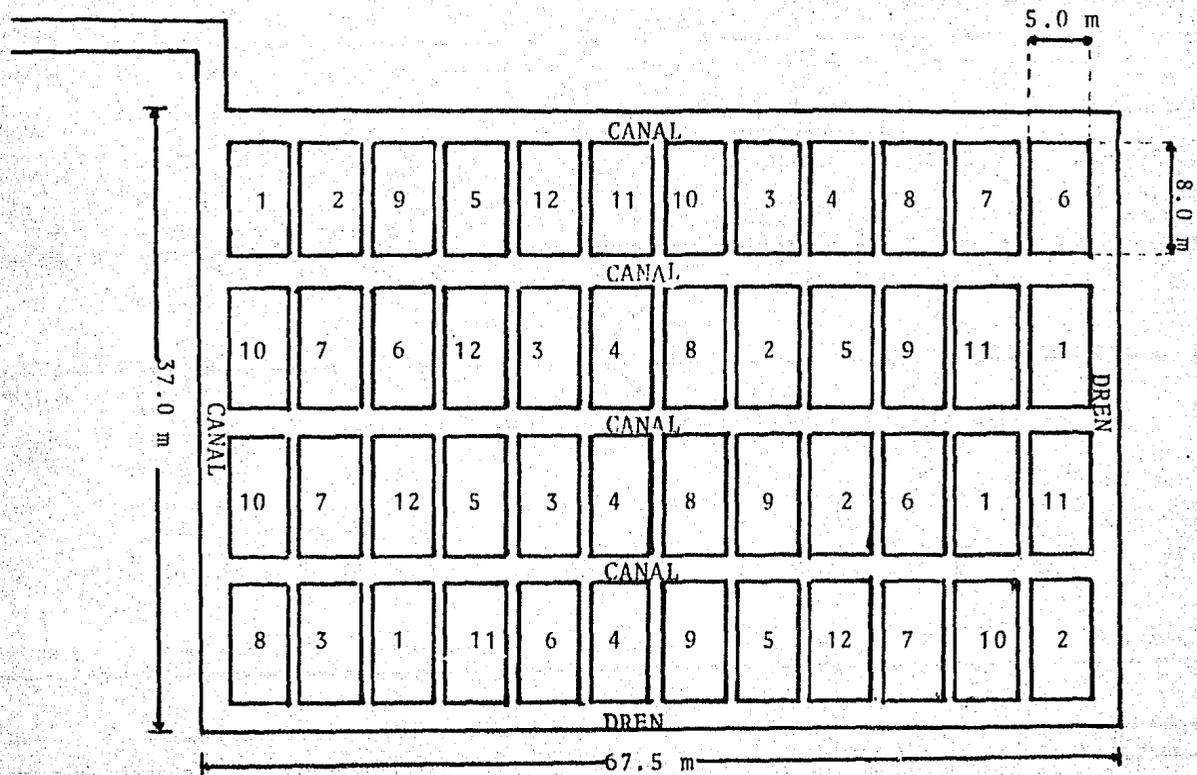
La superficie total de terreno utilizado en el experimento, fue de 2 497.50 m<sup>2</sup>, trazandose primeramente pequeñas regaderas de 0.5 m de ancho, para delimitar cada uno de los tratamientos que contenian una superficie de 40 m<sup>2</sup> (8x5). Posteriormente se trazaron los canales de riego y drenes que al mismo tiempo delimitaban las repeticiones del experimento (ver figura -- No. 2)

#### 2.1.8.1 Cuadro de tratamientos

| No. | FERTILIZACION<br>USUAL EN LA -<br>ZONA | 25% MENOS DE<br>LA DOSIS USUAL | S EN<br>POLVO | BIO -<br>FER |         |
|-----|--|--------------------------------|---------------|--------------|---------|
| 1   | 00-00-00                               | 00-00-00                       | 00            | 00           | TESTIGO |
| 2   | 80-40-00                               | 00-00-00                       | 00            | 00           |         |
| 3   | 80-40-00                               | 00-00-00                       | 800 gr.       | 00           |         |
| 4   | 80-40-00                               | 00-00-00                       | 1200 "        | 00           |         |
| 5   | 80-40-00                               | 00-00-00                       | 1600 "        | 00           |         |
| 6   | 80-40-00                               | 00-00-00                       | 00            | 800 gr.      |         |
| 7   | 80-40-00                               | 00-00-00                       | 00            | 1200 "       |         |
| 8   | 80-40-00                               | 00-00-00                       | 00            | 1600 "       |         |
| 9   | 00-00-00                               | 60-30-00                       | 00            | 800 "        |         |
| 10  | 00-00-00                               | 60-30-00                       | 00            | 1200 "       |         |
| 11  | 00-00-00                               | 60-30-00                       | 00            | 1600 "       |         |
| 12  | 00-00-00                               | 00-00-00                       | 00            | 1200 "       |         |

