

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



EL CULTIVO DEL TRIGO.

(Triticum aestivum)

POR:

RAMIRO CRUZ MONTES

MONOGRAFIA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

ÉL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO DEL 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EL CULTIVO DEL TRIGO.
(*Triticum aestivum*)**

MONOGRAFIA ELABORADA POR EL C. **RAMIRO CRUZ MONTES** BAJO
LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:

M.C. FEDERICO VEGA SOTELO.

ASESOR:

Ph.D VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA.

ASESOR:

M.C. JOSE GUADALUPE GONZALEZ QUIRINO.

ASESOR:

M.C. ISABEL MARQUEZ MENDOZA.

**M.C. VICTOR MARTINEZ CUETO.
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO DEL 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EL CULTIVO DEL TRIGO.
(*Triticum aestivum*)**

MONOGRAFIA ELABORADA POR EL C. **RAMIRO CRUZ MONTES** QUE
SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

M.C. FEDERICO VEGA SOTELO.

VOCAL:

Ph.D VICENTE DE PAUL ALVARAREZ REYNA.

VOCAL:

M.C. JOSE GUADALUPE GONZALEZ QUIRINO.

VOCAL:

M.C. ISABEL MARQUEZ MENDOZA.

**M.C. VICTOR MARTINEZ CUETO.
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO DEL 2008

DEDICATORIAS.

A MIS PADRES.

Ramiro Cruz Roque y Yolanda Montes Aguilar. Por ser las dos personas mas importante en mi vida ya que me supieron cuidar en cada uno de mis pasos por la vida desde que era un niño hasta lo que me convertido hoy un hombre a quien les debo mi vida, a ustedes les agradezco eternamente el amor y cariño que me dan, a ustedes quien dejaron de comprarse cosas por darme lo mejor a mi, a ustedes por que son los mejores padres del mundo. Me vasta agradecerles y decirles cuantos los amos, (GRACIAS PAPAS).

A MIS ABUELOS.

Leonidas Montes Reyes y Cristina Aguilar Alegría. Por sus sabios consejos y su apoyo que me brindaron para forjarme ser un hombre de bien, los quiero mucho.

AMIS HERMANOS.

Karina Cruz Montes, Edgar L. Cruz Montes y Sara Osiris Cruz Montes. Por impulsarme a seguir adelante durante mi carrera profesional, y por estar con migo en todo momento, gracias hermanitos los quiero mucho.

A MIS TIOS.

Francisco Montes Aguilar, Verónica Martinez Aguilar, Roselia Montes Aguilar, José Luís Montes Aguilar y Clara Luz Montes Aguilar. Por su confianza que mantuvieron en mí y su apoyo incondicional que me brindaron en el transcurso de mi carrera profesional que diosito me los bendiga siempre, los quiero mucho.

A MIS PADRINOS.

Sr. Jose del Carmen Ku y Canul y Sra. Josefina Aguilar. Por su confianza, cariño y sus consejos quiero brindarle mi respeto y cariño los quiero mucho padrino.

A MIS SOBRINOS.

Diego y Gael. Ya que fueron unos de mis motores principales para mí y salir adelante en mi carrera profesional, los quiero mucho hijitos.

A MI CUÑADO

Jose A. Ortiz de la Rosa. Por su apoyo y consejos te doy las gracias carnal te quiero mucho.

A MIS PRIMOS.

Freddy, Brenda, Jose, Cristina, Francisco, Teresita, Esau, Marisela y Emma. Por su apoyo moral y su confianza en mi los quiero mucho.

A MIS AMIGOS DE CARRERA.

Guillermo, Paola, Amin, Ildefonso, Pedro, Abraham, Benjamín, Orlando, Rosibel, Marco y Martín. Por todo el cariño que me brindaron en la carrera y la buena vibra que recibí.

A MIS AMIGOS DE TODA LA VIDA.

Miguel, Paola, Sergio, Mayra, Luís, Kaleng, Farli, Alfredo, Anselmo, Artemio, Tomas, Alejandro, Anai, Saulo, Elsa, Emmanuel, Isaac, Daladier, Antonio, Rafa, Jesús, Alberto. A todos ellos por su comprensión y su apoyo en las buenas y las malas, los llevo en mi corazón, gracias por aguantarme los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios. Que después de haberme concedido la gracia de nacer me a dado la oportunidad y la sastifaccion de concluir una de mis metas.

A MI "ALMA TERRA MATER". Por cruzarse en mi camino, y darme las herramientas para terminar mi carrera como ingeniero.

AL MC. Federico Vega Sotelo. Por su asesoramiento científico y su estimulo para poder terminar mi trabajo de monografía.

AL P.h.D. Vicente de Paul Álvarez Reyna. Por su predisposición permanente y por sus substanciales sugerencias durante la redacción de la monografía.

AL MC. Isabel Márquez Mendoza. Por su valiosa colaboración y buena voluntad, así como en sus observaciones criticas en la redacción de este trabajo.

AL MC. Jose Guadalupe González Quirino. Por su colaboración y acertados aportes durante la redacción de la monografía.

Sin lugar a duda este trabajo no pudo haberse realizado sin la formación que recibí durante cuatro años en la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro "UL"**. A todos los maestros que contribuyeron realmente en mi formación académica.

INDICE DE CONTENIDO.

	Página
DEDICATORIAS.	I
AGRADECIMIENTOS.	III
INDICE DE CONTENIDO.	IV
INDICE DE CUADROS.	VII
I. RESUMEN.	1
II. OBJETIVOS Y METAS.	2
III. INTRODUCCION.	3
IV. REVISION DE LITERATURA.	5
4.1. Origen.	5
V. IMPORTANCIA ECONOMICA.	6
5.1. Importancia Mundial.	6
5.2. Importancia Nacional.	8
5.3. Importancia Estatal.	8
5.4. Importancia Regional	9
VI. VARIEDAD DE TRIGO.	9
6.1. Descripción Botánica.	10
6.2. Clasificación Taxonómica.	11
6.3. Contenido de Proteína.	12
6.4. Composición Química del trigo.	13
VII. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS.	13
7.1. Temperatura	13
7.2. Humedad.	14
7.3. Suelo.	14

7.4. p.H.	14
XIII. CICLO VEGETATIVO.	14
8.1. Germinación.	15
8.2. Ahijamiento.	15
8.3. Encañado.	17
8.4. Espigado.	18
8.5. Maduración.	18
IX. CARACTERÍSTICAS CULTURALES.	19
9.1. Preparación del terreno.	19
9.1.1. Época de Siembra.	19
9.1.2. Profundidad de Siembra.	20
9.1.3. Densidad de Siembra.	20
9.2. Método de Siembra.	21
9.2.1. Melgas.	22
9.2.2. Surcos en corrugación.	22
9.2.3 Surcos en dos Hileras.	22
9.3. Fertilización del cultivo del trigo.	23
9.3.1. Nutrición.	24
9.3.2. Abono orgánico.	27
X. RIEGO.	27
10.1. Nivelación.	28
10.2. Trazos de Riego.	28
10.3. Riego por Surcos.	28
10.4. Riego por Aspersión.	29

XI. PRODUCCION.	32
XII. MALEZAS.	35
12.1. Gramíneas Adventicias	36
12.2. Gramíneas Perennes.	38
12.3. Malezas y malas hierbas.	38
XIII. COSECHA.	39
XIV. TRIGOS DE INVIERNO Y DE PRIMAVERA.	40
14.1. Trigos Precoces y Tardíos.	40
XV. BIBLIOGRAFIA.	41
XVI. CITAS DE INTERNET	44

INDICE DE CUADROS.

CUADRO		Página.
1	Clasificación botánica del trigo.	10
2	Composición química del grano de trigo.	13
3	Época de siembra.	21
4	Tipos de fertilizantes.	26
5	Principales herbicidas.	36
6	Productos.	37

I. RESUMEN

La superficie cultivada de trigo, en México en los últimos años ha oscilado alrededor de 738 mil hectáreas, de las cuales el 83 por ciento se estableció bajo condiciones de riego y 17 por ciento de temporal. Un 95 por ciento de la superficie cultivada correspondió a trigo harinero o panadero (*Triticum aestivum*), el resto a trigo duro o cristalino (*Triticum durum*), específico para la producción de pasta. El área se ha reducido con el tiempo en un 14 por ciento. Los rendimientos por hectárea y producción en general se han incrementado en 106 y 140 por ciento, respectivamente.

Se puede asegurar que alrededor del mundo en todos los meses del año se produce trigo, ya que las condiciones climatológicas de las diferentes regiones permiten un cultivo, por la variación de estaciones que se presentan en las diferentes latitudes.

