

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



**Fenología del Trigo "Variedad Salamanca", en la Barca, Jalisco.
En el Invierno 1983-84.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

Juan Martínez Hernández

GUADALAJARA, JALISCO 1984



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Noviembre 21, 1983.

C. PROFESORES

ING. M.C. J. JESUS RODRIGUEZ BATISTA, Director.

ING. SALVADOR MENA JUJUEGA, Asesor.

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS, Asesor.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

'FENOLOGIA DEL TRIGO (*Triticum* sp.) EN LA BARCA, JAL., EN EL CICLO DE INVIERNO 1983-1984.'

presentado por el PASANTE JUAN MARTINEZ HERNANDEZ han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

hlg.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Noviembre 21, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

JUAN MARTINEZ HERNANDEZ

titulada,

"FENOLOGIA DEL TRIGO (Triticum, sp.) EN LA BARCA, JAL., EN EL CICLO DE INVIERNO 1983-1984."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. J. JESUS RODRIGUEZ BATISTA

ASESOR

ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA.

ASESOR

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

AGRADECIMIENTO

A la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) en particular al Distrito de Temporal No. VII por la Ayuda recibida en la realización de este trabajo.

Al Sr. Miguel Cerda, por permitir la realización de este trabajo en su parcela.

Al Ing. M.C. J. Jesús Rodríguez B. por su acertada observación y consejos en la realización de este trabajo.

Al Ing. M.C. Elias Sandoval I. por sus sugerencias y revisión en este trabajo.

Al Ing. Salvador Mena M. por sus sugerencias y revisión de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Felipe Martínez V.
Sra. Petra Hernández A.

Con cariño y gratitud, por su apoyo
que siempre me han brindado.

A mis hermanos:

Guco
Pedro
Carmen
Concha
Casimiro
Martin
Luis
Naria

A Carmen L. P.

Por su apoyo moral
que me ha brindado.

Al Ing. M.C. J. Jesus Rodríguez Batista
Director de esta Tesis

Por sus consejos y su dedicación
en la revisión de esta tesis.

A mis Asesores:

Ing. M.C. Elias Sandoval Islas
Ing. Salvador Mena Munguia

A mi Escuela

CONTENIDO

	Página
Lista de cuadros y figuras	vi
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Fenología	3
2.2 Ambiente y desarrollo de la planta	3
2.3 Características botánicas de la planta de trigo	6
2.4 Fotosíntesis	8
2.5 Respiración	11
3. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Localización	13
3.2 Material	13
3.3 Instrumentos	14
3.4 Metodología	14
4. RESULTADOS	17
5. DISCUSION	28
6. CONCLUSIONES	30
7. BIBLIOGRAFIA	31

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1. Cálculo de unidades calor diarias en La Barca, Jal. y la fenología de trigo. "Germinación"	19
Cuadro 2. Cálculo de unidades calor diarias en La Barca, Jal. y la fenología de trigo. "Amaoalle"	20
Cuadro 3. Cálculo de unidades calor diarias en La Barca, Jal. y la fenología de trigo. "Encañe"	21
Cuadro 4. Cálculo de unidades calor diarias en La Barca, Jal. y la fenología de trigo. " Floración"	22
Cuadro 5. Cálculo de unidades calor diarias en La Barca, Jal. y la fenología de trigo. " Maduración"	23
Tabla 1. Fotoperíodo "N" medio, en horas, para cada mes.	24
Figura 1. Temperatura media, precipitación y evaporación mensual durante el ciclo de trigo en los meses: Diciembre de 1983; Enero, Febrero, Marzo y Abril de 1984. En La Barca, Jal.	25
Figura 2. Acumulación de unidades calor de acuerdo a cada fase fenológica del trigo; en La Barca, Jal.	26
Figura 3. Cantidad de unidades calor en cada fase fenológica del trigo bajo condiciones de La Barca, Jal.	27

RESUMEN

El trigo (Triticum sp), es un cereal que ocupa uno de los primeros lugares, en producción y consumo a nivel mundial; existen dos especies de este cereal: uno que es harinoso con el cual se elabora el pan, y el otro que es cristalino o duro específico para pastas. En su rendimiento influyen todas las condiciones ambientales que afectan el crecimiento de la planta, así como la herencia de la misma. Para obtener un buen rendimiento se requiere que este cultivo se siembre en lugares donde las condiciones le sean favorables, y que la suma de adversidades meteorológicas durante su desarrollo no disminuya el rendimiento.

Todas las especies y variedades de plantas, requieren de condiciones propias durante su desarrollo por lo que resulta necesario conocer el ambiente en que se desarrolla determinada variedad.

El presente trabajo se realizó en La Barca, Jalisco; con la "Variedad Salamanca" (Triticum aestivum L.) para conocer los períodos de cada fase fenológica y calcular las unidades calor en dichas fases. En el ciclo de invierno 1983-84. Los resultados fueron que para el período de germinación ocupó de 11 días y 102.3 unidades calor; ver cuadro 1. En el amacolle ocupó de un período más largo 25 días y una cantidad mayor de unidades calor 187.37; ver cuadro 2. En la fase de encañe requirió de un período aun más largo que el de amacolle y por lo tanto la cantidad de unidades calor fue mayor, de 270.53; ver cuadro 3. La fase de floración es corta pues en 16 días se llevó a cabo con 174.25 unidades calor; ver cuadro 4. La fase que requiere de más tiempo

es la de maduración fisiológica, 38 días y también más unidades calor, 536.48; ver cuadro 5. En la figura 2 se muestran las fases del ciclo vegetativo del trigo de acuerdo como se presentan con el tiempo y con la cantidad de unidades calor.



I. INTRODUCCION

El Trigo (Triticum spp.) es una gramínea, cuyo cereal constituye uno de los alimentos más antiguos y estimados por el hombre. Su importancia se deriva de las propiedades físicas y químicas del gluten, que permiten la producción de una hogaza de pan de buen volumen Poehlman (1981).

El trigo constituye uno de los alimentos básicos de la población de México; actualmente este cereal ocupa el segundo lugar, está después del maíz en cuanto a volumen de producción, con 2.7 millones de toneladas; y el tercero, es decir después de maíz y frijol, en lo que se refiere a superficie sembrada, con 738 mil hectáreas. De las cuales el 95% corresponden a trigo harinero o panadero (Triticum aestivum L. em Tell), y el resto a trigo duro o cristalino (Triticum durum Desf) específico para la producción de pastas INIA (1982).

Ambas especies pueden desarrollarse en un mismo ambiente, altitud y latitud, pero cada una de ellas rinde diferente, ya que tienen su propio habitat. El ambiente resulta ser un factor que no lo podemos manipular, pero conociéndolo podemos aprovecharlo mejor en el crecimiento y desarrollo de vegetales y animales.

Todo lo anterior justifica el interés que se tiene en el conocimiento del ambiente en que se desarrolla este cultivo; no sólo para la obtención de variedades mejoradas en función del aumento de producción de grano, sino también en la calidad de este.

El presente trabajo tiene como objetivo conocer los períodos de

las fases fenológicas del trigo "Variedad Salamanca", y sus requerimientos en Unidades Calor; así como su comportamiento en cada una de las fases.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Fenología.