FIGURA No. 2

DISTRIBUCION DE PARCELAS EMPLEANDO UN DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES AL AZAR



### 2.1.8.2 Aplicación de insecticida y fertilizante

La fórmula de fertilización que se empleó fue la 80-40-00, recomendada por el ----- CAEVAMEX, INIA, CHAPINGO, MEXICO. Al momento de la siembra, se aplicó la dosis de 40-40-00 utilizándose para ello 9.72 Kgs de urea como fuente de nitrógeno y de 21.8 Kgs de superfosfato de calcio simple como fuente de fósforo.

Posteriormente y antes de aplicarle el segundo riego, se aplicó el nitrógeno restante (40-00-00), utilizando para ello urea del cual se aplicaron 9.72 Kgs.

Para los tratamientos con la fórmula 60-30-00, se utilizó urea como fuente de nitrógeno, una cantidad de 6.24 Kgs, aplicándose la mitad al momento de la siembra y la parte restante antes del segundo riego, y como fuente de fósforo se utilizó superfosfato de calcio simple en una cantidad de 7.48 Kgs, integrado todo al momento de la siembra.

También se aplicó azufre (S) agrícola elemental, una cantidad de 14.4 Kgs, repartidos en las 4 repeticiones todo al momento de la siembra y en diferentes dosificaciones.

Asimismo se aplicó un fertilizante azufrado de nombre comercial BIO-FER, una cantidad de 33.6 Kgs., en las 4 repeticiones, todo al momento de la siembra, en diferentes dosis.

El insecticida que se utilizó fue Diazinon 50 al 2%, el cual se aplicó una dosis de 25 Kgs/ha., mezclado con el fertilizante al momento de la siembra, como medida de prevención contra plagas del suelo tales como la Gallina Ciega (Phyllophagas sp).

#### 2.1.8.3 Siembra

La densidad de siembra que se usó fue la de 120 Kgs/ha, a recomendación del ----- CAEVAMEX Chapingo, Méx., para esta zona (3). La siembra se realizó en seco y al voleo, aplicando a cada tratamiento 480 grs de semilla, cubriéndose con la ayuda de herramienta manual, tal como bioldos y rastillos, siempre tratando de que el grano quedara sembrado a una profundidad de 3 cms máximo. La siembra se llevó a cabo el 17 de enero de 1983, aplicándose al siguiente día el primer riego.

#### 2.1.8.4 Riego

Dada la textura del suelo (Migajón Arcilloso), y el gran poder de retención de humedad, la época de siembra, la disponibilidad de agua, edad de la planta y su observación constante en cuanto a sus etapas de desarrollo vegetativo, se aplicaron 6 riegos por gravedad con agua dulce de la Presa de Guadalupe.

CUADRO DE RIEGOS

| <u>NUMERO</u> | <u>FECHA</u> | <u>INTERVALO EN DIAS</u> | <u>OBSERVACIONES</u>   |
|---------------|--------------|--------------------------|------------------------|
| 1o.           | 18 - I - 83  | - 0 -                    |                        |
| 2o.           | 3 -II - 83   | -17 -                    | 2a. fertiliza<br>ción. |
| 3o.           | 2 -III- 83   | -27 -                    |                        |
| 4o.           | 17 -III- 83  | -15 -                    |                        |
| 5o.           | 1 - IV- 83   | -15 -                    |                        |
| 6o.           | 15 - IV- 83  | -14 -                    |                        |

2.1.8.5 Control de malezas

El control de malezas se realizó el 14 de marzo de 1983, en forma química utilizandose un herbicida selectivo para hoja ancha, tal es el caso del 2-4-D amina, aplicandose en post-emergencia con -- una dosis de 1.0 lts/ha, en 480 litros de agua, utilizandose para su aplicación una bomba de mochila en donde su operación se realizó manualmente. Asimismo se realizó en forma manual la limpieza de malas hierbas en canales de riego y drenes, ya que impedían el flujo rápido del agua de riego, esta faena se llevó a cabo con machetes y guadañas.