Actualmente nuestro país cuenta con un centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo, así como un banco de germoplasma mundial, que está siendo aumentado con la adición de germoplasma traído de todas las zonas trigueras del mundo.

En México el consumo de trigo muestra una tendencia creciente, tanto en el medio urbano como en el medio rural, observándose el nivel más alto en el primero y los incrementos más rápidos en el segundo. Los habitantes urbanos han substituido más rápidamente el maíz por el trigo, lo que explica el consumo más alto de trigo.

En México se siembra trigo en casi todos los estados de la República y se adapta tanto a tierras pobres como a ricas, zonas húmedas, semihúmedas y secas.

II. OBJETIVO.

Que se disponga de información acerca del cultivo de gran importancia regional como nacional.

Que el alumno recopile toda información variable acerca del trigo, así como las tecnologías existentes para su explotación.

Conocer las prácticas culturales necesarias para optimizar su producción.

META

Que se disponga de la información requerida para la producción de cultivo del trigo.

III. INTRODUCCION.

El cultivo de trigo fue introducido a México por los españoles a principios de 1520, y en la actualidad el trigo a nivel mundial, es el cereal de mayor importancia por su producción y valor nutritivo, constituyendo unos de los alimentos básicos de la población de México y el mundo. Actualmente este cultivo ocupa el primer lugar de los cereales en la aportación de proteínas con un 75 por ciento del consumo proteínico a nivel mundial.

El trigo se adapta mejor a climas templados y fríos. Gran parte de nuestro país tiene clima templado, razón la cual México es potencialmente uno de los mayores productores de este cereal.

La superficie cultivada de trigo, en México en los últimos años ha oscilado alrededor de 738 mil hectáreas, de las cuales el 83 por ciento se desarrolla bajo condiciones de riego y 17 por ciento de temporal, contradiciendo un 95 por ciento de la superficie cultivada a trigo harinero o panadero (*Triticum aestivum*), el resto a trigo duro o cristalino (*Triticum durum*), específico para la producción de pasta. El área se ha reducido con el tiempo en un 14 por ciento y el rendimiento por hectárea en general se ha incrementado en un 106 y 140 por ciento, respectivamente.

Se puede asegurar que alrededor del mundo en todos los meses del año se produce trigo, ya que las condiciones climatológicas de las diferentes regiones permiten su cultivo, por la variación de estaciones que se presentan en las diferentes latitudes.

Actualmente nuestro país cuenta con un centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo, así como un banco de germoplasma mundial, que esta aumenta con la adición de germoplasma traído de todas las zonas trigueras del mundo.

El cultivo de trigo tiene gran importancia en el estado de Coahuila, ya que es una de las actividades que brindan mayores ingresos económicos a las familias de

campesinos de las diferentes zonas trigueras de la entidad. Sin embargo, se puede afirmar que el desarrollo tecnológico alcanzado en las diferentes zonas del estado es heterogéneo, ya que en la Comarca Lagunera, Zaragoza y Norte del Estado se observa una alta tecnología, mientras en la región Central y Sur esto no se ha logrado.

En las zonas de temporal del Estado de Coahuila, donde se presentan precipitaciones erráticas y escasas, es necesario contar con variedades criollas diferentes al pelón colorado y candeal que a la fecha se han vuelto susceptibles a roya, razón principal por la cual se presenta bajo rendimiento.

IV. REVISION DE LITERATURA.

4.1. Origen.

El origen del trigo cultivado actualmente se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en esta área, emparentadas con el trigo desde Oriente Medio. El cultivo de trigo se difundió en todas las direcciones.

Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *T. dicoccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar. (Garnica, 2004).

En los registros históricos, el trigo es originario de la parte sureste de Asia (FOA 1990). Sin embargo, desde los tiempos prehistóricos el trigo ya era cultivado en los países de Grecia, Persia, Egipto y en toda Europa.

Los trigos, cultivados y silvestres se hallan incluidos en el género *triticum* del cual se conocen más de 30 especies. Dentro de estas especies existen tres subdivisiones: diploides, tetraploide y hexaploides, según el número de cromosomas contenidos en sus células reproductoras; ($n=7$, $n=14$ y $n=21$), respectivamente; dentro de estas subdivisiones existen diferencias en características anatómicas y morfológicas, en las cuales, los trigos tetraploides han sido originados por los antiguos trigos diploides, generalmente mediante hibridación con gramíneas silvestres (Bewley y Black, 1978).

El origen genético del trigo es de gran interés, pues constituye un ejemplo clásico de cómo puede combinarse en la naturaleza en una serie poliploide de especies íntimamente relacionadas entre sí. Las especies de *Triticum* y sus parientes más cercanos se dividen en grupos diploides, tetraploide y hexaploides, con número cromosómico de $2n=14$, 28 y 42 respectivamente (Bewley y Black, 1978).

Las especies pertenecientes a los grupos de los tetraploides se han originado aparentemente de las combinaciones entre dos especies diploides, *Triticum monococum* (AA) y *Aegilops speltoides* (BB) o parientes próximos de estas especies; Esta cruce dio origen a los Emmer tetraploides con la fórmula genómica AABB (Bewley y Black, 1978).

Los trigos hexaploides se originaron como anfiploides, entre los Emmer tetraploides (AABB) y *Aegilops squarrosa* (DD), se ha sintetizado un trigo hexaploide semejante al *T. suelta* (AABBDD) que forman híbridos fértiles. (Bewley y Black, 1978).

V. Importancia económica y distribución geográfica.

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado.

Es considerado un alimento para consumo humano, aunque gran parte se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de la transformación industrial.

La propiedad más importante del trigo es la capacidad de coacción de la harina debida a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre.

El trigo se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte.

5.1. Importancia mundial.

El trigo ocupa el primer lugar en producción y es el más extenso cultivo del mundo, entre los cereales básicos de la alimentación humana y animal (Moreno, 1996). Más de 1000 millones de seres lo consumen de diversas formas. Nutritivamente, el trigo ocupa el primer lugar aportando el 16 por ciento de proteína mundial total, incluyendo todos los productos alimenticios agropecuarios.

Desde comienzos del siglo actual ha habido un enorme aumento en la producción triguera mundial. Las prácticas agrícolas han experimentado un mejoramiento general en el mundo, que ha hecho posible obtener gran rendimiento de trigo por unidad de superficie.

Las principales regiones trigueras del mundo, son donde las lluvias anuales no alcanzan los 750 mm. (Flores, 2004), a medida que disminuye esta cantidad, la producción es menos segura. Sin embargo utilizando prácticas culturales adecuadas se consiguen buenos rendimientos hasta con 400 mm. anuales.

Mediante que transcurre el tiempo, el cultivo de trigo se ha venido sembrando en proporciones cada vez mayores, debido a su éxito de adaptación, ha estado ligado con el desarrollo de la agricultura en general y a la adopción de nuevos instrumentos y técnicas de cultivo, que tuvieron lugar en muchos países como Canadá, EUA y China, (FAO. 1978).

El incremento de sembradíos, combinados con los rendimientos extraordinarios, permitió alcanzar los niveles de producción más altos de todos los tiempos, (CIMMYT, 1990 – 1991). En muchos de los principales productores de trigo en el mundo, incluidos Canadá, China, EUA y la URSS, aunque no llegó a esos niveles de producción en Europa Oriental. En Australia y Argentina aumento considerablemente. La India y Pakistán también tuvieron buenas cosechas, mientras que Egipto incremento la producción en un 25 por ciento gracias a que el rendimiento mostró más de 5.0 ton/ha.

5.2. Importancia nacional.

En México el consumo de trigo muestra una tendencia creciente, tanto en el medio urbano como en el medio rural, observándose el nivel más alto en el primero y los incrementos más rápidos en el segundo (Molina, 1990). Los habitantes urbanos han substituido más rápidamente el maíz por trigo, lo que explica el consumo más alto del trigo.

En México se siembra trigo en casi todos los estados de la República y se adapta tanto a tierras pobres como a ricas, zonas húmedas, semihúmedas y secas (Moreno, 1996). Bajo estas condiciones, en México se pueden considerar seis zonas importantes en la producción de trigo:

- 1).- Zona Noroeste, abarca los estados de Sonora, Sinaloa, Baja California (Norte y Sur), cuya altitud sobre el nivel del mar es de 0 a 150 metros.
- 2).- Zona del bajío, Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, y parte de San Luis Potosí, cuya altura varía de 1200 a 1700 m.s.n.m.
- 3).- Región de la Laguna, que comprende parte de los estados de Coahuila y Durango con 1000 a 1200 m.s.n.m.
- 4).- Zona Centro, Aguascalientes, Zacatecas, Durango, y parte de San Luis Potosí con una altura de 1900 a 2500 m.s.n.m.
- 5).- Zona Norte, abarca Chihuahua, Coahuila, Nvo. León y Tamaulipas, con una altura de 300 a 1100 m.s.n.m.
- 6).- Los Valles Altos de México, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y Oaxaca con una altura de 1900 a 2400 m.s.n.m.

