

UG

UG

Ministerio de Educación Superior.

Universidad de Guantánamo.

Facultad Agroforestal de Montaña.



# *Trabajo De Diploma*

En opción al Título de Ingeniero Agrónomo

**Título: Comportamiento fenológico y agrícola de variedades de trigo (*Triticum aestivum*) en el municipio Sagua de Tánamo.**

**Autor: Felly Yandri Peña Cervante.**

**Tutor: M.Sc Jesús Ramón Fernández Leyva.**

Junio- 2010  
"Año 52 de la Revolución"

## **PENSAMIENTO.**

*“.... La tierra produce sin cesar. Si los que en ella viven quieren librarse de la miseria cultívenla de modo que en todas épocas produzcan más de lo necesario para vivir: así se basta a lo imprescindible, se previene lo fortuito y cuando lo fortuito no viene, se comienza, el ahorro productivo que desarrolla la verdadera riqueza.....”*

**José Martí.**

## **DEDICATORIA.**

- *A mi madre Aracelis Matos Meriño por el apoyo que me ha brindado en todos los momentos más difíciles de mi vida y inculcar en mí el espíritu de sacrificio.*
- *A mi hija Bryana Peña Amaro por ser la razón de vivir cada día.*
- *A mi querida hermana Yusmara Peña Cervante por ser mi razón de haber estudiado una carrera Universitaria.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

*Nada es más importante para mí en estos momentos que expresar mi agradecimiento:*

- *A mi tutor y amigo M.Sc Jesús Ramón Fernández Leyva por todo el apoyo que me supo dar.*
  
- *A todos mis amigos y compañeros.*
  
- *Al colectivo de profesores que permitieron mi formación profesional.*
  
- *A mi familia por su constante dedicación y comprensión en el transcurso de mi carrera.*
  
- *A todas aquellas personas que de una forma u otra influyeron en mi desarrollo profesional.*

*A todos muchas gracias.*

## RESUMEN

Este experimento se desarrolló en la Granja Militar Integral La Zarza, municipio Sagua de Tánamo, provincia Holguín, durante los meses comprendidos desde enero hasta abril 2010. Tuvo como objetivo determinar las fases fenológicas y la productividad de tres variedades de trigo (*Triticum aestivum*) Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31 en las condiciones edafoclimáticas del Consejo Popular de Calabaza, para ello se evaluaron los indicadores fenológicos: ahijamiento, aparición del primer nudo, aparición del segundo nudo, preñez, floración, madurez fisiológica, así como los componentes del rendimiento: largo de la panícula, peso de la panícula, granos llenos por panícula, granos vanos por panícula, peso de mil granos, altura de las plantas y rendimientos. La superficie experimental estuvo ubicada sobre un suelo pardo sialítico carbonatado, según la nueva versión de la clasificación de los suelos de Cuba. Se obtuvo que la variedad Cuba-C-204 mostró mejores resultados en todas las variables fenológicas evaluadas. El rendimiento obtenido de 7.11 t/ha para dicha variedad puede dejar a la unidad ganancia considerable a los precios actuales, por lo que resulta la adecuada para fomentar el cultivo de trigo en la entidad.

**Palabras Claves:** trigo, fenología, Variedades Cuba-C-204, IRM-30, IRM-31.

## SUMMARY

This experiment was developed in the Integral Military Farm the Bramble, Saga of Tanami, municipality Holguín county, during the months understood from January until April 2010. He/she had ace objective to determines the phases penologist and the productivity of three wheat varieties (*Triticum aestivum*) Cuba-C-204, IRM-30 and IRM-31 under the conditions edafoclimáticas of the Populeichon Council of Pumpkin, for they were evaluated it the indicative penologist: ahijeichon, appearance of the first knot, appearance of the second knot, pregnancy, floreichon, physiologic maturity, ace well ace the components of the yield: long of the panicles, weight of the panicles, full grains for panicles, vain grains for panicles, weight of two thousand grains, height of the plants and yields. The experimental surface was located on a floor brown carbonated sialíticon, according to the new version of the classification of the floors of Cuba. It was obtained that the variety Cuba-C-204 it showed better results in all the variable evaluated penologist. The obtained yield of 7.11 t/ha for this variety he/she can leave to the unit considerable gain to the current prices, for what is the appropriate one to foment the wheat cultivation in the entity.