La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales de luz, temperatura, humedad, etc. La emergencia de los cultivos, la fructificación de los frutales, la maduración, etc. corresponden a estudios de fenología vegetal; por otra parte las migraciones de los pájaros, el pelecho de los animales, los estadios de los insectos, son capítulos de la fenología animal Torres (1983); Azzi (1971).

La fenología permite comprender las respuestas de los seres vivos al ambiente y la variación de éstas a lo largo de su período de crecimiento, estudiando específicamente las transformaciones periódicas y la interacción del organismo con el ambiente. Conocer cuales son las fases críticas de las plantas cultivadas, su uso adecuado en determinadas condiciones ambientales permite obtener incrementos en su producción Azzi (1971); Jimenez (1977).

2.2 Ambiente y desarrollo de la planta.

Las variaciones continuas en volumen, peso, forma, estructura, sensibilidad y requerimientos que los seres vivos presentan durante su desarrollo son afectados por el ambiente, debido a que éste es un complejo de muchos factores que interaccionan no solamente con los organismos, sino entre ellos mismos. El ambiente es la suma de todas las sustancias y fuerzas que actúan sobre los organismos modificando su crecimiento, su estructura y su producción en un lugar dado; ambiente que es muy complejo y debe ser considerado como un conjunto de interacciones holocenóticas, es decir un sistema interdependiente e interactuante que comprende al medio y a la planta Billings (1977).

Período es el tiempo indispensable y suficiente que necesita una planta para ser estimulada por un excitante externo que sea capaz de provocarle una acción necesaria para la repetición intermitente de los estímulos de la misma, así como la duración para lograr la Brom (1970).

Para poder sintetizar el estudio de la fenología, es conveniente dividir el período de la vida de una especie en varias fases y así facilitar la comprensión del comportamiento de los seres vivos a través de su desarrollo.

Las condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de una especie vegetal en un lugar o ambiente dado, son: La existencia de un intervalo suficiente amplio para que la planta pueda completar su desarrollo desde el nacimiento o el brote, hasta la plena madurez de los frutos o semillas. Y que durante dicho intervalo las condiciones atmosféricas adversas no lleguen a alcanzar una intensidad tal, que pueda disminuir el rendimiento más allá de los límites convenientes Azzi (1971).

Un fenómeno meteorológico puede ser benéfico o perjudicial según se presente en tal o cual fase del ciclo vegetativo de un cultivo. Si comparamos las áreas donde se siembran diferentes especies y sus rendimientos medios, veremos que cada cultivo prospera en regiones diferentes, con buenos rendimientos. Y si se realizan siembras experimentales de una especie durante todo el año, en una localidad, sucede que las mejores fechas de siembra son las adoptadas comúnmente por los agricultores, ya que el cultivo encuentra en tal época la menor suma de adversidades meteorológicas durante su desarrollo. Esto nos indica que el cultivo remunerativo de una planta solamente es posible si durante su ciclo vegetativo encuentra condiciones favorables de

temperatura, lluvia, etc. Torres (1983).

La meteorología para ser aplicada a la agricultura se vale de ciertas técnicas para su mejor comprensión; uno de estos adelantos son las líneas isófenas o isófanas. Son líneas que se trazan en cartas ecológicas o genéticas, después de ser localizados los puntos donde comienza una fase, en la misma fecha por lo que el término isófano se aplica a los vegetales que se manifiestan de la misma manera. Dada la existencia de innumerables variedades precoces y tardías, lo ideal siempre que se pueda, es trazar líneas isófanas por variedad.

Uno de los avances más importantes en el estudio fenológico de las plantas ha sido la Ley de Hopkins; Hopkins que estudió el trazo de las isófanas concluyó, que las fechas de las fases se adelantan o se retrasan de acuerdo con una ley establecida, la que en la actualidad se conoce con el nombre de Ley Bioclimática de Hopkins, verificada en el Wurtemberg, que al aplicarla da lugar a que se deriven los siguientes conceptos: A igualdad de altitud y latitud, la floración primaveral y la caída de las hojas, que va de oriente a poniente, por cada 122 Km de distancia del punto analizado se opera un retraso de uno a dos días; para cada 120 m de altitud corresponde uno o dos días de retraso en la vegetación, así como de uno a cuatro días de retraso en la floración y en la maduración; y para cada grado de latitud hacia el norte, corresponde un retraso de dos a seis días en la vegetación. Consecuentemente para cada grado de longitud hacia el este se opera el mismo retraso.

Por otra parte, cada factor geográfico no obra aisladamente, sino que se observa que existe una íntima correlación entre ellos Brom (1970).

2.3 Características botánicas de la planta de trigo.

El trigo, como los demás cereales, es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las gramíneas.

Las especies del género Triticum se clasifican según el número de sus cromosomas; especies que poseen $2n = 14$ cromosomas (Diploides); con $2n = 28$ cromosomas (Tetraploides); y con $2n = 42$ cromosomas (Hexaploides) Pöehlman (1981).

El trigo es una planta herbácea de hojas alargadas. En el punto en que el limbo se separa del tallo, se encuentran dos estípulas vellosas y una lígula transparente corta aplicada sobre el tallo; tiene raíces fasciculadas, el 50% está comprendido entre 0 y 25 cm de profundidad y el resto puede llegar hasta un metro, y en suelos sueltos hasta 1.50 m Ruiz, et al. (1983); Guerrero (1977).

Al comienzo de la fase vegetativa el tallo se halla dentro de una masa celular que constituye el nudo de anijamiento. Este tallo presenta brotes axilares, de los que se originan los tallos hijos. Las hojas son cintiformes, paralelinervas y terminadas en punta; la espiga está constituida por un eje llamado raquis, que lleva insertas las espiguillas alternativamente a derecha e izquierda. Estas espiguillas están unidas directamente al raquis; su número puede llegar hasta 25, y se recubren unas a otras Guerrero (1977); Robles (1981).

La facultad germinativa del trigo se mantiene durante un tiempo de cuatro a diez años, aunque prácticamente la duración del período de utilización de la simiente es de uno a dos años.

Para pasar del estado de vida latente al de vida activa, el

grano de trigo debe absorber agua para disolver los elementos metabolizantes. Se estima que la germinación es óptima cuando el estado de saturación del suelo en agua está comprendido entre un 60 y un 80% de su capacidad de campo. Aunque la duración de la germinación varía con la temperatura, podemos decir que es, por lo menos, de ocho a diez días, y corrientemente es de unos doce a quince días, y de veinte en zonas frías.

Ahijamiento. Cuando va a aparecer la cuarta hoja, el nudo de ahijamiento se engruesa, este se puede considerar como si estuvieran 4 ó 5 nudos juntos, a cada uno de los cuales corresponde una hoja. En la axila de cada una de estas hojas surge una yema axilar que da nacimiento a un tallo secundario. El poder de ahijamiento es un carácter varietal, pero, aparte de la variedad, el ahijamiento depende de la importancia del abonado nitrogenado, de la fecha de siembra y de la temperatura que condiciona la duración del período de ahijamiento.

Cuando se llega a la fase de encañado, un determinado número de tallos herbáceos se transforman en tallos relatados por espigas, mientras que otros se retrasan en su crecimiento.

En condiciones de nutrición normales, cuando ningún elemento fertilizante actúa como factor limitativo, el peso de materia seca formada estará en relación directa con la temperatura, mientras que, por el contrario, la proporción de tallos portadores de espigas estará en relación inversa con la temperatura. Por consiguiente, cuanto más calor haga durante la fase de encañado, menos espigas habrá; mientras que la temperatura fresca favorece la formación de tallos que llevan espiga.