5.3. Importancia estatal.

En el norte del estado de Coahuila se siembran aproximadamente 38,000 has. de tierras irrigables de las cuales 15,000 has. se establecen en el ciclo agrícola Otoño – Invierno, de esta superficie se establece aproximadamente el 34.13 % del cultivo de Trigo.

Las regiones hidrológicas que comprenden el área de influencia de las dos agencias son Región Bravo – Conchos y Región Mapimí, destacando las cuencas: Río Bravo - Piedras Negras, Río Bravo - Nuevo Laredo, Presa Falcón – Río Salado y el Valle del Hundido. El 95% del agua para el riego del cultivo de trigo provienen de manantiales y pozos cabe hacer mención que en muy bajo porcentaje se utiliza el riego de bombeo combinado con el de gravedad.

5.4. Importancia regional.

En el ciclo Otoño Invierno se establecen cerca de 5,119 has. de trigo de esta superficie en su totalidad son de riego, las principales zonas donde se establecen el trigo son los municipios de Nava, el área conocida como Cinco Manantiales, Cuatrociénegas; Sacramento, Nadadores, San Buenaventura, la Madrid y Abasolo.

La producción media de la región es de tres toneladas por ha. en condiciones climatológicas normales se producen alrededor de 15,900 toneladas de un superficie promedio de 5,300 has., en el ciclo inmediato anterior la producción rebaso las 29,000 toneladas.

VI. Variedades de trigo.

Debido a la diversidad de usos del trigo existe una gran diversidad de variedades, actualmente se comercializan variedades de paja corta y de alto rendimiento, así como variedades de verano e invierno, pero la resistencia al frío de esta última debe mejorarse.

Los trigos de invierno suelen cultivarse en las zonas templadas, y los de verano predominan en zonas con inviernos fríos (altas latitudes) o con inviernos demasiado suaves (bajas latitudes).

En general puede distinguirse tres variedades en función de su ciclo:

- Variedades de otoño o de ciclo largo.
- Variedades de primavera o de ciclo cortó.
- Variedades alternativas.

Trigos de invierno y primavera, la diferencia entre ellas se basa en la duración del periodo vegetativo. Las variedades de otoño y primavera se diferencian en la integral térmica, tomando como cifras medias las siguientes:

- Trigos de otoño: 19.00-24.00 °C.
- Trigos de primavera: 12.50-15.50 °C.

6.1. Descripción botánica.

El trigo pertenece a la familia de las gramíneas (*poaceae*), siendo las variedades mas cultivadas *Triticum durum* y *T. compactum*. El trigo harinero hexaploide llamado *T. aestivum* es el cereal panificable mas cultivado en el mundo.

Cuadro 1. Clasificación botánica del trigo.

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Clase	Monocotiledónea
Orden	Glumiflorae
Familia	Gramínea
Tribu	Triticea
Genero	Triticum
Especie	Aestivum

6.2. Definición taxonómica del trigo.

6.2.1. Raíz.

Suele alcanzar mas de un metro, situándose la mayoría de ellas en los primeros 25 cm. de suelo. El crecimiento de la raíz comienza en el periodo de ahijado, estando ramificada. El desarrollo de la raíz se considera completo al final del “encañado”. En condiciones de secano la densidad de raíces es mayor como corresponde a un mayor desarrollo de las plantas.

6.2.2. Tallo.

Es hueco (caña), con 6 nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado. La altura del tallo es variable, según las variedades, normalmente de 60 a 120 cm. Sin embargo existen trigos enanos de 25 a 30 cm. y trigos de 120 a 180 cm.

6.2.3 Hojas.

Las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta.

6.2.4. Inflorescencia.

Es una espiga compuesta de un tallo central de entrenudos cortos, llamado caquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas más o menos coriáceas o glumas, a ambos lados. Cada espiguilla representa nueve flores, de las cuales aborta la mayor parte, quedando dos, tres, cuatros y a veces hasta seis flores.

6.2.5. Flor.

Consta de un pistilo y tres estambres. Esta protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados.

6.2.6. Fruto.

Este comienza a desarrollarse después que ha ocurrido la antesis, alcanzando su tamaño normal entre 30 y 50 días (depende de la variedad), el fruto es un cariósipide, es decir, un fruto seco e indehiscente a cuya única semilla esta adherido el pericarpio. Tiene forma ovoide con una ranura en la parte ventral.

Prácticamente, el grano de trigo puede considerarse formado por tres partes.

- El germen o embrión (incluyendo su cubierta o escutelo) que da lugar a nueva planta.
- El endosperma, de naturaleza amilácea, que suministra el alimento a la nueva planta en los primeros estadios de desarrollo del embrión. El endosperma contiene las sustancias de reserva, constituyendo la masa principal del grano.
- Los distintos tegumentos que envuelven el grano, constituyen su cubierta protectora (involucro).

6.3. Contenido de proteína.

El trigo se compara favorablemente con otros cereales en cuanto a valores nutritivos. Su contenido de proteína es más alto que el del arroz, maíz y sorgo. El cual es influido por la variedad de trigo, condiciones ambientales y de manejo (tales como temperatura, humedad, métodos de cultivo, tipo de suelo y disponibilidad de nitrógeno).

El porcentaje de proteína en el trigo puede ser manipulado hasta ciertos límites por la cantidad de fertilizante aplicado y tiempo de aplicación. La aplicación de nitrógeno al suelo en las primeras fases del cultivo (antes de floración) resulta generalmente en un rendimiento más alto y la aplicación de nitrógeno al momento de la floración o un poco mas tarde producirá generalmente más proteína en el grano (Besnier, 1989).

6.4. Composición química del trigo.

Teniendo en cuenta el gran número de variedades de trigo, resulta sorprendente que la composición del grano varíe tan poco, como se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química del grano de trigo.

Componentes	%
Humedad	8 a 17
Almidón	63 a 71
Proteína (Nx5,7)	8 a 15
Celulosa (fibra)	2 a 2.5
Grasa	1.5 a 2
Azúcares	2 a 3
Materia mineral (cenizas)	1.5 a 2

VII. Requerimientos Edafoclimaticos.

7.1 Temperatura.

La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo es entre 10 y 24 °C, pero lo más importante es la cantidad de días que transcurren para alcanzar una cantidad de temperatura denominada integral térmica, que resulta de la acumulación de grados días. La integral térmica del trigo es variable según la variedad de que se trate. Como ideal puede decirse que los trigos de otoño tienen una integral térmica comprendida entre los 18.50 °C y 23.75 °C.

La temperatura no debe ser demasiado fría en invierno ni demasiado elevada en primavera ni durante la maduración. Si la cantidad total de lluvia caída durante el ciclo de cultivo ha sido escasa y es especialmente intensa en primavera, se puede producir el asurado.

7.2. Humedad.

En años secos un trigo puede desarrollarse bien con 300 ó 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera.

7.3. Suelo.

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio, abundante lluvia durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención. En general se recomienda que las tierras de secano dispongan de un buen drenaje (Weaver, 1996).

7.4. p.H.

El trigo prospera mal en suelos ácidos; los prefiere neutros o algo alcalinos. También los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren los suelos neutros o alcalinos.

VIII. Ciclo vegetativo.

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos:

El período vegetativo, que comprende de la siembra hasta el comienzo del encañado.

El período de reproducción, de encañado hasta terminación del espigado.

El período de maduración, que comprende de final del espigado hasta el momento de recolección.

8.1. Germinación.

El periodo de germinación y arraigo del trigo es importante para la cosecha de grano. El grano de trigo necesita para germinar humedad, temperatura y aeración adecuada

La temperatura óptima de germinación es de 20-25°C, pero puede germinar de los 3-4°C hasta los 30-32°C. El aire es necesario para activar los procesos de oxidación, por lo tanto la capa superficial del terreno debe estar mullida; la humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%, cuando se sobrepasa este porcentaje de humedad la conservación del grano se hace difícil.

La facultad germinativa del trigo se mantiene de 4-10 años, aunque el período de utilización no debe sobrepasar los dos años, ya que a medida que transcurre el tiempo, disminuye la capacidad germinativa

Una vez que se forman las raíces primarias y alguna hoja verde, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano; en este momento termina el periodo de germinación.