2.1.8.6 Plagas que se presentaron

Durante la etapa de espigamiento del trigo se presentó un pequeño ataque de pulgón ver-

de (Schizaphis graminum) (10), el cual se pudo controlar a tiempo, con la aplicación de un insecticida comercial (Malathión 1000 E), aplicándose a una dosis de 1.5 lts/ha, en 480 litros de agua. Para la aspersion de este producto se utilizó una bomba manual de mochila, aplicandose el insecticida en todos los tratamientos, así como en los canales y alrededores del experimento, el día 2 de abril de 1983.

#### 2.1.8.7 Cosecha

Dada la poca superficie y su importancia experimental, ésta se realizó el 21 de mayo de 1983, en forma manual realizándose el corte con una herramienta (hoz), a una altura aproximada de 2 cms de la superficie del suelo, habiendose delimitado previamente la parcela útil de  $18 \text{ m}^2$  para su evaluación. Posteriormente se hicieron manojos de la cosecha de cada uno de los tratamientos y se etiquetaron, posteriormente se asolearon y se pesaron en seco para terminar el proceso. Una vez que se verificó que al friccionar en las manos la espiga, el grano se separaba de ella, enseguida se procedió a la trilla en forma manual para obtener el peso total de rendimiento en grano por tratamiento.

#### 2.1.9, Toma de la muestra del suelo

Los resultados de un análisis de suelo, -- por muy refinados que sean los métodos empleados en su realización, no son de utilidad si han sido efectuados sobre una muestra que no es representativa del suelo -

que se desea evaluar. Por ello, el muestreo debe de hacerse de acuerdo a las características del terreno en la época adecuada a los fines que persiga el análisis. El estudio que aquí se presenta corresponde a suelos planos, prácticamente sin pendiente, dedicados a cultivos básicos.

Se extrajeron de las parcelas en cuestión 16 sub-muestras de suelo, de las cuales 8 se tomaron antes de la siembra y las otras 8 después de la cosecha, cada sub-muestra poseía un peso de 2.0 Kgs.

Para la toma de las sub-muestras se siguió una línea en zig-zag en la parcela experimental y se procedió de la siguiente forma:

- A) Se retiró de la capa superficial los residuos de malezas y esquilmos de la cosecha anterior.
- B) Se hicieron cortes verticales, hasta formar un pozo en forma de "V" a una profundidad de 30 cms.
- C) El suelo fue tomado desde el interior del pozo, de abajo hacia arriba, por la pared de éste.
- D) Cada sub-muestra de suelo se metió en una bolsa de polietileno, ya con el peso de la muestra se amarró y se etiquetó, quedando muy bien anotado el número de pozo, profundidad a la que fué tomada y la fecha de ese día.

E) Cada una de las sub-muestras , se extendieron sobre una superficie limpia, se rompieron los agregados con las manos lo más finamente posible y se secaron a temperatura ambiente en un lugar libre de ser contaminadas, posteriormente ya secas totalmente las submuestras, se mezclaron todas ellas y se trituraron finalmente en un mortero de porcelana y se pasaron las partículas de suelo a través de un tamiz de 2 mm de abertura, los pequeños agregados que no pasaron por la malla se vuelven a triturar en el mortero hasta obtener una muestra de 2 kilogramos, tanto para aquella muestra que se tomó antes de la siembra, como para aquella que se tomó después de la cosecha.

F) Las muestras tomadas se guardaron en bolsas de polietileno bien amarradas y se etiquetaron con los datos necesarios para su identificación, con el objeto de realizar posteriormente los análisis físico-químico del suelo en el laboratorio.

## CAPITULO III.

### RESULTADOS

#### 3.1.- Datos Obtenidos

Los datos que se observaron y tomaron en el campo, se concentran en el cuadro No. (4).

##### 3.1.1.- Altura de Planta.

Corresponde este dato a la distancia que existe entre la base de la planta y las puntas superiores de las espigas. Este dato se tomo al momento de la cosecha. Por lo que la planta al llegar el grano a su madurez fisiológica habia dejado de desarrollarse -- (ver cuadro No.4).

##### 3.1.2.- Tamaño de la Espiga.

Este dato se obtuvo sólo tomando en cuenta la espiga desde la parte basal que se une con la parte final del tallo hasta la parte superior, sin tomar en consideración la barba o arista (ver cuadro No. 4).

##### 3.1.3.- Producción del grano.

Los datos de producción grano se encuentran expuestos en el cuadro No.5.