Espigado. El crecimiento de la planta en la fase de espigado es máximo, se estima que la planta elabora las $3/4$ partes de su materia seca total entre el ahijamiento y la floración.

Si en la fase de espigado hace calor y la evapotranspiración es alta, la planta dedica una parte muy importante de su actividad a transpirar, lo que va en detrimento de la elaboración de materia seca. Las espiguillas pueden contener de dos a seis flores y de ellas pueden llegar a ser fértiles de dos a cinco. El número de las que serán fértiles depende también de la evapotranspiración Guerrero (1977).

Maduración. El período de maduración es la última fase del ciclo vegetativo, y corresponde a la acumulación de almidón en el grano y acumulación de proteínas, que se encuentran tanto en el embrión como en el endospermo, y se hallan muy concentradas sobre todo en la capa de aleurona de éste. Las proteínas endospermicas son principalmente de reserva; entre ellas se incluyen la glutenina (una gluteína) y la gliadina (una prolamina), que forman en conjunto alrededor del 8% del peso de la semilla. También se encuentran cantidades mucho menores de albúmina y globulina, que representan indudablemente las proteínas funcionales o enzimáticas del endospermo y del embrión. El almidón procede de la fotosíntesis que prosigue aún en las últimas hojas y en la espiga. Por otra parte se produce un movimiento de los glúcidos y de las proteínas hacia la espiga Bonner y Galston (1973); Guerrero (1977).

2.4 Fotosíntesis.

La función clorofílica o fotosíntesis consiste en la transformación de sustancias orgánicas, agua y bióxido de carbono en sustancias orgánicas; hidratos de carbono ó azúcares, con desprendimiento de oxí

geno. Dicha transformación requiere energía, esta energía las plantas la captan de los rayos solares y la utilizan para formar compuestos orgánicos, en los que queda almacenada. Estos compuestos son utilizados durante la respiración como fuente de energía, tanto en las plantas verdes, como en los organismos que aprovechan a los vegetales como alimento Sánchez y Lima (1971); Salisbury y Ross (1978).

De los compuestos fotosensibles del cloroplasto, el más importante es la clorofila ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$). Las plantas sintetizan clorofila a partir del aminoácido más sencillo: La glicina y de la succinilcoenzima A. Para su síntesis debe haber luz, magnesio y hierro; la falta de estos metales conduce a una falta de clorofila o clorosis, en que la hoja queda blanca o amarillo claro.

A partir de 1960 está en continua investigación un proceso fotosintético diferente del tradicional. Descubierta en cultivos de piña, se comprobó que una vez realizados los procesos lumínicos, el primer carbohidrato formado en la fotosíntesis no es el ácido fosfoglicérico de tres carbonos, sino los ácidos málico y aspártico que contienen cuatro átomos de carbono. En general, son las plantas tropicales las que presentan esta vía, llamada C_4 por el número de carbonos del primer compuesto Salisbury y Ross (1978); Rojas (1979).

Otro proceso fotosintético es el que tienen las plantas con fijación nocturna de CO_2 . Estas plantas fijan durante la noche la mayor parte del carbono requerido para el crecimiento; y lo convierten en carbohidratos al día siguiente. Se trata de un sistema de doble carboxilación: Durante la noche se fija CO_2 en el citoplasma mediante la PEP- carboxilasa con energía proveniente de la respiración; el ácido

málico sintetizado se acumula en la vacuola, de donde sale al día siguiente, se descarboxila y utiliza en la síntesis de carbohidratos en los cloroplastos con energía lumínica.

De igual manera que en las plantas C_4 , las plantas con MAC (Metabolismo Acido Crasulaceo) también se diferencian por las enzimas descarboxilantes del malato, principalmente la enzima málica NAD P y la PEP-Carboxiquinasa "Dittrich y Colaboradores, 1973"; citados por Medina (1977); Salisbury y Ross (1978).

La existencia de plantas que puedan fijar CO_2 de noche (o sea, que abren sus estomas cuando el gradiente hídrico planta-atmósfera es menor) y que lo acumulan en forma de ácidos orgánicos para ser incorporado en carbohidratos al día siguiente, permite a las plantas con MAC ocupar habitats de regimen pluvial tan reducido que excluye a la mayoría de las especies C_3 y a las C_4 (con la condición de que las temperaturas mínimas nocturnas no excedan los $25^{\circ}C$ Medina (1977).

Los principales factores que modifican el proceso fotosintético son: el CO_2 , la temperatura y la luz. El CO_2 es la fuente de carbono para el alimento primario de la planta, a partir del cual se sintetizan los demás compuestos. Aunque casi siempre el factor limitante no es el CO_2 , si hay casos en que la fotosíntesis se ve limitada por la cantidad de CO_2 a su disposición; esto sucede cuando hay una población de cultivo muy densa y el aire está muy quieto. La temperatura es un factor importante en la fotosíntesis, pues si bien en la parte fotoquímica no tiene efecto, sí lo tiene y grande en la reacción oscura así como en la movilización de los azúcares, y no debe olvidarse que la falta de remoción del producto, por movilización o uso, trae consigo la detención de la reacción. En general, el mínimo para

la fotosíntesis se encuentra a 0°C , el óptimo a los 40°C y el máximo a los 50°C . En realidad, al ir elevando la temperatura, el óptimo a los 40°C , pero si se mantiene esta temperatura largo tiempo, decrece la producción de fotosintetizado, de modo que el óptimo real que se sostiene indefinidamente se encuentra a $26^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. La luz es esencial para que la planta sintetice clorofila y por que es la energía primaria que la clorofila transformará en energía química.

Desde el primer punto de vista, la planta exige una cantidad mínima de luz para que la protoclorofiliada pase a clorofiliada y luego a clorofila, de modo que la falta de luz determina clorosis; conforme se aumenta la intensidad lumínica, se aumenta la síntesis de clorofila, hasta un punto pasado el cual un aumento en intensidad lumínica determina más rápida destrucción de clorofila que síntesis, hasta llegar a clorosis Salisbury y Ross (1978); Rojas (1979).

2.5 Respiración.

La respiración es la función fisiológica por la cual la célula oxida sustancias con la consiguiente liberación de energía, que se utiliza para efectuar diversos trabajos metabólicos, según el tipo de organismo. En general el sustrato oxidado es la glucosa. La oxidación puede ser completa, para lo cual se necesita la presencia de O_2 libre (respiración aerobia) o bien incompleta, en ausencia de O_2 libre la cual para ser utilizada, exige una molécula que sirva de aceptor transportador. Tal es el ATP Rojas (1979).

En las plantas C_3 que tienen el proceso fotosintético tradicional vía ácido fosfoglicérico es muy notorio un proceso respiratorio provocado por la afinidad del oxígeno, por la ribulosa difosfato. Este proceso se denomina fotorrespiración y puede definirse como el fenómeno en el cual la producción del CO_2 en la luz excede a la pro-

ducción de CO_2 en la oscuridad. En las plantas C_4 también existe este fenómeno, pero en mucho menor escala, ya que no es posible detectar salida de CO_2 en el día, puesto que la bomba de ácido fosfoenolpiruvico inmediatamente incorpora el gas en el ciclo de Calvin. En cambio en las plantas con MAC no hay salida de CO_2 en la noche ya que es fijado en el citoplasma.