8.2. Ahijamiento.

El tallo del trigo es una caña (con nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema que origina una hoja. Cuando los entrenudos se alargan al crecer (encañado), se observa que cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos.

El alargamiento de los entrenudos ocurre en su parte baja, pero este crecimiento no se produce hasta la fase de encañado. Durante un largo periodo, las zonas de los tallos que están en contacto con la tierra, crecen de otro modo dando lugar a raíces adventicias y nuevos tallos secundarios llamados "hijos"; se dice entonces que el trigo "ahija" o "amacolla", denominándose "padre" a la planta principal que salió del grano, "hijos" a las secundarias y siguientes y "macolla" al conjunto de todas ellas.

El segundo nudo del trigo siempre se encuentra a uno o dos centímetros bajo el suelo, independientemente de la profundidad de siembra, este nudo se denomina "nudo de ahijamiento", pues en él es donde se forman los "hijos" anteriormente citados. No existe un límite de ahijamiento definido, ya que una sola planta puede tener incluso 400 hijos, pero normalmente las plantas bien ahijadas tendrán hasta 20 hijos.

En trigos de riego, especialmente de primavera, se suelen emplear trigos que ahijen poco. El trigo ahija más si las siembras son espaciadas, tempranas y manteniendo una humedad adecuada. Es conveniente que las variedades de otoño amacollen, pues resistirán mejor las heladas de invierno y los "hijos" de otoño darán mejores espigas que los de primavera, ya que disponen de mayor tiempo para desarrollarse.

El aporcado de las plantas favorece el ahijamiento, pues al enterrar más nudos sirve para convertirlos en nudos de ahijamiento. Este es uno de los objetivos que se persiguen con las binas y los gradeos dados al sembrado.

El poder de ahijamiento es un carácter varietal pero además influye la fertilización nitrogenada, fecha de siembra y temperatura, que condiciona la duración del periodo de ahijamiento. Las variedades de trigo que ahijan poco dan lugar a gran producción, y para compensar esa falta de ahijamiento, deben sembrarse a mayor densidad.

El macollado comienza cuando el trigo tiene tres o cuatro hojas, si ocurre en otoño el nacimiento de "hijos", el crecimiento de las hojas se paraliza con las bajas temperaturas, pero como la tierra sigue caliente varios días, la raíz sigue creciendo y profundizando. Durante el frío del invierno se paraliza toda la actividad vegetativa, después del frío sigue amacollando el trigo, hasta que se presentan mayores temperaturas comienza a encañar.

En condiciones de secano conviene que la raíz esté bien desarrollada y profunda, pues las capas superficiales se desecan con facilidad, para conseguirlo se requiere realizar labores de subsuelos.

8.3. Encañado.

Tiene lugar una vez que comienza a elevarse la temperatura, los nudos pierden la facultad de emitir hijos y comienzan a alargarse los entrenudos del tallo. El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos.

La caña sigue alargándose durante el espigado, hasta el final de la madurez, alcanzando longitudes diferentes según la variedad. La altura del tallo no tiene relación con la producción de grano, pero sí con la de paja, que es mayor en variedades más altas.

La caña no queda al descubierto todavía en esta fase, pues no sale de entre las hojas hasta el espigado. En esta fase queda rodeada por la vaina. El grosor de la caña varía según las variedades, siendo frecuente las cañas gruesas en variedades de poco ahijamiento. Las variedades de caña gruesa no siempre son más resistentes al encamado

Durante la fase de encañado la planta sufre una gran actividad fisiológica que no finaliza hasta la madurez. La extracción de elementos nutritivos del suelo es muy elevada, sobre todo nitrógeno. La extracción de agua del suelo empieza también a ser considerable.

Cuando la espiga empieza a apuntar entre las hojas comienza la fase de "espigado". En este momento comienzan a ser peligrosas las heladas tardías de primavera.

Los estambres se secan, caen y el ovario fecundado, crece convirtiéndose en un grano de trigo verde, hinchado, lleno de un líquido lechoso, a partir de este momento comienza la madurez del trigo.

8.4. Espigado.

El periodo de "espigado" es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración, extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores emigran a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando. La cantidad de agua necesaria para transportar a los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que la raíz deseque la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase es muy importante.

8.5. Maduración.

El periodo de maduración comienza en la "madurez láctea" cuando las hojas inferiores ya están secas, las tres superiores y el resto de la planta está verde, enseguida tiene lugar la "maduración pastosa", en la que sólo se mantienen verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo.

A tres o cuatro días del estado pastoso llega el cereal a su "madurez completa". Finalmente se alcanza la "madurez de muerte", en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis.

La lentitud de "la muerte" del trigo es el principal factor para su buena granazón, por lo que es imprescindible que las temperaturas sean suaves, pues si sobrevienen vientos secos o calor excesivo el grano de trigo se "asura", es decir, madura precipitadamente y no se acumulan en la semilla las sustancias de reserva que se necesitan para un adecuado grosor del grano.

IX. Características culturales.

9.1. Preparación del terreno.

El trigo requiere un terreno asentado, mullido, limpio de malas hierbas y bien desmenuzado. La naturaleza de las labores, el modo de ejecutarlas y la época oportuna para su realización, varía con el cultivo que precedió al trigo, la naturaleza del suelo y clima.

Si anteriormente la tierra no ha sido cultivada, será necesario roturarla mucho antes de la siembra del trigo y seguir con un barbecho labrado de al menos un año. Una vez roturada la tierra (en primavera), se deja sin labrar hasta las primeras lluvias de otoño. Durante el invierno hasta mayo, por estar en su punto se darán tres o cuatro labores. La primera será más profunda, para permitir la penetración del agua en las capas inferiores del suelo; las otras serán siempre cruzadas con la anterior, siendo más superficiales. Antes de sembrar se hará una rastra para deshacer los terrones.

El trigo después del cultivo de una leguminosa, se realizará una labor profunda antes del verano, pues las leguminosas poseen raíz gruesa, y dejan huecos en el suelo perjudiciales para el trigo. Después bastará una labor superficial y una rastra antes de la siembra.

De forma general, antes de la siembra, si el terreno es muy suelto conviene dar un pase de rodillo para comprimir el suelo y, después de la siembra, otro para que la tierra se adhiera bien a la semilla.

9.1.1.Época de siembra.

Los trigos de invierno se siembran en otoño y exigen un periodo largo de baja temperatura (si se siembra en primavera no se desarrolla más que hasta el estado de ahijamiento y se mantienen estéril). El trigo de verano se siembra en primavera o en otoño, sobre todo en zonas mediterráneas con inviernos suaves.

El trigo sembrado en otoño da rendimiento superior debido al largo periodo vegetativo, los avances en mejora genética de trigo de invierno está adquiriendo cada vez mayor importancia.

En zonas más frías se recomienda una fecha intermedia; ya que las muy tempranas exponen la cosecha a heladas tardías, y las tardías, al peligro de heladas de otoño, o invierno, y, más tarde, al asurado del grano por los vientos cálidos del verano.

9.1.2. Profundidad de siembra.

La siembra debe realizarse en surcos separados a una distancia entre 15 y 20 cm., en general a 17 cm., a una profundidad de siembra de 3-6 cm.

Únicamente se sembrará a mayor profundidad en los siguientes casos:

- En tierras muy sueltas, donde la semilla, una vez germinada, pueda estar expuesta a desecación.
- En siembras tardías, pues conviene proteger al trigo de heladas.
- Cuando la preparación del terreno no se realice de forma adecuada.

9.1.3. Densidad de siembra.

Se emplea una densidad de 300-400 semillas/m² (de 100 a 130 kilos semillas/ha), con un mínimo de 80% de poder germinativo.

Siembra mecanizada. Este método de siembra presenta diversas ventajas sobre la siembra a voleo o a chorrillo.

- Ahorro de semilla entre el 30-50%.
- Uniformidad en la distribución de los surcos.
- Establecimiento de la profundidad de siembra según las necesidades.
- Permite el laboreo entre líneas.

La siembra mecanizada requiere las siguientes condiciones:

- Parcelas de extensión suficiente.
- Terrenos de escasa pendiente.
- Buena preparación del terreno.

Para algunos distritos de riego del estado de Coahuila las fechas recomendadas se presentan en el cuadro.

Cuadro. Época de siembra para algunas de las variedades recomendadas para regiones e Coahuila.

Cuadro 3 Época de siembra.