DATOS OBTENIDOS DURANTE EL DESARROLLO VEGETATIVO DEL CULTIVO DE TRIGO.

| TRATAMIENTO | TAMAÑO DE PLANTA | TAMAÑO DE ESPIGA | PROMEDIO DE LAS 4<br>REPETICIONES AL -<br>14% DE HUMEDAD --<br>(KGS/PARCELA). |
|-------------|------------------|------------------|---|
| 1           | 86.6             | 11.0             | 3.44  |
| 2           | 94.0             | 13.1             | 6.37  |
| 3           | 96.2             | 13.9             | 8.08  |
| 4           | 94.6             | 13.6             | 7.77  |
| 5           | 88.2             | 12.6             | 5.39  |
| 6           | 88.5             | 12.8             | 5.62  |
| 7           | 94.1             | 13.2             | 6.80  |
| 8           | 94.3             | 13.3             | 7.26  |
| 9           | 87.2             | 11.7             | 4.44  |
| 10          | 88.8             | 12.9             | 5.99  |
| 11          | 87.6             | 12.0             | 4.53  |
| 12          | 86.8             | 11.6             | 3.74  |

CUADRO No. 5

CUADRO DE PRODUCCION DE GRANO POR REPETICION Y TRATAMIENTO

|              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           | 11           | 12           |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| I            | 3.87         | 6.00         | 7.60         | 7.45         | 5.25         | 5.33         | 6.65         | 6.90         | 4.09         | 5.68         | 4.68         | 4.00         | 67.50         |
| II           | 3.15         | 6.73         | 8.90         | 8.35         | 5.47         | 5.83         | 7.05         | 7.50         | 4.37         | 6.26         | 4.34         | 3.97         | 71.92         |
| III          | 3.65         | 6.82         | 8.75         | 8.10         | 5.76         | 6.17         | 7.25         | 7.85         | 4.61         | 6.57         | 4.97         | 3.82         | 74.32         |
| IV           | 3.09         | 5.93         | 7.10         | 7.20         | 5.08         | 5.17         | 6.27         | 6.82         | 4.71         | 5.45         | 4.16         | 3.18         | 64.26         |
| <b>TOTAL</b> | <b>13.76</b> | <b>25.48</b> | <b>32.35</b> | <b>31.10</b> | <b>21.56</b> | <b>22.50</b> | <b>27.22</b> | <b>29.07</b> | <b>17.78</b> | <b>23.96</b> | <b>18.15</b> | <b>14.97</b> | <b>277.90</b> |

### 3.2.- Análisis de Variación.

| FACTOR DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS. | G.L. | S <sup>2</sup> | F. C.    | F. T. |      |
|---------------------|--------------------|------|----------------|----------|-------|------|
|                     |                    |      |                |          | 5%    | 1%   |
| Tratamientos        | 104.34             | 11   | 9.48           | 98.75 ** | 2.08  | 2.82 |
| Repeticiones        | 5.13               | 3    | 1.71           | 17.81 ** | 2.88  | 4.42 |
| Error Experimental  | 3.18               | 33   | .096           |          |       |      |
| T O T A L           | 112.65             | 47   |                |          |       |      |

\*\* SIGNIFICATIVA AL 1% DE PROBABILIDADES.

### 3.3. Análisis Físico-Químico de las Muestras.

Los resultados del análisis físico-químico de las muestras de suelo, que se tomaron de 0-30 cms. de profundidad, en distintos lugares representativos del área experimental siguiendo una trayectoria en zig-zag, demuestra que: la Densidad Real determinada con el método de Probeta varió de 1.72 gr/ml. a 1.76 grs/ml., y la Densidad Aparente determinada por el mismo método, varió de 2.02 gr/ml a 2.38 gr/ml. La clase textural determinada utilizando el método del Hidrómetro (Bouyoucos), con lecturas de 40 segundo para determinar el porcentaje total de arena (partículas de 2.0 a 0.05 mm) (24) y la segunda lectura a las dos horas, denotando el porcentaje total de arcillas (fracciones menores de 0.002 mm) (24), por lo que, la muestra resultó ser una textura de Migajón Arcilloso. El Espacio Poroso en la muestra A-S (antes de siembra), arrojó un 47% y la D.C. (después de cosecha), un 51%. El color del suelo demuestra que las muestras analizadas presentan un mismo resultado arrojando un color café oscuro. El análisis del pH de las muestras no tuvo una variación significativa, presentando un resultado de 6.8 a 6.9, lo cual indica que el suelo se encuentra cerca de la neutralidad, propicia para el desarrollo del cultivo del trigo (23,40). La Materia Orgánica con una media de 3.8% refleja un contenido de este material adecuado para el desarrollo del cultivo en cuestión, ya que proporciona una mayor cantidad de nutrientes y una retención de agua que ayuda al cul-