Los principales factores que modifican el proceso de respiración son: la luz y la temperatura; la primera induce un aumento en la intensidad respiratoria, la hidratación del protoplasma, puesto que las semillas secas o las yemas de descanso casi no respiran, pero en cuanto se hidratan, empiezan a oxidar material energético, sin embargo la temperatura es el factor más importante; los puntos críticos se encuentran, de manera generalizada, a los 0°C el mínimo, a los 40°C o 45°C el óptimo y a los 50°C o 55°C el máximo; como sucede en la fotosíntesis, si se mantiene por largo tiempo una temperatura de 45°C , descien- de la intensidad respiratoria, de modo que el óptimo verdadero, se encuentra ligeramente abajo de los 40°C . Sin embargo, el óptimo para la respiración se encuentra a una temperatura mayor que el óptimo para la fotosíntesis; la respiración ocurre a baja intensidad, pero la fotosíntesis es nula o casi nula, es decir, que el gasto de azúcares supera la producción, condición que llevaría a la muerte a la planta si se prolongara. De los 10°C a los 25°C o 30°C , la intensidad de la fotosíntesis es superior a la respiración, por lo cual se acumulan azúcares, pero a partir de los 30°C la fotosíntesis desciende, en tanto que la respiración sigue en ascenso, dejando de acumularse los azúcares y pudiendo incluso quemarse más de la que se sintetiza, lo que lleva a la planta a un estado de desnutrición y debilidad Salisbury y Ross (1973); Rojas (1979); Medina (1977).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del área de estudio.

El municipio de La Barca se encuentra en la porción central del Estado de Jalisco, teniendo una latitud norte de $20^{\circ}17'$ y una longitud oeste de $102^{\circ}33'$, su altitud es de 1530 m sobre el nivel del mar.

La temperatura media anual es de 20°C , 12.5°C como mínima y una máxima de 28°C , los promedios de lluvias registradas los últimos 10 años fluctúan entre los 800 y 900 milímetros por ciclo. Presenta una topografía más o menos plana, predominando altitudes entre los 1,500 y 2,100 m sobre el nivel del mar. Los suelos localizados en el valle son de origen aluvial, donde el material madre predominante es de origen volcánico Barajas (1978).

3.2 Material.

La variedad de trigo en la que se hace el estudio es la "Salamanca", que tiene las siguientes características fenotípicas: Altura de la planta bajo riego y esencialmente libre de enfermedades 90 cm, es un tipo moderadamente resistente a la roya del tallo y presenta un 20% de la superficie de la planta moderadamente susceptible a la roya de la hoja, también presenta un 20% moderadamente susceptible a la roya lineal, es susceptible a la septoria. Tiene un potencial de rendimiento de 7,000 Kg por Ha CIMMYT (1978).

La cantidad de semilla que se sembró fue de 120 Kg/Ha con máquina sembradora, se fertilizó a la siembra con la fórmula 100 - 40 - 00 se le dieron 4 riegos, el primero después de la siembra, el segundo antes de amacollar, el tercero antes de la floración y el último antes de la maduración fisiológica.

Se hicieron muestreos experimentales en cada una de las fases, utilizando el muestreo simple aleatorio sin reemplazo Moreno y Alvarez (1979).

3.3 Instrumentos.

El termómetro de máxima y mínima, también llamado termómetro Six, es un aparato constituido por un tubo capilar de vidrio en forma de U en cuyo interior se aloja una columna de mercurio, cuyos desplazamientos indican la variación de temperatura. Con este instrumento se obtienen tres datos: Temperatura máxima, mínima y ambiente Ayllón y Gutiérrez (1983).

El pluviómetro consta de un depósito cilíndrico con un embudo receptor que se comunica a un vaso medidor instalado dentro del depósito mayor; el área receptora es 10 veces mayor que el área del vaso medidor, por lo que las mediciones hechas en el depósito menor con una regla graduada en cm corresponden a la precipitación en milímetros. La precisión es de 0.1 milímetro, las lluvias inferiores a 0.1 milímetro se consideran inapreciables Torres (1983).

El evaporómetro terrestre, consta esencialmente de dos partes: Un depósito en donde se agrega el agua y un dispositivo para la medición de las variaciones de altura del agua en el depósito. El depósito es un tanque cilíndrico de lámina galvanizada con 122 cm de diámetro y 26 cm de altura; el dispositivo para medir la altura del agua en el depósito consta de dos partes: Un "cilindro de reposo" y un tornillo micrométrico Ayllón y Gutiérrez (1983).

3.4 Metodología.

Se hicieron observaciones directas en el campo de: fecha de

siembra, días a emergencia, días a amacollo, días a encañe, días a floración y días a madurez fisiológica. Para la fecha de siembra se tomará el día intermedio entre el inicio y el final de la siembra; para los días a emergencia, se tomará el día en que se encuentre una aparición de plantas en un 50% de la superficie sembrada. A esta fase se le calculará la cantidad de Unidades calor. Utilizando la fórmula.

$$UcG = (T - PC) D \text{ Tomada de torres (1983).}$$

Donde: Uc = Unidades calor

G = Germinación

T = Temperatura media del período de germinación

PC = Punto crítico (de germinación) este valor se tomará como $5^{\circ}C$ (Gola et al. mencionan que es el punto crítico para que germine el trigo).

D = Período en el cual se lleva a cabo la germinación.

Para los días a amacollo, se tomará el día que el 50% de plantas presenten brotes laterales o retoños, el criterio práctico que puede utilizarse es la aparición de la cuarta hoja, que es más fácil de ver que los brotes laterales y se presenta simultáneamente. A esta fase también se le calculará la cantidad de Unidades calor. Utilizando la fórmula.

$$Uc = 0.083 N(TM - PC)$$

Donde: Uc = Unidades calor para un día (grados calor día)

N = Fotoperíodo (tabla 1)

$$TM = \frac{T_{\text{máx.}} + T_{\text{mín.}}}{2}$$

PC = Punto crítico ($7^{\circ}C$) (Torres, 1983).

Al igual que en esta fase en las posteriores también se calculará la cantidad de Unidades calor utilizando la fórmula anterior.

Para los días a encañe se tomará el día en que el 50% de las plantas inspeccionadas se palpen nudos yuxtapuestos a dos centímetros sobre el raz del suelo. La técnica de observación en el campo consiste en cortar plantas a nivel del suelo y hacer un corte longitudinal con la navaja para observar un cañuto de dos centímetros de longitud, el brote floral debe ser visible por encima de los nudos yuxtapuestos, pues la planta a comenzado a formar el tallo a este nivel. El brote es de uno a dos centímetros de largo y es visible a simple vista.

Para los días a floración, se tomará el día en que el 50% de las plantas han espigado. Y para los días a madurez fisiológica se tomará el día en que el 50% de las plantas presente el pedúnculo amarillo, en la base de la espiga; también se puede determinar la madurez fisiológica en una forma práctica viendo si al romper el grano con la boca truena.. Durante todas las fases se medira la evaporación y la precipitación; así como también se calcularán las horas frío para los meses de invierno; Diciembre de 1983; Enero y Febrero de 1984; con la formula del Dr. F. S. Da Mota, $Hf = 485.1 - (28.52 \times TM)$

Donde: Hf = Horas frío

TM = Temperatura media de cada mes.