Variedades	DDR	Época de siembra
Tardías	001, 002 y 003	1 al 30 Noviembre
Intermedias	001, 002 y 003	1 al 31 Diciembre
Condiciones de riego	Sierra de Arteaga	15 de Enero al 15 Febrero
Condiciones de riego	Gral. Cepeda, Ramos Arizpe, Parras y Saltillo	15 de Noviembre al 31 de Diciembre
Condiciones de temporal	Sierra de Arteaga	1 de Noviembre al 15 de Diciembre

9.2. Método de siembra.

El trigo puede sembrarse de diferente forma, de acuerdo con la textura del suelo y grado de incidencia de maleza.

El método de siembra depende de las regiones. Por ejemplo, para el estado de Coahuila se recomienda sembrar en melgas.

9.2.1. Melgas.

Este método es para suelos de aluvión, principalmente. La siembra se efectúa en plano a tierra venida y después se marcan melgas, cuya forma y tamaño dependerá de la nivelación del terreno; pueden ser cuadradas, rectangulares o de forma irregular cuando se hacen con curvas de nivel.

9.2.2. Surcos en corrugaciones.

Se utiliza en suelos de barrial preparados mediante labranza convencional y se efectúa la siembra en plano, luego se forman surcos poco profundos de 70 a 90 centímetros de separación, siendo conveniente marcar a 76 centímetros, para utilizar labranza mínima enseguida se da el riego de germinación.

Si se usa labranza mínima en trigo se deposita la semilla sobre la surquería y se revive la marca del cultivo anterior, para tapar la semilla y conducir el agua de riego. Posteriormente se realiza el riego de germinación.

9.2.3 Surcos en dos hileras.

Sobre el surco se siembran dos hileras de 20 a 35 centímetros entre sí, con sembradora de bote o tipo raíz. Si se usa mínima labranza, la siembra se realiza una vez que se ha revivido la marca del cultivo anterior. Enseguida se procede a dar el riego. Cuando se tiene problema fuerte de maleza, se puede sembrar en húmedo; para ello se procede a marcar o revivir el surco para luego aplicar el riego de presiembra.

Al dar punto el suelo, labrar la tierra para después sembrar en húmedo, evitándose aplicar herbicida. La siembra en hilera tiene la ventaja de que permite el paso de cultivadoras, eliminando malas hierbas en las primeras etapas de desarrollo y pueden aplicarse fertilizantes u otros productos. En caso de requerirse la aplicación de herbicidas, éstos se aplican en forma parcial en el lomo del surco. Al utilizar este método se facilita la mínima y cero labranza, reduciéndose los costos de producción.

La siembra en húmedo se recomienda en terrenos infestados de malezas o bien en suelos de textura franca o de aluvión, depositando en este caso la semilla a una profundidad de 6 a 7 centímetros. La siembra en seco se recomienda en suelos arcillosos, o cuando se sigue el sistema de rotación trigo-sorgo-trigo o trigo-maíz-trigo, ya que de esta manera se aprovecha mejor el intervalo de tiempo entre cultivos. La profundidad para depositar la semilla en siembras en seco deberá ser de 3 a 5 centímetros para una mejor germinación y emergencia de plantas.

La siembra se recomienda realizarla con una sembradora - fertilizadora de grano pequeño, la cual deposita la semilla a chorrillo en hileras separadas 17.5 centímetros. Con este equipo se permite también la aplicación más adecuada de fertilizante.

En las áreas donde se siembra trigo de temporal en tierra venida, la semilla se puede sembrar al voleo en forma manual o mecanizada, incorporándola inmediatamente después con una rastra de rama.

9.3. La Fertilización del cultivo de trigo.

La dosis para fertilizar el trigo es diferente en función de número de riegos aplicados y de la rotación de cultivos (Colin, 1998). En las diferentes regiones del estado de Coahuila, las dosis recomendadas son las siguientes:

En el norte y centro del estado en los DDR 001, 002 y 003 con tres riegos de auxilio se recomiendan 120 kilogramos por hectárea de fósforo, debiendo aplicarse todo el fósforo y la mitad de nitrógeno al momento de la siembra, y la otra mitad del nitrógeno antes del primer riego de auxilio. Cuando se apliquen uno o dos riegos de auxilio, se sugiere emplear 65 kilogramos de nitrógeno por hectárea de fósforo, debiendo aplicarse todo el nitrógeno y fósforo al momento de la siembra.

En el sur de Coahuila en el DDR 004 cuando el trigo entra en rotación con papa y éste último cultivo se fertilizó con alta dosis de nitrógeno y fósforo, entonces se recomienda aplicar 120 kilogramos por hectárea de fósforo. Es preferible incorporar la

mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno antes del primer riego de auxilio.

9.3.1. Nutrición.

Nitrógeno.

La absorción de nitrógeno depende de su disponibilidad en forma asimilable, como consecuencia puede dar lugar a una absorción excesiva, debido a condiciones adversas; como puede ser: la prolongación de la fase vegetativa, retraso de la maduración, disminución de la resistencia al frío y al encamado y mayor sensibilidad a las enfermedades.

El mayor rendimiento se logra cuando se aporta una mayor cantidad de nitrógeno al comienzo del macollado y una mayor cantidad de nitrógeno durante el crecimiento del tallo. El aporte de nitrógeno demasiado temprano produce un exceso de espigas de reducido tamaño y estériles. El abonado tardío por su parte reduce la fertilidad de las espigas. Se estima que para una cosecha de 1000 kilos de grano la extracción de nitrógeno es de 24-31 kilos. (Alonso, 2004).

La reserva de nitrógeno en trigo de invierno se estima a final del invierno y se confirma con exactitud por medio de análisis de nitrógeno. El balance de nitrógeno en el suelo se ve afectado por las condiciones climatológicas en invierno, en particular por la temperatura en el horizonte más superior del suelo y la precipitación.

Fósforo.

Es adsorbido por la fracción coloidal del suelo y por ello debe ser aportado en cantidad suficiente al mismo. El fósforo favorece y anticipa la granazón y madurez de la semilla: una abundancia de fósforo puede anticipar, hasta una semana, la cosecha de trigo. Las cenizas del grano de trigo contienen el 50% de P_2O_5

El fósforo endurece los tejidos dando más rigidez a la planta, mejorando la resistencia a heladas, encamado y asurado; siendo además un elemento importante en la fecundación de la flor y granazón. La deficiencia de fósforo se manifiesta por la coloración purpúrea de las hojas y tallos.

Con respecto a estos dos elementos, se estableció que en el caso de nitrógeno se considera como fuente principal el gas inerte N_2 que constituye aproximadamente el 78% de la atmósfera terrestre (Ansorena, 1994).

Potasio.

El potasio interviene en la formación de almidón y en el desarrollo de la raíz. Reduce la transpiración, por lo que aumenta la resistencia a la sequía. Como contribuye a la formación de un buen sistema radicular, proporciona mayor resistencia al frío. La extracción de potasio es máxima durante el periodo del encañado.

La deficiencia en potasio se manifiesta por el crecimiento dislocado, los ápices amarillentos y torsión de las hojas. Además reduce la formación de almidón en el grano y una disminución en la superficie de las hojas. (Bellapart, 1998).

Azufre.

Se aporta al suelo de manera regular, bien como estiércol o en forma de sulfato; pero el uso de abonado líquido reduce la cantidad de azufre aplicada al suelo.

Calcio.

Es indispensable para el desarrollo del trigo, pues influye en la formación y madurez de granos; aunque no influye tanto en la producción como el nitrógeno, fósforo y potasio. Se halla en mayor cantidad en las hojas y cañas que en el grano. Su carencia es rara. Los síntomas de carencia son hojas jóvenes amarillentas, secas corchosas; y espigas pequeñas e incompletas.

Magnesio.

Su carencia se manifiesta primero en las hojas viejas y se presenta solamente en suelos muy ligeros o pobres o debido a un exceso de potasio.

En el cuadro 4 se muestran los fertilizantes de uso frecuente para el trigo y su conveniencia en determinados tipos de suelos:

Cuadro 4. Tipos fertilizantes.

Tipo de abono	Riqueza (%)	Conviene en suelos
Superfosfato de cal	16-20	Neutros o alcalinos
Sulfato amónico	20-21	Neutros, alcalinos y salinos
Cianamida cálcica	20-22	Ácidos
Nitrato amónico cálcico	20-26	Neutros
Nitrato sódico	15-16	Ricos en cal y no salinos
Nitrato cálcico	15-16	Ácidos
Cloruro potásico	44-50	Ricos en cal

9.3.2. Abono orgánico.

La importancia de la materia orgánica radica en su efecto como correctora de los defectos que se puedan presentar en el crecimiento radicular y área foliar del trigo: aumenta la retención del nitrógeno amoniacal, fósforo y potasio; hace más compactos los terrenos arenosos y comunica soltura a los arcillosos, poco permeables y difíciles de labrar; y aumenta las reservas hídricas del suelo.