tivo en una mayor producción. El Nitrógeno total varió de 90 a 100 kilogramos/ha , cantidad que refleja el elemento primordial y necesario, suficiente para la producción de grano y calidad del mismo(13). De acuerdo con el resultado de análisis de suelo para N,P,K y S, disponibles realizados por la Empresa FERTIMEX, S.A. los suelos no presentan una deficiencia en estos elementos por los niveles resultados adecuados para el desarrollo del cultivo de trigo. Asimismo el resultado arrojado en el contenido de Azufre en el suelo, resultó que la muestra A-S, proporcione una cantidad de 156 kilogramos/hectárea y la muestra D-C, indico 84 kgs/hec, lo cual indican que el Azufre dada su importancia en el resultado del cultivo no presentó bajo niveles, ya que las muestras demostraron tener de este elemento cantidades adecuadas para el buen desarrollo del cultivo. La capacidad de Intercambio Catiónico presenta variaciones entre 13.33 a 14.32 meq/100 grs., de suelo, considerándose como bajos ya que es un resultado que no corresponde a la capacidad de retención de fertilidad alta del suelo analizado.

## CONCLUSIONES

- 1.- Se concluye inicialmente que existió alta significancia entre los tratamientos experimentados, por lo que se deduce que la aplicación de fertilizantes químicos, definitivamente puede considerarse como un factor o insumo agrícola de gran importancia en la zona para lograr buenos rendimientos.
- 2.- Por otra parte y de acuerdo con el análisis estadístico, se encontró también que existió mucha diversidad en el suelo utilizado para el experimento, lo que difícilmente podemos retribuir al azar.
- 3.- El cultivo de trigo es susceptible de llevarse a cabo en esta zona con buenos resultados, aún cuando el problema que presenta el ataque de pájaros sea de consideración.
- 4.- En cuanto al rendimiento podemos mencionar que el mejor tratamiento fue el número 3, integrado por la fórmula de fertilización más usual en la zona para el cultivo en cuestión (80-40-00) y el adici<sup>o</sup>namiento de 800 grs. de Azufre. Este tratamiento rindió un promedio de 4 488 kgs/ha .
- 5.- Con respecto a la aplicación del Azufre como elemento suplementario, aún cuando no es considerado como esencial dio muestras de su benevolencia como tal,

debiendose trabajar más sobre este aspecto tanto en este cultivo como en los más usuales en la zona.

- 6.- El uso de la variedad México M-82, en donde CAEVAMEX la recomienda para zonas de temporal, utilizada bajo condiciones de riego seguido de una buena preparación de la cama de siembra, fertilización adecuada, análisis de suelo, adecuados controles de malezas, plagas y enfermedades, la producción de grano puede verse aumentada hasta en un 15% por hectárea, lo cual es significativo y recuperable en lo que respecta al costo por hectárea de riego.
- 7.- El desarrollo fenológico del cultivo en cuestión presentó diferencias positivas con respecto a cada etapa de crecimiento de la planta, en condiciones normales para la variedad México M-82, como son el aumento en altura de la planta, el tamaño de la espiga y la producción de grano, influyendo para esto principalmente por las condiciones favorables de fertilidad, preparación de cama de siembra, así como la aplicación de riego.
- 8.- Asimismo se le reconoce a la variedad MEXICO M-82, su benevolencia en el período de amacollamiento, y que a pesar de sembrarse a finales de su período óptimo de siembra (18 de enero de 1983), no le influyó la pérdida de horas frío en esta importante etapa de cultivo, ofreciendo resultados favorables en el número de plantas nacidas productivas por grano sembrado lo que reflejó un rendimiento óptimo en la cosecha.

## RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda el uso de la variedad México M-82, para esta zona, en condiciones de riego dada su aceptación al medio climatológico y edafológico de la región.
- 2.- El uso de fórmulas de fertilización química complementadas con Azufre, así como fertilizantes azufrados comerciales, pueden lograr influir en la producción haciéndose recomendable incluir Azufre en la nutrición mineral, aunque se recomienda realizar investigaciones más profundas sobre la acción que ejerce este elemento en las reacciones químico-biológicas en el suelo, en vista de que muchos fertilizantes ya traen incluido cierto porcentaje de este elemento.
- 3.- Para posteriores investigaciones con Azufre, es conveniente efectuar el análisis proteico del grano, en vista de que el Azufre es parte esencial en la síntesis de proteínas.
- 4.- Se recomienda, que durante el proceso fisiológico de maduración de grano, el cultivo se encuentre protegido contra el ataque de pájaros, ya sea por medios mecánicos simples que provoquen ruido, o tener disponible un mínimo de personal, de tal forma que no influya demasiado en los costos de producción, aunque esto se verá favorecido en la cosecha de grano.