Tomada de Jimenez (1977) y de Torres (1983).

IV. RESULTADOS

Se presentan siguiendo las fases de la planta de trigo. La siembra se realizó el 19 de Diciembre de 1983; primeramente se tiene que la germinación fue a los 11 días después de la siembra, pero 9 días después del riego; período que se toma como real de germinación, ya que el día que se sembró no había humedad y se considera que el grano tuvo reacción hasta que recibió la humedad. En este período se calcularon 102.3 unidades calor de germinación, cantidad que requiere la "Variedad Salamanca" para su germinación; (resultados cuadro 1). No se tuvo precipitación en cambio se midieron 41.81 milímetros de evaporación.

El amacolle comprendió un período que fue del 31 de Diciembre de 1983 al 24 de Enero de 1984, en este período se calcularon 187 unidades calor; aquí las plantas presentaban una altura de 15 a 20 cm y tenían brotes laterales entre 3 y 5, el número de hojas era de 4 en un 50% de las plantas inspeccionadas; características que indican que el cultivo se encuentra en plena fase de amacollamiento. (unidades calor verse en cuadro 2). En este período se tuvo una precipitación de 27.8 milímetros y hubo una evaporación de 86.00 milímetros.

El encañe comprendió un período que fue del 25 de Enero al 23 de Febrero de 1984, en este período se calcularon 270.53 unidades calor, (ver cuadro 3). Las plantas presentaban una altura de 60 a 65 cm, tanto la planta principal o planta madre como los brotes o hijos tenían un cañuto desde el ras del suelo hasta 2 o 3 cm de altura (ver figura 2), así como también se observó

que la mayoría de las plantas ya estaban formando su espiga aunque todavía sin emerger; en este período se midió una evaporación de 123.06 mm, no se registro precipitación.

La floración comprendió un período que fue del 24 de Febrero al 10 de marzo de 1984, en este período se calcularon 174.25 unidades calor (ver cuadro 4), las plantas tenían una altura de 80 a 85 cm, el 50% de plantas inspeccionadas tenían totalmente emergida la espiga, pero aun delgada por falta de llenado de grano (ver figura 2), en el resto de plantas estaba emergiendo la espiga, con la altura antes mencionada nos indica que el cuerpo de la planta en cuanto a follaje ha elaborado toda su materia seca, y cuenta con reservas para la formación de grano. La evaporación fue de 106.10 mm, no se registro precipitación.

La maduración fisiológica comprendió un período que fue del 11 de Marzo al 18 de Abril de 1984, en este período se midieron 536.48 unidades calor, cantidad superior que en todas las demás fases (ver cuadro 5), las plantas a la fecha 18 de Abril habían completado su ciclo vegetativo, ya tenía completo el llenado de grano (ver figura 2), en este período se midieron 316 mm de evaporación y no se registro precipitación.

Las horas frío que se calcularon para Diciembre de 1983 fueron 21.96, para Enero de 1984 fueron 33.38 y para Febrero del mismo año fueron 8.86. Lo que nos da un total de 64.2 horas frío.

Cuadro 1. Cálculo de Unidades Calor diarias en La Barca Jalisco y la fenología de trigo.

Unidades Calor para Germinación

Mes	Día	Temp. \bar{X} diaria	Unidades Calor
Diciembre	19	15.00	8.956
"	20	15.00	8.956
"	21	15.00	8.956
"	22	14.75	8.732
"	23	15.50	9.403
"	24	16.50	10.230
"	25	14.75	8.732
"	26	15.50	9.403
"	27	15.75	9.627
"	28	14.75	8.732
"	29	15.25	9.180
"	30	15.00	<u>8.956</u>
Total			109.863

Temperatura en °Centígrados.

Nota: La cantidad de unidades calor a partir del segundo día que es cuando se le aplicó el primer riego; y aplicando la fórmula para el cálculo de unidades calor de germinación resultaron 102.3 U.C., en promedio por día 11.37 U.C.

Cuadro 2. Cálculo de Unidades Calor diarias en La Barca Jalisco
y la fenología de trigo.

Unidades Calor para Amacollo

Mes	Día	Temp. \bar{X} Diaria	Unidades Calor
Diciembre	31	14.58	6.788
Enero	01	16.50	8.610
"	02	16.00	8.157
"	03	16.00	8.157
"	04	16.00	8.157
"	05	17.25	9.290
"	06	17.00	9.064
"	07	15.25	7.477
"	08	17.50	9.517
"	09	15.25	7.477
"	10	14.75	7.024
"	11	15.25	7.477
"	12	14.50	6.798
"	13	15.25	7.477
"	14	15.75	7.931
"	15	14.50	6.798
"	16	14.00	6.345
"	17	16.00	8.157
"	18	13.75	6.118
"	19	16.25	8.384
"	20	14.25	6.571
"	21	15.50	7.704
"	22	17.00	9.064
"	23	16.50	8.610
"	24	15.50	7.704
Total			<u>187.376</u>
Temperatura en ° Centigrados			$\bar{X} = 7.49$

Cuadro 3. Cálculo de Unidades Calor diarias en La Barca Jalisco
y la fenología de trigo

Unidades Calor para Encañe

Mes	Día	Temp. \bar{X} Diaria	Unidades Calor
Enero	25	15.50	7.704
"	26	17.75	9.743
"	27	15.75	7.931
"	28	15.25	7.477
"	29	15.00	7.251
"	30	19.00	10.876
"	31	17.25	9.290
Febrero	01	18.75	11.079
"	02	17.50	9.900
"	03	15.50	8.014
"	04	17.25	9.664
"	05	15.00	7.543
"	06	16.50	8.957
"	07	16.00	8.486
"	08	18.00	10.372
"	09	15.00	7.543
"	10	15.75	8.250
"	11	15.50	8.014
"	12	16.50	8.957
"	13	16.50	8.957
"	14	16.50	8.957
"	15	16.00	8.486
"	16	18.00	10.372
"	17	18.00	10.372
"	18	17.25	9.664
"	19	17.00	9.429
"	20	16.75	9.193
"	21	16.00	8.486
"	22	17.25	9.664
"	23	17.50	9.900
Total			<u>270.531</u>
Temperatura en $^{\circ}$ Centígrados			$\bar{X} = 9.02$

Cuadro 4. Cálculo de Unidades Calor diarias en La Barca Jalisco
y la fenología de trigo

<u>Unidades Calor para Floración</u>			
Mes	Día	Temp. \bar{X} diaria	Unidades Calor
Febrero	24	17.00	9.428
"	25	17.50	9.900
"	26	18.00	10.372
"	27	15.25	7.779
"	28	16.25	8.722
"	29	15.75	8.250
Marzo	01	18.00	10.846
"	02	18.75	11.586
"	03	18.00	10.846
"	04	18.00	10.846
"	05	19.50	12.326
"	06	19.50	12.326
"	07	19.00	11.832
"	08	21.50	14.298
"	09	20.75	13.558
"	10	18.50	<u>11.339</u>
Total			174.254
Temperatura en °Centigrados			$\bar{X} = 10.90$

Cuadro 5. Cálculo de Unidades Calor diarias en La Barca Jalisco
y la fenología de trigo.