En seco se recomienda aplicar 10.000-20.000 kilos/ha; y en regadío pueden emplearse 30.000 kilos/ha.

X. Riego.

En suelos arcillosos se recomienda aplicar un riego de presembrado con una lámina de 20 a 25 centímetros; el primer auxilio corresponderá a la etapa fisiológica de amacollamiento; el segundo auxilio al encañe y el tercero durante embuche e inicio de floración.

Cuando sólo se apliquen 2 riegos de auxilio, deberán darse en las etapas de amacollamiento y embuche. Cuando sólo un riego se aplique se administrará entre las etapas de amacollamiento y encañe. El número de riegos recomendados en suelos de textura ligera o arenosa son cinco: el primero de presembrado con 20 a 25 centímetros de lámina y cuatro de auxilio con láminas de 10 a 12 centímetros, debiéndose aplicar en las etapas que antes se señalaron. Sin embargo, el cuarto auxilio se recomienda aplicarlo en la etapa de estado lechoso del grano.

En suelos ligeros o arenosos cuando se tenga riego incompleto (uno o dos auxilios) deberán aplicarse preferentemente en las etapas antes mencionadas en el caso de los suelos arcillosos.

10.1. Nivelación.

En la producción de trigo en condiciones de riego, se deberá llevar a cabo esta operación en terrenos cuyas pendientes sean mayores de 0.1% (10 centímetros por cada 100 metros), utilizando una niveladora o escrepa. Esta labor permite una aplicación y distribución uniforme del agua de riego.

En lotes nivelados cuando se desea mejorar el microrelieve, se aconseja el empareje del terreno, para mejorar la distribución del agua, pudiendo realizarse con riel, tablón o emparejadora.

10.2. Trazo de riego.

Se realiza para mejorar la distribución del agua dentro del terreno, de acuerdo a su topografía para evitar el acarreo y erosión del suelo, así como las deficiencias en la aplicación del agua. El trazo de riego podrá hacerse en melgas rectas o en contorno, con 5 a 10 centímetros de desnivel cada 100 metros. La longitud de las melgas se aconseja que tengan un máximo de 100 metros en suelos de textura ligera o arenosa y una longitud no mayor de 200 metros en suelos arcillosos o pesados. El ancho de la melga será función del gasto o volumen de agua disponible y tamaño de la maquinaria con que se cuente.

10.3. Riego por surcos.

En este método se trazan surcos desde la cabecera, a unos diez centímetros de profundidad, en el sentido de la máxima pendiente, y poco distanciado entre sí (40-80 cm). Por los surcos se hace correr el agua, de modo que esta avanza poco a poco y en el extremo se vierte a otra reguera que la vuelve a distribuir en otros surcos.

Este método no es conveniente en terrenos sueltos y permeables, ya que el agua desciende rápidamente y se extiende con gran lentitud horizontalmente, y cuando se llega a humedecer toda la superficie se han gastado grandes cantidades de agua obteniendo baja eficiencia.

10.4. Riego por aspersión.

Es recomendable su uso en terrenos muy desnivelados empleando aspersores de medio o pequeño alcance y de gota fina, en lugar de los de gran alcance.

El riego intermitente consiste en la aplicación discontinua de agua a surcos o en melga en base a una serie de intervalos de tiempo variable o fijo. Los antecedentes señalan que con esta nueva técnica de aplicación del agua de riego se logran menos pérdidas por precolación, aplicaciones mas ligeras y ahorro de agua, energía y mano de obra; mientras que las desventajas incluyen la posibilidad de riego insuficiente, un nivel mas alto de manejo, equipo y aparatos necesitan mantenimientos y las posibilidades de escurrimiento excesivo.

Para evaluar esta técnica, en el año de 1988 se efectuó un trabajo que incluyo el riego de presiembra y cuatro riegos de auxilios en el cultivo de trigo bajo el método de siembra en surcos. El estudio consistió en aplicar gastos de entrada y ciclos de intermitencia en base a duración variable-distancia de avance constante.

Concluyéndose que la relación entre el tiempo de avance intermitente/tiempo de avance con tiempo continuo esta determinada por el numero de ciclos y su oportunidad. Para los gastos probados se observo una tendencia al incremento en la longitud de la lámina aplicada a partir de derivar el gasto en forma continua hasta la aplicación del gasto en forma intermitente con cuatro ciclos.

Independientemente de los tratamientos evaluados, el criterio de suspender el riego cuando el frente de avance alcanza la parte final del surco origina aplicaciones ligeras de lamina de riego (menores de 7.46 cm) y consecuentemente que la eficiencia de aplicación fuera del 100%, tomando como nivel de referencia 60 cm de profundidad del suelo.

La eficiencia de requerimiento y uniformidad de distribución fue mayor al aplicar el gasto en forma intermitente, comparado con el gasto aplicado en forma continua.

En relación a la fenología, no se detecto diferencia significativa entre tratamientos respecto a producción de materia seca, altura, numero de espigas y hojas por planta y rendimiento.

El principal objetivo del riego a los cultivos es el de reponer la humedad consumida en el área donde se encuentra la raíz; un exceso de aplicación del agua en esta zona no solo causa desperdicios, sino que origina un lavado de nutrientes; en caso contrario, la falta de agua provoca un decremento en la evapotranspiración y funciones metabólicas ocasionado bajo rendimiento en los cultivos.

Los métodos tradicionales de riego por superficie actualmente utilizados en las áreas de riego en el país, muestran una eficiencia global aparente del 43%, donde la eficiencia de aplicación a nivel parcelario es alrededor del 65%. Para incrementar este índice se hace necesario implementar metodologías de diseño y operación del riego superficial, aunado a técnicas adecuadas y personal capacitado.

La aplicación del riego en forma intermitente ha sido evaluada por el servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica, y según los reportes alcanzan una eficiencia en la aplicación hasta del 80%, lo que implica un ahorro significativo en los volúmenes utilizados en los riegos durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Además se pueden aplicar láminas pequeñas de riego (menos de 10 cm) que actualmente solo es posible dosificarlas mediante métodos de aspersión y de goteo; asimismo, se reporta una mejor distribución en el perfil del suelo a humedecer.

El flujo intermitente se define como una serie de ciclos e incluye dos fases: la primera es cuando el agua fluye de la regadera al surco (tiempo con flujo) (Karmeli y Peri, citados por Castro en 1983) y la segunda es cuando el agua no fluye al surco (tiempo sin flujo). La duración de las fases con o sin flujo puede ser de tiempos iguales o diferentes y varía desde algunos minutos hasta unas horas. Según el propio Karmeli, el flujo intermitente tiene su origen en la aplicación del flujo de los sistemas de riego por aspersión (Karmeli 1983).

El rápido avance con flujo intermitente propiciado por el fenómeno de sellado de superficie, y que consiste en que después de que el agua se ha infiltrado las partículas del suelo se lubrican y pueden ser reorientadas horizontalmente en forma de placa, lo que reduce gradualmente la infiltración de la sección húmeda del surco (Coolidge, citado por castro en 1983) Otra posibilidad puede ser un significativo mejoramiento de las características hidráulicas del surco (rugosidad y sección transversal) durante la aplicación del agua entre ciclos, lo cual provoca un mayor avance del frente del agua.

Existen tres métodos para determinar los tiempos de aplicación en riego por pulsos, que son, duración (tiempo) variable-longitud constante, duración (tiempo) constante-longitud o distancia variable y el método de aumentar el flujo (El Servicio de Conservación de Suelos de los E.U.A. en 1986). Además, cita que el método de duración variable-longitud constante parece ser el más eficaz y efectivo en riego a pulsos, de acuerdo a experiencia de campo del Servicio de Conservación de Suelos e investigaciones hechas en Colorado State University. Esto ocurre precisamente en surcos con longitud de más de 400 m. En la actualidad no todo el equipo disponible tiene la capacidad de utilizar automáticamente varias y distintas duraciones de tiempo abierto, necesarias para la ejecución de este método. Probablemente este método se utilice con más frecuencia cuando se produzcan válvulas de pulso con esta capacidad.

Al aplicar cualquiera de estos métodos es sumamente importante considerar que cuando el frente de agua en los surcos llegue al final del campo, las puestas en riego a pulsos deben correr por más tiempo de lo que se acostumbra en riegos continuos. Esto

es necesario para poder suministrar una aplicación del agua que cumpla con las necesidades del cultivo, lo cual resulta correcto a menos que se requiera una aplicación ligera. Este caso en particular se presenta cuando se riegan suelos con velocidades de infiltración lenta. Si la cantidad apropiada de agua no se aplica, aunque se haya regado hasta el final de los surcos el cultivo establecido tendrá un rendimiento bajo de su cosecha.