- 5.- Es de importancia y además conveniente, continuar - experimentando la presente variedad de trigo en esta zona, pero ahora, en condiciones de temporal a la - que está habituada, ya sea investigando los mismos - parámetros que se desarrollaron en el presente tra - bajo, o evaluando otros como son: el control de ma - lezas, plagas, enfermedades, fechas de siembra, den - sidades de siembra, etc.
- 6.- Se recomienda que la preparación de suelos para es - tablecer un cultivo de trigo, debe de ser bien rea - lizada, con un barbecho profundo (30-40cm), rastra, cruza de rastra y haciendo mayor énfasis en el nive - lado del terreno, ya que como es un cultivo de co - bertura total, el agua no tiene forma de guiarse - por lo que una nivelación adecuada propiciaría a un mejor aprovechamiento de la misma, además de evitar enfermedades por encharcamientos o exceso de hume - dad, la seguridad de que no quedarán áreas sin re - gar, que redunde en la germinación y buen desarro - llo del cultivo y por lo consiguiente en la produc - ción final.
- 7.- Es también factible se prosigan los trabajos de in - vestigación sobre otros aspectos agronómicos del -- trigo en el área, una vez que se ha determinado su - buena adaptabilidad en estas condiciones agroclimá - ticas.
- 8.- Se recomienda utilizar en las formulaciones quími - cas de fertilización, las dosis adecuadas de cada -

elemento (N,P,K), de acuerdo con las condiciones del contenido de nutrientes del suelo, de humedad, de la textura, etc., ya que un exceso de estos, principalmente de Nitrógeno puede provocar el acame de la planta reflejandose mermas en la producción final en grano.

- 9.- Asimismo, se recomienda realizar previo al establecimiento de cualquier cultivo, y para este caso en específico para el trigo, un análisis de suelos (físico-químico) de la superficie cultivable a utilizar, ya que se obtendrá información acerca de las cantidades de elementos nutricionales mayores y menores del suelo, resultados de gran utilidad para determinar la fertilización química a formular en base a las necesidades de elementos primarios como son el: N,P,K y Azufre para éste caso.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo principal, de determinar el rendimiento productivo en grano de trigo, a la influencia del Azufre como fertilizante, en comparación con la fórmula de fertilización química recomendada para esta zona por CAEVAMEX, Chapingo, México; así como determinar su adaptabilidad y la de observar el comportamiento del cultivo durante las etapas fenológicas del mismo, con el fin de obtener información sistematizada de su crecimiento y desarrollo, en el área de influencia de la FES-Cuautitlán, específicamente para esta nueva variedad.

El experimento se llevó a cabo en la parcela denominada No.25 del área productiva del Centro de Producción-Agropecuaria de la FES-C., ubicada en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, México; durante el ciclo agrícola-Otoño-Invierno 1982-1983, para lo cual se utilizó semilla básica, donada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Chapingo México, a la Facultad a través de un convenio existente entre dichas instituciones. Esta variedad de trigo es de temporal, denominada MEXICO M-82 y los parámetros de medición considerados en esta investigación fueron: altura de planta, tamaño de espiga y producción de grano.

Se utilizó un diseño experimental de Bloque al Azar, con 12 tratamientos y 4 repeticiones, representando esto una superficie total de  $2\ 497.50\ m^2$ .

La duración del experimento fue de 124 días (18 de enero al 21 de mayo de 1983), período que corresponde a una variedad de tipo precoz.

La preparación de la cama de siembra, consistió en un barbecho a 30 cms, de profundidad, tres pasos de rastra y nivelación; el trazo de canales de riego, fertilización y la siembra se llevaron a cabo el 17 de enero de 1983, siendo realizada esta última labor en seco en forma manual y al voleo, con una densidad de siembra de 120 kgs/ha.

Se fertilizó con Urea y Superfosfato de Calcio Simple, como fuente de Nitrógeno y Fosforo respectivamente, dosificandose la fórmula de fertilización (80-40-00), utilizada en la región en dos aplicaciones una al momento de la siembra (40-40-00) y la otra previo al segundo riego (40-00-00); la fórmula (60-30-00) que en un 25% se redujo de la anterior, también se dosificó en dos partes y se aplicó en la misma forma. Otro fertilizante utilizado como variable fue el Azufre Agrícola Elemental, del cual se aplico en las 4 repeticiones un total de 14.4kgs., (3.6 kgs. por repetición) en dosis de 800, 1200 y 1600 gramos por tratamiento. El fertilizante Azufrado comercial (BIOFER), se aplicó en dosis de 800, 1200 y 1600 gramos por tratamiento, utilizando se un total en el experimento de 33.6 kgs., (8.4 kgs por repetición).