Unidades Calor para Maduración Fisiológica

Mes	Día	Temp. \bar{X} Diaria	Unidades Calor
Marzo	11	17.45	10.304
"	12	18.50	11.339
"	13	20.50	13.312
"	14	19.75	12.572
"	15	20.75	13.558
"	16	19.75	12.572
"	17	20.50	13.312
"	18	22.00	14.791
"	19	22.25	15.037
"	20	20.25	13.065
"	21	19.00	11.832
"	22	18.00	10.846
"	23	19.75	12.572
"	24	19.50	12.326
"	25	19.50	12.326
"	26	21.00	13.806
"	27	19.50	12.326
"	28	21.25	14.051
"	29	21.00	13.806
"	30	21.50	14.298
"	31	21.75	14.544
Abril	01	20.00	13.466
"	02	21.25	14.761
"	03	19.75	13.207
"	04	20.75	14.243
"	05	22.50	16.056
"	06	21.75	15.279
"	07	21.75	15.279
"	08	21.00	14.502
"	09	20.75	14.243
"	10	20.75	14.243
"	11	20.75	14.243
"	12	21.75	15.279
"	13	20.75	14.243
"	14	20.75	14.243
"	15	21.75	15.279
"	16	21.25	14.761
"	17	21.25	14.761
"	18	22.25	15.797
Total			536.480
Temperatura en $^{\circ}$ Centígrados			$\bar{X} = 14.12$

TABLA 1. FOTOPERIODO "N" MEDIO, EN HORAS, PARA CADA MES

LATITUD NORTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
15°	11.21	11.53	11.91	12.35	12.71	12.89
16	11.15	11.49	11.91	12.38	12.76	12.95
17	11.09	11.46	11.90	12.40	12.81	13.01
18	11.04	11.43	11.89	12.43	12.86	13.07
19	10.98	11.39	11.88	12.45	12.91	13.14
20	10.92	11.36	11.88	12.48	12.96	13.21
21	10.86	11.32	11.87	12.51	13.01	13.27
22	10.80	11.29	11.86	12.53	13.07	13.34
23	10.74	11.25	11.86	12.56	13.12	13.41
24	10.68	11.21	11.85	12.59	13.18	13.48
25	10.62	11.17	11.84	12.61	13.23	13.55
26	10.55	11.14	11.84	12.64	13.29	13.62
27	10.49	11.10	11.83	12.57	13.35	13.69
28	10.42	11.06	11.82	12.70	13.41	13.77
29	10.35	11.02	11.81	12.73	13.47	13.85
30	10.28	10.98	11.81	12.76	13.53	13.92
31	10.21	10.93	11.80	12.79	13.59	14.00
32	10.14	10.89	11.79	12.82	13.66	14.09
33	10.06	10.85	11.78	12.86	13.73	14.17

LATITUD NORTE	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
15	12.80	12.49	12.07	11.64	11.28	11.11
16	12.86	12.53	12.07	11.62	11.23	11.05
17	12.92	12.56	12.08	11.59	11.18	10.99
18	12.97	12.60	12.08	11.57	11.13	10.92
19	13.03	12.63	12.09	11.54	11.07	10.86
20	13.09	12.67	12.09	11.51	11.02	10.79
21	13.15	12.70	12.09	11.49	10.97	10.73
22	13.21	12.54	12.10	11.46	10.91	10.66
23	13.27	12.78	12.11	11.43	10.86	10.59
24	13.34	12.82	12.11	11.41	10.80	10.52
25	13.40	12.86	12.12	11.38	10.74	10.45
26	13.47	12.90	12.12	11.35	10.69	10.38
27	13.53	12.94	12.13	11.32	10.63	10.31
28	13.60	12.98	12.13	11.29	10.57	10.23
29	13.69	13.02	12.14	11.26	10.50	10.15
30	13.74	13.06	12.14	11.23	10.44	10.07
31	13.81	13.11	12.15	11.20	10.38	9.99
32	13.89	13.15	12.16	11.16	10.31	9.91
33	13.96	13.19	12.16	11.13	10.24	9.83

Figura 1. Temperatura media; precipitación y evaporación mensual durante el ciclo de trigo en los meses: Diciembre de 1983; Enero, Febrero, Marzo y Abril de 1984. en La Barca, Jalisco.

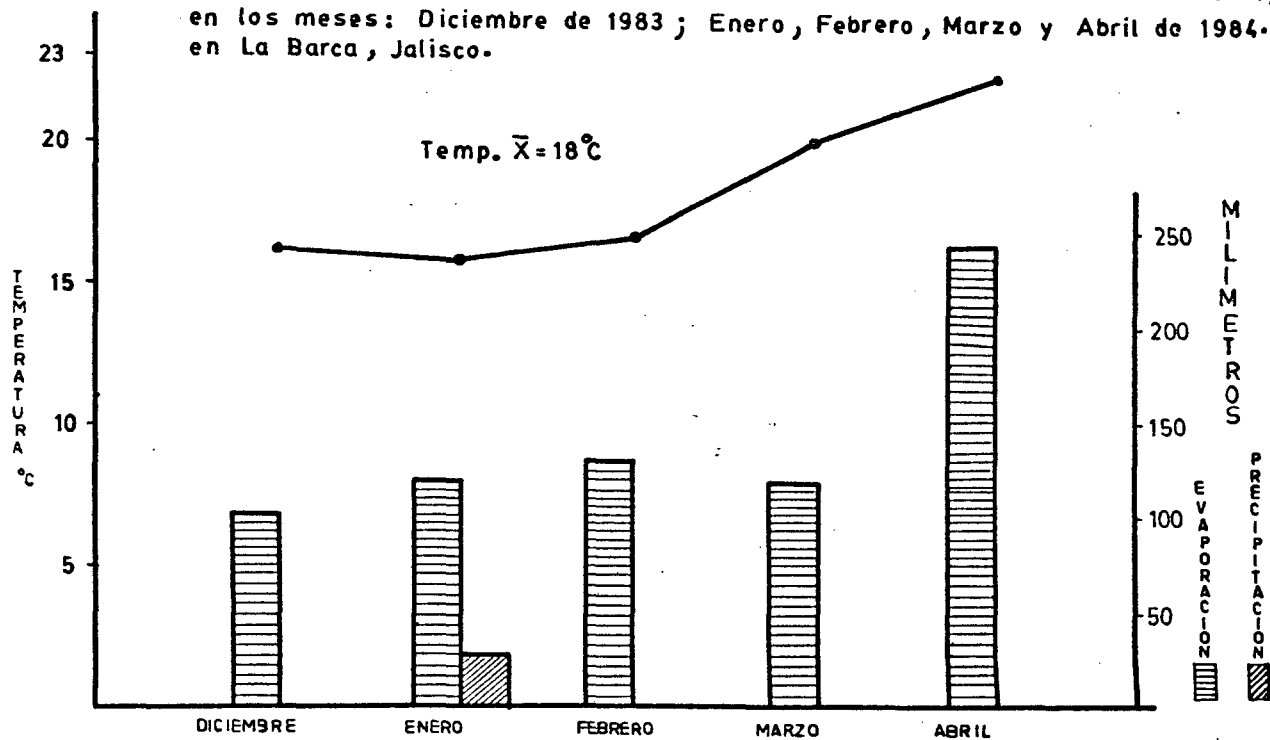


Figura 2. Acumulación de Unidades Calor de acuerdo a cada fase fenológica del trigo; en La Barca, Jalisco.