Un mayor avance del agua al manejar el flujo intermitente que con flujo continuo, con un gasto de 2 litros seg^{-1} , presentando además similitud en cuanto a eficiencias de aplicación y distribución del agua con diferentes gastos aplicados (Vega 1987).

Evaluaciones hechas para el riego de presiembra y primer riego de auxilio en el cultivo de maíz empleando criterio de aplicación del agua en base a tiempo. El riego intermitente acelera la velocidad de avance que se requiere implementando una buena nivelación del terreno y establecer la mejor practica de manejo del flujo de entrada de agua, tiempo y numero de ciclos (Goldhamer et al. en 1987)

XI. Producción.

El rendimiento del cultivo del trigo se ha incrementado de manera exponencial a nivel mundial en los últimos años debido a la mejora genética y las técnicas de manejo de cultivo. El rendimiento se basa en tres parámetros fundamentales como son: número de plantas por unidad de superficie, número de granos por planta peso de grano, cuyo producto da como resultado el rendimiento final del cultivo.

El número de plantas por unidad de superficie se regula mediante la densidad de siembra; siendo los otros dos parámetros regulables por la mejora genética, especialmente el número de granos por planta, éste no se ha obtenido aumentando el número de ahijamientos, sino las espigas de las nuevas variedades que contienen más granos que las antiguas.

El aumento de biomasa de las nuevas variedades de trigo a dado lugar a un aumento en el rendimiento de paja. El índice más utilizado para medir la eficacia de la

planta para transformar la biomasa en grano es el índice de cosecha, que es la relación porcentual entre el peso de grano y peso total de planta. Este índice ha tenido un papel fundamental en la mejora del rendimiento en trigo harinero.

El rendimiento por unidad de superficie de cereales menores, como trigo y cebada puede representarse geoméricamente como una caja (FAO., 1985). Para representar las tres dimensiones de dicha caja, se puede usar el número de espigas por unidad de superficie, número de granos por espiga y peso medio del grano. El volumen de la caja, que representa el rendimiento de la variedad, está determinado por el producto de estos tres componentes. Un incremento en cualquiera de los tres determinará un aumento del rendimiento total, siempre y cuando no haya disminución correspondiente en los otros dos componentes.

Un periodo vegetativo corto y largo de llenado de grano, resulto en un alto rendimiento en sorgo (Jiménez, 1990).

El crecimiento del grano depende directamente de dos factores: suministro de carbohidratos en el periodo de post-antesis y capacidad de almacenamiento de fotosintatos en los granos, este último resultado del producto de otros factores; el números de granos por metro cuadrado y capacidad asimilatoria de cada grano (Bidwell, 1996).

El rendimiento de una planta es afectada por todas las condiciones del medio ambiente que influyen durante su desarrollo, y por su capacidad genética, por lo tanto, dicha capacidad se puede manifestar mediante ciertas características morfológicas, como: altura de la planta, longitud y densidad de espiga, número de granos por espiga, capacidad de amacollamiento etc., (Carballo, citado por Ayala 2001).

Relacionando el periodo de llenado de grano con el rendimiento, se encontró que, la tasa de llenado de grano mostró ser un factor más importante en el peso final de grano y la longitud del periodo del llenado de grano (antesis a maduración) por si mismo no lo fue (González, 1989).

Se encontró correlación positiva del rendimiento de grano de sorgo con altura de planta y con días a madurez, lo cual es debido a que en la selección de genotipos solamente se tomó en consideración el rendimiento de campo, concluyendo que en términos generales, las variedades más tardías presentan mayor productividad (González, 1989).

En una variedad de trigo el rendimiento está dado por el número de espigas por unidad de superficie, número de granos espiga y el peso medio por grano (Rojas G. y Ramírez R. H., 1989).

El rendimiento en trigo por unidad de superficie depende del número de granos y peso de grano, y el peso final del grano depende de la tasa de llenado de grano y duración de llenado de grano (Cuevas, 1992).

El rendimiento en trigo está determinado en parte por el periodo de pre-floración, tamaño del área fotosintética y número potencial de granos por espiga, pero principalmente por el periodo de post-floración, la tasa y duración del crecimiento del grano (De La Cruz, 2005).

El rendimiento en trigo fue proporcional a la duración del área foliar durante el desarrollo del grano (Ruiz, 1983), encontraron y concluyeron que el rendimiento de grano estuvo correlacionado ($r=0.969$) con la duración del área foliar después de la floración.

La tasa y longitud de periodo de llenado de grano puede ser importante en la determinación de rendimiento final en trigo de primavera (Hess, 1980).

En trigo de primavera el llenado de grano determina el peso final del mismo, y éste es uno de los componentes de rendimiento. Un conocimiento completo del proceso de llenado de grano puede ser útil para incrementar el rendimiento y tener una maduración temprana en esto trigo (Mayer, 1982).

En variedades de cebada un largo periodo vegetativo tendió a producir más grano por espigas y alto rendimiento que aquellas que tuvieron un largo periodo de llenado de grano (Mendoza, 1985)

Las variedades de estatura baja fueron más productivas en promedio que las variedades altas. La variedad que tuvo alto rendimiento produjo más granos por espiga, el peso del grano y número de espigas fueron menos que las demás variedades (las de menor rendimiento) encontrándose una asociación entre el alto número de grano por espiga con más espiguillas por espiga y peso de grano por espiguilla (Khan, 1971). El rendimiento de grano es el producto del número de espiga, número de granos por espiga y peso de grano y que estos tres asumen una importancia fuerte para obtener nuevos niveles de productividad en trigo.

XII. Maleza.

La presencia de malas hierbas está influida por la época de siembra, la densidad y periodo vegetativo del trigo. Además la disminución de las labores del suelo favorece las malezas perennes que echan estolones, así como aquellas que germinan superficialmente.

El empleo de herbicidas en trigo de invierno es considerado en muchos lugares como una medida obligada. Además el control temprano de la maleza es particularmente importante en trigo de verano, ya que el rápido crecimiento de la maleza aumenta su poder competitivo. A continuación se detallan las especies de malas hierbas presentes en el cultivo del trigo:

12.1. Gramíneas Adventicias.

Avena fatua:

Está presente en los trigos de verano, ya que tiene poca resistencia al frío; sólo el ataque será grave si la siembra es muy tardía o en climas con inviernos suaves. En Canadá, E.E.U.U. y Australia produce graves daños; siendo sustituida en el sur de Europa y norte de África por *Avena sterilis*. *A. fatua* germina en primavera y para combatirla se recomienda el empleo de Clorotoluron, Metoxuron y en particular Isoproturon, aplicados preferentemente en primavera durante el ahijamiento.

Alopecurus myosuroides:

Predomina en Europa, siendo muy perjudicial en climas marítimos fríos.

Apera spica-venti: se extiende por toda Europa central.

Phalaris sp.: se encuentra en el norte de África y Oriente Medio.

Cuadro.5 Principales herbicidas de preemergencia.

Materia Activa	Dosis
Clorotoluron	1.6 kg/ha
Metabenzthiazurom	2.1 kg/ha
Neburon	2.4 kg/ha
Nitrofen	2 kg/ha
Terbutrina	1-2.5 kg/ha

También se comercializan diversas mezclas como Nitrofen+ Neburon o Trifularin+Linuron.

Los principales herbicidas de post-emergencia se aplican en primavera en trigo de invierno, salvo que el cultivo haya empezado a macollar antes de finales de otoño.

Los herbicidas del suelo del grupo de la urea como Clorotoluron y Metabenzthiazuron se recomiendan en tratamiento temprano, mientras que Metoxuron e Isoproturon dependen más de la temperatura y por ello se deben aplicar más tarde.

Contra infestaciones mixtas de especies monocotiledóneas y dicotiledóneas se recomiendan productos combinados como los citados a continuación:

Cuadro.6. Productos para el control de infestación mixta.

Materia Activa	Dosis
Clorotoluron+ Mecoprop	1.8+1.8 kg/ha
Isoproturon+ Dinoterb	1+ 1.2 kg/ha
Isoproturon+ Mecoprop	1+1.6 kg/ha

12.2. Gramíneas perennes.

El control de gramíneas perennes solamente es posible después de cosechar, pudiendo emplear los siguientes productos:

Glisofato: no es persistente, se absorbe por vía foliar y es transportado a las partes subterráneas. Está especialmente indicado para el control de Agropiron, Cirsium, Convolvulus y Tussilago. La masa foliar debe estar suficientemente desarrollada, siendo la dosis recomendable de 1.5 a 3 kg/ha.