Durante el desarrollo del cultivo, se le proporcionaron 6 riegos, uno de germinación y los demás con los

siguientes intervalos de tiempo: 17, 27, 15.15 y 14 días; estos riegos se aplicaron de acuerdo a los requerimientos de la planta y a las observaciones realizadas, resultando suficientes para el óptimo desarrollo del cultivo.

El control de malezas se realizó en forma química, aplicandose una dosis de 1.0 lt/ha de 2-4-D Amina en 480 litros de agua, realizandose esta con una bomba de mochila en forma manual el 14 de marzo de 1983.

Los daños de plagas y enfermedades, no fueron significativos, ya que lo único que se presentó fue un ataque de pulgón verde (Sahizophis graminis), que no tuvo mucha relevancia, y además se controló a tiempo con la aplicación de un insecticida comercial (Malathion 1000 E) a dosis de 1.5 lt/ha en 480 litros de agua.

Se programaron análisis físico-químicos del suelo del área en estudio, realizandolos en la Empresa FERTIMEX, S.A., obteniendose y analizandose dos muestras; la denominada A-S (antes de siembra) y la D-C (después de cosecha), proporcionando resultados que confirman los obtenidos mediante el análisis de varianza realizado, denotando alta significancia entre tratamientos y demostrando la influencia del Azufre como elemento fertilizante importante en el desarrollo del cultivo en cuestión.

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

- 1.- Aykroyd W.R Joyce D. 1970. FAO. El Trigo en la Alimentación Humana.
- 2.- Alfonso D.P. 1953. Cereales de Primavera. - Salva editores, S.A. Barcelona, España.
- 3.- Alvarez B.M. INIA. 1983. Variedad México - M-82 CAEVAMEX. Folleto de Divulgación No.12 México.
- 4.- Bassols Batalla. 1970. Geografía Económica de México. TRILLAS. Tercera Edición 1975. - México.
- 5.- BIOFER INTERNACIONAL. Biofer. Amores No.154 Col. del Valle México, D.F.
- 6.- BIOFER INTERNACIONAL . Azufre como Nutriente Amores No.154, Col. del Valle, México D.F.
- 7.- Cervantes S.T. 1978. Sociedad Mexicana de -- Fitogenética. Recursos Genéticos Disponibles en México. Chapingo, México.
- 8.- CETENAL 1970. Dirección de Planeación. Instituto de Geología. Secretaria de la Presidencia. UNAM. México (14 Q-V).
- 9.- Cajuste J.L. 1977. Química de Suelos con -- Enfoque Agrícola. Colegio de Posgraduados - de Chapingo, México.
- 10.- CIMMYT 1977. Manual de Campo. Enfermedades y Plagas Comunes del Trigo.
- 11.- CETENAL 1976. Carta Uso del Suelo. Cuautitlán (E-14-A29). Secretaría de la Presidencia. -- México.
- 12.- CETENAL 1976. Carta Geológica. Cuautitlán - E-14-A29. Secretaría de la Presidencia. Méx.
- 13.- Castro J.L. Pérez S.P. y Zamus M.E. 1972. - Fertilización Nitrógenada en Trigo. Boletín Técnico No. 18 del Ministerio de Ganadería,

- 14.- De la Teja A.O. 1982. Estudio de las Características Edáficas de los Suelos de la F.E.S-C, UNAM.
- 15.- Del Muro M. Biosulpher. Folleto Flora Microbiana, S.A.
- 16.- Gadea M. 1954. Trigos Españoles. Instituto Nacional de Investigaciones Agromómicas. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Agricultura. Madrid, España.
- 17.- Gros A. 1971. Abonos, Guía Práctica de la fertilización. Ed. Mundi-Prensa. 5a. Edición, Madrid, España.
- 18.- Hulls P.A. y Sosa M.H. 1982. Determinación de la Potencialidad de la Porción N.O. del Municipio de Cuautitlán de RR, México. Tesis Profesional.
- 19.- INIA. 1976. Nuevas Variedades de Trigo en México. Folleto de Divulgación No. 59, México.
- 20.- Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Harina de Trigo una Norma Española, Madrid, España.
- 21.- Kenneth L.B. 1970. Microbiología. Publicaciones Culturales S.A. México.
- 22.- López E.P. 1982. Evaluación de Diferentes Métodos de Labranza, Sobre el Rendimiento en Verde de Avena Forrajera en la F.E.S-C. Tesis Profesional.
- 23.- Manuales para Educación Agropecuaria. 1983. SEP Suelos y Fertilización. Ed. Trillas, México.
- 24.- Miller C.E. 1971. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Ed. CECSA. Segunda impresión 1978, México.