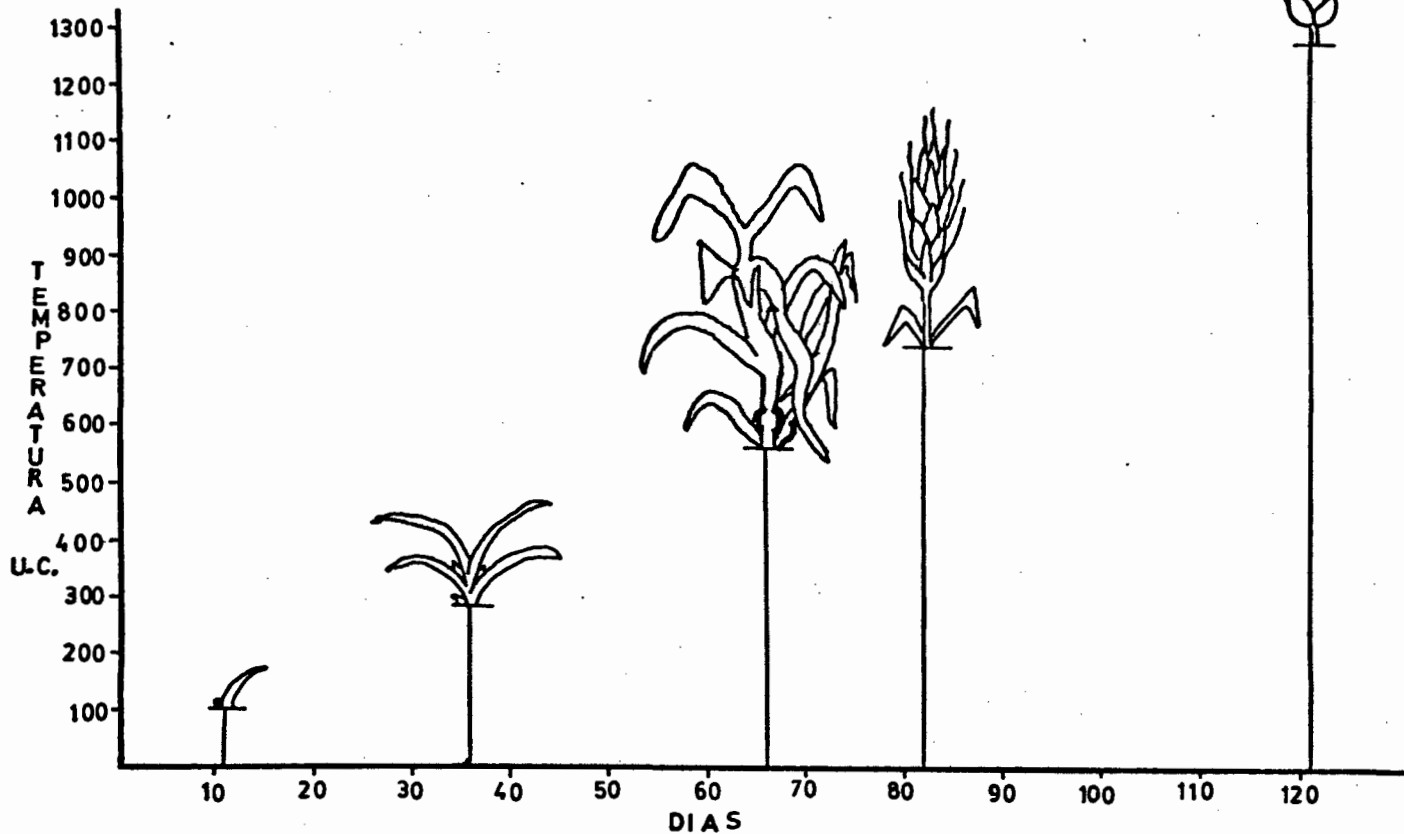
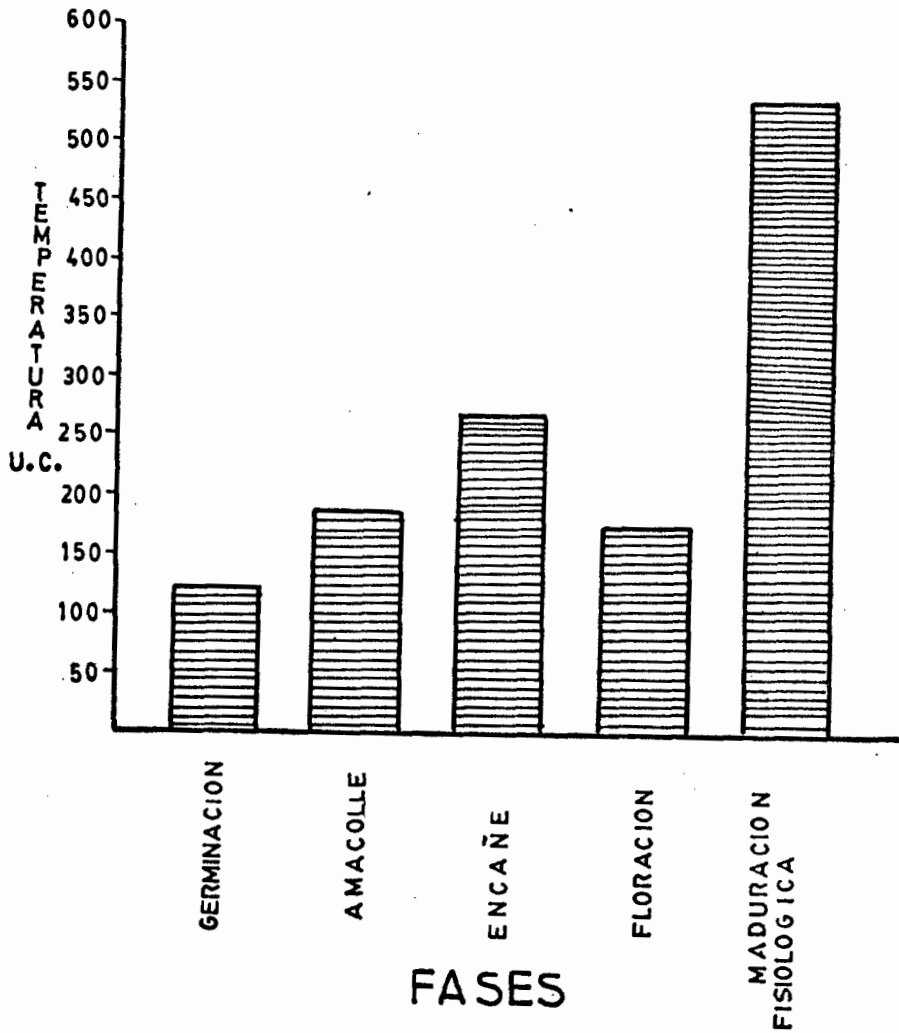


Figura 3. Cantidad de Unidades Calor en cada fase fenológica del trigo bajo condiciones de La Barca, Jalisco.



V. DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo vemos que no podemos decir que un cultivo ocupa determinado tiempo para germinar, florear, etc., sino más bien ciertos requerimientos de temperatura, humedad, y otros factores del clima lo que concuerda con lo descrito por Guerrero (1977).