**Key words:** wheat, penologist, Varieties Cuba-C-204, IRM-30, IRM-31.

## ÍNDICE

---

### Pág.

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1. El cultivo trigo.....	4
2.2. Producción y comercio mundial del trigo .....	5
2.3. Antecedentes del cultivo en Cuba .....	6
2.4. Importancia económica.....	7
2.5. Morfología de la planta de trigo.....	8
2.6. Genética del trigo.....	12
2.7. Crecimiento y desarrollo .....	13
2.8. Factores que influyen en los componentes del rendimiento.....	15
2.9 Fenología.....	22
<b>III.MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
3.1. Ubicación.....	30
3.2. Condiciones climáticas del área experimental.....	31
3.3. Metodología empleada.....	31
3.4. Diseño experimental.....	32
3.5. Variables evaluadas.....	32
3.6. Análisis estadístico realizado.....	33
3.7. Valoración económica.....	33
<b>IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Variables fenológicas.....</b>	<b>35</b>
4.1.1 Ahijamiento.....	35
4.1.2 Primer nudo y segundo nudo.....	36
4.1.3 Preñez, floración y madurez fisiológica.....	37
<b>4.2.Variables del componente rendimiento .....</b>	<b>39</b>
4.2.1 Longitud de la panícula y peso la panícula.....	39
4.2.2 Granos llenos y vanos por panícula,.....	41

4.2.3	Altura de la planta y peso de 1000 granos.....	42
4.2.4	Rendimiento.....	43
4.2.2.	Valoración económica.....	44
4.3	<b>APORTE A LA DEFENSA DE LA PATRIA.....</b>	<b>47</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	

## I. INTRODUCCIÓN

La población mundial, que es una medida de nuestra capacidad tecnológica de reservar la vida y alimentarnos, ha crecido establemente. En los últimos 200 años los crecimientos han sido exponenciales, lo que significa que la población mundial se duplica cada 40 años. (Rivera y Fernández, 2003)

Por tanto, una de las mayores preocupaciones de la humanidad lo constituye el abastecimiento alimentario, sobre todo en los países más pobres, debido a que la población crece a un ritmo acelerado, mientras que los suelos cultivables disminuyen a un ritmo vertiginoso de 6,8 % en cada década. (Dalzell *et al*, 1991 )

La agricultura tendrá que hacer frente a este reto, fundamentalmente, mediante el aumento de la producción en los suelos que ya se están utilizando y logrando, asimismo, el aprovechamiento más racional de este recurso que sólo son marginalmente aptos para el cultivo. (Barroso, 2004)

El cultivo del trigo fue introducido en Cuba por los españoles donde en los primeros años de la conquista su cultivo fue exitoso. Las variedades introducidas se fueron aclimatando hasta dar lugar a una variedad muy bien adaptada que constituían una rareza dentro de la flora triguera española debido a su buen crecimiento, desarrollo y rendimiento. (Plana *et al*, 2003)

La historia de los cereales, especialmente el trigo y la civilización humana han estado muy vinculados. Por tal motivo, constituye el cultivo más antiguo sembrado por el hombre en inmensas extensiones y en grandes cantidades. (Moreno *et al*, 1997)

El trigo es una especie que tiene un amplio rango de adaptación, crece y se desarrolla en ambientes muy diversos y puede sembrarse tanto en invierno como en primavera, lo que unido a su gran consumo, ha permitido que se extienda a muchas partes del mundo. (Plana *et al*, 2003)

El rendimiento es el resultado final de un grupo de interacciones, donde intervienen el genotipo, clima, suelo y manejo del cultivo. El impacto de los distintos parámetros que intervienen en estas variables del sistema define la fenología y el rendimiento de los cultivos. (Guevara, 2009)

El trigo es una planta anual de crecimiento invierno primaveral, que debido a su gran diversidad genética, puede crecer y reproducir en ambientes muy diferentes entre si. Este cultivo se extiende ampliamente en muchas partes del mundo, quizás por ser una especie que tiene un amplio rango de adaptación y por su gran consumo en muchos países. Tan es así, que en la actualidad ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial: trigo, arroz, maíz y cebada. (Iglesias, 1996)

La necesidad de producir trigo constituye una estrategia extraordinaria para la autosuficiencia económica de todos los países del universo. (FAO, 1997)

Según Infoagro (2006) dado que el producto final de un cultivo no es sino la consecuencia de un proceso derivado de las actividades agrícolas efectuadas durante todo el ciclo, para los investigadores y productores se hace necesario el conocimiento de la fenología agrícola y duración de las diferentes etapas.

En nuestro país son muchos los esfuerzos que se hacen en la agricultura con el fin de obtener los productos que necesita la población para su alimentación; actualmente la nación está imbuida en un plan alimentario que debe señalar la mayoría de edad en este campo. Para lograr este objetivo se ha puesto en función todos los medios técnicos y científicos de que dispone nuestro ministerio.