Amitrol: mata a las plantas por inhibición de la fotosíntesis a una dosis de 7.5-10 kg/ha.

TCA y Dalapon: si se aplican a dosis elevadas permanecen en el suelo con una persistencia de 4-6 meses.

12.3. Malezas y malas hierbas.

Chenopodium álbum, *Sinapsis arvensis* y *Raphanus raphanistrum*: están muy difundidas y presentes en los cereales de verano.

Galium aparine: aparece en regiones templadas y continentales de Europa y Asia.

Se consideran también perjudiciales las siguientes especies de malezas: *Galium tricornutum*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, *Spergula arvensis*, *Convolvulus arvensis* y *Cirsium arvense*.

Contra malezas perennes se emplean fitohormonas sintéticas (2.4-D, MCPA, Dicloroprop, TBA y Dicamba) que son transportadas por el floema, provocando desequilibrios de tipo fisiológico, agotando las sustancias de reserva; siendo sus propiedades reguladoras del crecimiento diferentes de las sustancias naturales. La época óptima de aplicación en trigo de invierno es entre finales del ahijamiento y la aparición del segundo nudo.

XIII. Cosecha.

La cosecha suele realizarse de mediados de mayo a finales de otoño, según las regiones; siendo el método de cosecha más recomendable la cosechadora mecánica.

El momento más conveniente para realizar la siega es cuando los tallos han perdido por completo su color verde y el grano tiene suficiente consistencia. El corte del tallo se realiza a unos 30 cm. del suelo y regulado por la cosechadora.

Las condiciones para aumentar el rendimiento de la cosechadora son las siguientes:

- Cultivar variedades de caña corta.
- Mantener el terreno libre de maleza; pues aumentan la humedad del grano.
- Se recomienda no segar hasta que haya desaparecido el rocío; ya que a pleno sol la cosechadora trabaja mejor.
- Controlar que no salga el grano partido ni que la máquina arrastre grano, en tales casos corregir los ajustes de la máquina.
-

Si primero se siega el trigo para trillarlo después, debe segarse antes, sobre todo si se trata de variedades de regadío que se desgranen con facilidad. Se hará en madurez pastosa o completa, quedando el grano de trigo con una humedad del 12%.

La siega se realiza de la siguiente forma: en la primera vuelta se pisa el cereal y se desgrana, la segunda vuelta se realiza en sentido contrario, dando lugar a una siega fácil. En la tercera vuelta y siguiente se siega en el mismo sentido de la dirección que en la primera.

XIV. Trigos de invierno y primavera.

Las variedades de trigo que se siembran en otoño, completan su ciclo vegetativo madurando al iniciarse el verano siguiente, debido a la falta de resistencia de las condiciones ambientales desfavorables durante este periodo.

Las variedad sembrada en primavera, necesita más de un año para madurar y llamada "de invierno". La cualidad del trigo invernal o primaveral es independiente de las demás cualidades de la variedad (<http://www.Claridades.com>).

14.1. Trigo precoz y tardío.

El empleo de trigo de ciclo largo o corto, no es indiferente para el buen éxito de la cosecha. Un mecanismo más potente de resistencia a sequía es la precocidad de la variedad, que hace que ésta escape a la misma y a los calores del final del período de llenado del grano, aunque las variedades de ciclo más largo tienen un potencial productivo mayor.

Durante el periodo de maduración, un adelanto, puede evitar daños al final de estación, además de permitir una recolección temprana. La condición de precocidad de un trigo no implica el que sea sensible al frío, pues esta cualidad aunque es constante para cada variedad, está influida por el fotoperiodo (<http://www.Infoagro.com>).

XV. LITERATURA CITADA

- Alonso R., N. 2004. Efecto de la aplicación de composta, lombricomposta y biodigestados líquidos en el crecimiento, rendimiento y calidad de follaje en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*, L.). Tesis de licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Ansorena M., J. 1994. Sustratos: Propiedades y caracterización. Editorial Mundi-Prensa. España.
- Bellapart, V. C. 1998. Agricultura Biológica en el equilibrio con la Agricultura Química. Edit. 1ª. Editorial Aedos. Barcelona, España.
- Besnier R. F., 1989. Semillas biología y tecnología. Ediciones mundi prensa.
- Bewley, J.D. y M. Black.1978. Physiology and biochemistry of seeds "relation to germination. Springer Verlag N.Y.
- Bidwell, R.G.S. 1996. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura 8ª Reimpresión. Ed. Trillas. México. Pp. 461 – 463.
- Carballo C., A.B. 2001. 2001. Reguladores de Crecimiento en la Estimulación Fisiológica en Semillas de Cultivos Básicos. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. P.72-75.
- Colín, R.M. 1998. Apuntes de cereales de grano pequeño. Cultivos alimenticios I. Maestro titular de la UAAAN, Buenavista, saltillo, Coahuila, México.
- Cuevas, F.J.L., 1992. Efecto de la interacción Biozyme TS y Furanda 300 TS Sobre Diferentes Etapas Fisiológicas en Semillas de Trigo (*Triticum aestivum* L. cv. Pm. 3) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- De La Cruz, R.A., 2005. Aprovechamiento de Residuos Orgánicos A través de Composta y Lombricomposteo. Maestro Investigador. Departamento de Fitomejoramiento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- FAO. 1985. Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de grano. Directrices técnicas, Italia, Roma. p. 5-7.
- Flores H., A. 2004. Introducción a la tecnología de las semillas. 1ª Edición. Departamento de Publicaciones de la Dirección General de Difusión Cultural y Servicio de la UACH. UACH. México. p. 61-78.
- Garnica, S.J., 2004. Respuestas al Estrés de Plántulas de Trigo (*Triticum aestivum* L.) y Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- González, V.J.A. y G. Salas D. 1989. "Resultado de Revalidación de Efectividad de Biozyme TS en Semillas de Trigo (*Triticum aestivum* L.) Y Soya (*Glycine max* L.) VII Convención Internacional de Investigación y Desarrollo. Las Fitohormonas, Guía para el Desarrollo Vegetal, la Convención, Guía para la Producción Agrícola. Cuernavaca, Morelos.
- Goldhamer, A.D., A.H. Mohammad y C.R. Phene. 1987. Surge vs continuous flood irrigation. California Agriculture. Vol. 41 N° 10 y 11 pag. 29-32.
- Hess, D., 1980. Fisiología Vegetal, Fundamentos Moleculares y Bioquímicos-Fisiológicos del Metabolismo y el Desarrollo. Ediciones OMEGA; S.A.
- Jiménez, M.A., 1990. Semillas forrajeras para siembra. Análisis de su calidad, estándares y densidades. Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera México – Texcoco km 38.5, México.
- Karmeli D., J 1997. Water Distribution Patterns for Sprinkler and Surface Irrigation Systems Proceedings, National Conference on Irrigation Return Flow Quality Management Colorado State University. Fort Collins Colorado. Pp. 233-251.
- Khan, A. 1971. Cytokinins: permissive role in seed germination. Science.

- Mayer, A.M., y Poljekoff – Mayber, A. 1982. The germination of seeds. Thira. Edition. Pergaman Press. Great Britain.
- Mendoza, O.A., 1985. Causas y consecuencias del deterioro de las semillas. Curso sobre calidad de semillas y control de enfermedades transmitidas por semillas. Centro internacional de Agricultura tropical. Cali, Colombia.
- Molina, M.J., Estrada J.A., Livera M., Y González V.A., 1990. Análisis de la Enseñanza, Producción E investigación de Semillas de México, Sociedad Mexicana de Citogenética. Chapingo, México.
- Moreno, M.E., 1996. Análisis físico y biológico de semillas 3ª Ed. UNAM. México. p. 113-122.
- Rojas G. y Ramírez R.H., 1989. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Editorial Limusa.
- Ruiz, O.M., 1983. Tratado elemental de Botanica decima quinta edición.
- Soil Conservation Service. 1986. Surge irrigation field guide. United Department of Agriculture. p. 48 Nota N° 5.
- Vega S.F., 1987. Evaluación del riego intermitente y continuo en surcos. Informe de investigación, SARH-INIFAP-PRONAPA. Gómez Palacio, Durango. Sin publicar.
- Weaver, J.R., 1996. Reguladores de Crecimientos de las Plantas en la Agricultura. 8ª Reimpresión. Ed. Trillas. México. p. 113-155.

XVI. CITAS DE INTERNET

FAO/WHO, 1990.<http://www.fao.org>.

FAO/WHO, 1978.<http://www.fao.org>.

<http://www.Infoagro.com>

<http://www.Claridades.com>