Para el caso de las siembras de trigo en la región de La Barca, podemos decir que duró únicamente nueve días a la emergencia del cultivo en los cuales se acumuló 102.3 unidades calor. Teniendo en promedio 11.37 Uc.

En la fase de amacolle de trigo la planta requirió de 137 unidades calor lo que indica que se requieren menos Uc. por día en promedio que para la emergencia, dado en promedio hubo 7.49 Uc. cantidad inferior que en todas las fases, lo que le ayuda a la planta a que tenga un buen amacolle de acuerdo con lo que dice Cortéz (1980).

En la fase de encañe de trigo la planta requirió de 270 Uc.; son más que en las fases de germinación y amacolle, pero distribuidas en más tiempo nos da un promedio por día de 9.02 Uc. cantidad más alta que para amacolle, en esta fase si requiere de más temperatura la planta para formar materia seca como dice Guerrero (1977) pero distribuidas en más tiempo lo que le beneficia para la formación de espiguillas lo que esta de acuerdo con el proceso fotosintético Rojas (1979).

En la fase de floración de trigo la planta requirió de 174 Uc

cantidad acumulada en 16 días que nos da un promedio de 10.9 Uc en esta fase la planta requiere de más temperatura que en las anteriores fases, para completar la formación de las 3/4 partes de materia seca de acuerdo con lo que menciona Guerrero (1977) aunque estas temperaturas no deben prolongarse demasiado, porque el número de flores fértiles se reducen; y esto está de acuerdo con lo que mencionan Salisbury y Ross (1973) en que la temperatura es un factor en el proceso fotosintético y de fertilidad.

En la fase de maduración fisiológica de trigo es en donde la planta requiere de más unidades calor, la variedad estudiada requirió de 536.43 Uc. aunque distribuidas en más tiempo nos da un promedio de 14.12 Uc. ligeramente superior a todos los promedios de las demás fases; el largo período para completar la fase de maduración le ayuda a la planta para seguir con su proceso fotosintético en hojas y espiga para acumular almidón y proteínas en el grano y esto está de acuerdo con lo que mencionan Bonner y Galston (1973). Como lo demuestran también los resultados de la figura 2; que se obtuvieron en trigo en la Barca, Jalisco.

Las medias de unidades calor observadas en cada fase fenológica son variables; en promedio para germinación se tuvieron 11.37, luego para amacolle descendió a 7.49; pero a partir de esta fase el requerimiento fue ascendente en cada una de sus fases, hasta llegar a maduración fisiológica con un promedio de 14.12 unidades calor, se ve que el requerimiento de unidades calor está directamente en proporción con el tamaño de la planta.

VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos; el trigo, en particular "la Variedad Salamanoa" ocupa de una temperatura en unidades calor de 1271. Por lo tanto esta variedad prospera en regiones donde se presente esta temperatura distribuida en un período de 120 días.
2. El trigo en la fase de amacolle requiere menos temperatura, en promedio 7.5 unidades calor, que en sus demás fases, lo que le beneficia para tener un buen ahijamiento. En cambio en la fase de maduración fisiológica es en la que necesita de más temperatura, en promedio 14.12 unidades calor.
3. El período más corto en el ciclo vegetativo del trigo se presenta en la fase de floración, 16 días; y el período más largo es el de la fase de maduración fisiológica con 38 días.
4. La fase de encañe se presenta aproximadamente a la mitad del ciclo vegetativo del trigo, también en esta fase requiere aproximadamente la mitad de temperatura en unidades calor de la que ocupa para la maduración fisiológica.
5. El objetivo se logro al conocer los períodos de cada fase fenológica y también se calculó la cantidad de unidades calor para cada fase. Se recomienda hacer estudios en diferentes fechas de siembra para conocer los desplazamientos en los períodos de cada fase.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Ayllón, T. T. y J. G. Roa. 1983. Introducción a la observación meteorológica. Ed. Limusa, S.A. México. pág. 9-50.
- Azzi, G. 1971. Ecología Agraria. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. pág. 6- 83.
- Barajas, C. R. 1978. Uso de tres métodos para la determinación de la dosis óptima económica del nitrógeno, fósforo y densidad de siembra para el cultivo de trigo en La Barca, Jal. Tesis profesional. Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. pág. 8 - 17.
- Billings, W. D. 1977. Las plantas y el ecosistema. Ed. Herrero Hermanos, S.A. México. pág. 16 - 49.
- Bonner, A. y A. W. Galston. 1973. Principios de Fisiología Vegetal. Ed. Aguilar, Madrid.
- Briceño, F. G.A. 1981. Selección de variedades de trigo (Triticum aestivum L.) por su estabilidad de rendimiento en 5 localidades del Estado de Jalisco. Tesis profesional. Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. 54 pág.
- Brom, R. E. 1969. Notas fenológicas. Comisión Nacional de Fruticultura. México. pág. 1 - 38.
- Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo. 1978. Revisión de programas del "CIMMYT". El Batán, México.
- Gola, G., N. Giovanni. y C. Cappelli. 1965. Tratado de Botánica. Ed. Labor, S.A. México. pág. 530 - 532.
- Cortéz, A. S. 1980. Parámetros de estabilidad en la determinación del período óptimo de siembra de trigo, (triticum aestivum L.) de invierno en Aguascalientes. 57 pág.
- Guerrero, G. A. 1977. Cultivos herbáceos. Ed. Ediciones Mundifrensa. Madrid. pág. 17 - 23.
- Haro, A. E.S. 1978. Efectos de diferentes grados de defoliación en trigo, en el período Post-Antesis. Tesis profesional. Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. 74 pág.

- Hernández, P. J.A. 1979. Ensayo de rendimiento de variedades de trigo bajo riego en las regiones de Lagos de Moreno y La Barca, Jalisco. Tesis profesional. Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. 51 pág.
- INIA. 1982. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el cultivo del trigo. México, D.F. Publicación Especial, No. 86.
- Jiménez, G. E.H. 1977. Estudio fenológico de los principales cultivares de manzano en Canatlán, Durango. Tesis profesional. Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. 43 pág.
- Martínez, B. J.G. 1982. Mezclas de genotipos; alternativa para incrementar rendimientos y reducir enfermedades en trigo. Tesis profesional. Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. 39 pág.
- Medina, E. 1977. Introducción a la Ecofisiología Vegetal. Ed. Eva V. Chesneau. Universidad Nacional de la Plata. La Plata, Argentina.
- Moreno, G. H. y A. A. Cozález. 1979. Estadística Básica. Ed. Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara.
- Poehlman, J. M. 1981. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Ed. Limusa, S.A. México. pág. 123 - 132.
- Rojas, G. M. 1979. Fisiología Vegetal Aplicada. Ed. Mc Graw-Hill. México. pág. 186 - 204.
- Robles, S. R. 1981. Producción de Granos y Forrajes. Ed. Limusa, S. A. México. pág. 196.
- Ruiz, O. M., D. N. Roaro y I. L. Rodríguez. 1983. Tratado Elemental de Botánica. Ed. E.C.L.A.L.S.A. México.
- Salisbury, F. B. and G. W. Ross 1978. Plant Physiology. Editing and Production. Greg Hubit Bookworks. U.S.A.
- Sánchez, S. O. y S. L. Gutiérrez. 1971. Biología. Ed. Herrero Hermanos, S.A. México. pág. 93 - 104.
- Torres, R. E. 1983. Agrometeorología. Ed. Diana. México. pág. 9-30.