- 25.- Papadakis. J. 1979. Los Fertilizantes. Ed. Albatros, Argentina, Buenos aires.
- 26.- Ramirez A.C. 1970. Exploración de la Respuesta del Trigo (Triticum aestivum) a la Fertilización con N,P,K y Mg, en Suelos de las Series - Quezaltenango y Tecpan, Guatemala.
- 27.- Reyna T.T. 1978. Características Climático-Frutícolas en Cuautitlán, Edo. de Méx, Bol. Geog. Vol. 8 UNAM, México.
- 28.- Richard J.D. y Henry L.A. 1982. Producción Agrícola, Ed. CECOSA. 6a. impresión, México.
- 29.- Robles S.R. 1973. Producción de Granos y Forrajes. 1a. reimpresión 1979. Ed. Limusa, México.
- 30.- Silva C.V. 1982. Adaptación de dos Variedades de Triticale (Triticum sp) en Cuautitlán Izcalli, Méx. Tesis Profesional. F.E.S- C. UNAM.--
- 31.- Salazar M.A. 1976. Servicio Nacional de Trigo. Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
- 32.- SARH- INIA. 1979. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. CIAPAN. Valle de Culiacán. Méx.
- 33.- SARH- INIA. 1977. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. CIANO. Región de Caborca Son, - Méx.
- 34.- SARH-INIA. 1981. Guía para Cultivar Trigo de Temporal en el Estado de Hidalgo. CAEVAMEX --- Chapingo, Méx. Folleto No. 3.
- 35.- S.P.P. 1981. Carta Edafológica. Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática, México.
- 36.- S.P.P. Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica, México.

- 37.- Tesis Profesional. 1980. Determinación de las Propiedades Físico- Químico para el Cultivo - del Mafz en Suelos del Ex-rancho Almarás, Cua titlán Izcalli, México. F.E.S- C. UNAM.
- 38.- Vladimir I. FAO. El uso Eficáz de lod Fertilizantes.
- 39.- Walter C. 1974. La Respuesta del Trigo al Ni-trógeno y Fósforo y el Efecto de otros Facto-res de Productividad. Boletín Técnico No. 13 Ministerio de Ganaderia y Agricultura. Centro de Investigaciones Agrícolas " Alberto Boeger, Uruguay. Tesis Profesional.
- 40.- Willard H.G. 1982. Manual de Fertilización.--- National Plant Food Institute. Ed. Trillas, -- México.

| PARTE DEL GRANO           | ALMIDON | AZUC. REDUC-<br>DUCTORES. | PENTOSAS<br>Y OTROS<br>CARBOHID. | CELULOSA | PROT.<br>CRUD. | MATERIAS | CENIZAS | CALORIAS |
|---------------------------|---------|---------------------------|----------------------------------|----------|----------------|----------|---------|----------|
|                           | GRAMOS  |                           |                                  |          |                |          |         |          |
| GRANO ENTERO              | 58.5    | 2.0                       | 6.6                              | 2.3      | 12.0           | 1.8      | 1.8     | 310      |
| PERICARPIO                | 0.0     | 0.0                       | 34.5                             | 38.0     | 7.5            | 0.0      | 5.0     | 175      |
| TESTA Y CAPA HIA<br>LINA. | 0.0     | 0.0                       | 50.5                             | 11.0     | 15.0           | 0.0      | 8.0     | 175      |
| CAPA ALURONA              | 0.0     | 9.0                       | 38.5                             | 3.5      | 24.0           | 8.0      | 11.0    | 244      |
| ENDOSPERMA EXT.           | 67.2    | 1.0                       | 1.4                              | 0.3      | 16.0           | 2.2      | 0.8     | 345      |
| ENDOSPERMA INT.           | 71.7    | 1.6                       | 1.4                              | 0.3      | 7.9            | 1.6      | 0.5     | 344      |
| EMBRION Y ESCU-<br>TELO   | 0.0     | 26.0                      | 6.5                              | 2.0      | 26.0           | 10.0     | 4.5     | 350      |

1. por 100 grs.
2. contenido de humedad 15%

- 73 -