Por todo lo anteriormente expuesto, y la gran polémica que existe a nivel mundial con la producción de granos y su utilización como biocombustible, Cuba se ve necesitada de incluir a gran escala la producción de granos como el trigo, pero para ello se necesita conocer el comportamiento de estos cultivos para lograr su mayor desarrollo, tomando en cuenta los diversos factores de

manejo, suelo, condiciones climáticas y cultivar que pueden ayudar a los productores a obtener buenos rendimientos con un uso eficiente de los recursos a su disposición. Por lo que constituye una problemática a resolver en las condiciones edafoclimáticas de Cuba es el **desconocimiento del comportamiento fenológico y la productividad del cultivo trigo en condiciones tropicales.**

**Hipótesis:** Si se conoce el comportamiento fenológico y agrícola del cultivo trigo en las condiciones edafoclimáticas del trópico, se podrá determinar cuál variedad cultivar.

**Objeto:** Cultivo trigo. (*Triticum aestivum*)

**Objetivo:** Determinar las fases fenológicas y la productividad de especies trigo en las condiciones del Consejo Popular de Calabaza.

**Objetivos Específicos:**

1. Determinar comportamiento de las fases fonológicas del cultivo.
2. Evaluar los componentes del rendimiento en las condiciones estudiadas.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 El cultivo trigo.

La planta de trigo, tiene como centro de origen la región asiática comprendida entre los ríos *Tigris* y *Eufrates*, siendo difundido por todas las regiones de la tierra. Este cereal constituye la especie más antigua cultivada por el hombre (más de 12 000 años), y en la actualidad es el cultivo más ampliamente difundido por todos los continentes siendo el trigo hexaploide *T. aestivum* el cereal panificable de mayores extensiones. (Acevedo, 2003)

Cada día que pasa madura al menos una cosecha de este importante cereal, evidenciando la capacidad de crecer y producir en ambientes y condiciones edafoclimáticas muy disímiles. (Royo y Abió, 2003)

Los trigos constituyen la base de la alimentación de más del 96.4 % de la población mundial, a partir de este importante cereal se obtienen más de 476 derivados alimenticios, resulta un inigualable componente en la dieta animal y se considera una de las especies vegetales más nobles por la relativamente poca cantidad de agua, fertilizantes y otros recursos que requiere (FAO 2005) por ello, la necesidad de producir trigo constituye una estrategia extraordinaria para la autosuficiencia económica de todos los países del universo. (Royo y Aragues, 2003)

Este cultivo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre y constituyó la fuente de ingresos y sustentos por muchos años de campesinos, ciudades y naciones. Su floreciente auge en las regiones asiáticas impuso a sus pobladores la necesidad de desarrollar áreas del saber como la mecánica para el procesamiento industrial de este importante grano. (Udovenko, 1977)

La propiedad más importante del trigo es la capacidad de cocción de la harina debido a la elasticidad del gluten que contiene, característica que permite la

panificación que constituye el alimento básico del hombre. El área de mayor cultivo del trigo es la zona templada del hemisferio norte. (FAO, 2005)

El trigo está conjuntamente unido a la producción de arroz. Los rendimientos mundiales evolucionaron rápidamente durante la segunda mitad del siglo XX, principalmente bajo el impulso del progreso técnico e innovaciones traído a diferentes niveles de métodos de la producción. (Plana *et al*, 2003)

Entre los países que tienen una producción significativa (superior a un millón de toneladas), los que pertenecen a la parte norte de Europa y sureste de Asia son los que anualmente se destacan con una producción media de 4 millones de toneladas anuales, desplegándose un rendimiento medio de 5,3 t.ha<sup>-1</sup>. (FAO, 2005)

## 2.2 Producción y comercio mundial de trigo.

En la siguiente tabla se muestran los rendimientos del cultivo del trigo en algunos países hasta el año 2005. (FAO, 2005)

Tabla 1. Rendimientos del trigo en países altamente productores hasta el año 2005: (FAO, 2005) (t.ha<sup>-1</sup>)

Países	Rendimientos	Países	Rendimientos
Países bajos	9,12	México	6,79
Namibia	8,89	Arabia Saudita	4,48
Bélgica -Luxembourg	8,58	Noruega	4,40
Irlanda	7,86	Australia	4,38
Reino unido	7,78	Malta	4,13
Nueva Zelanda	7,42	Japón	4,03
Alemania	6,50	China	5,91
Zambia	6,45	Tunes	3,85
Francia	6,23	Zimbabwe	3,82
Egipto	6,15	Finlandia	3,55
Suiza	5.37	Argentina	6.84

El rendimiento medio mundial en el año 2004 fue 2 t.ha<sup>-1</sup> y hasta el corte semestral de la producción de trigo en el mundo en el 2005, el rendimiento

promedio fue de 2.0732 t.ha<sup>-1</sup>. De un punto de vista histórico había una progresión importante de los rendimientos desde los años 1960. (FAO, 2005)

En el mundo nivelado, el promedio estaba 1,1 t.ha<sup>-1</sup> en 1961, lo que representa una progresión del orden de 145% en un periodo de cuarenta años. Es la unión europea, la que presenta los rendimientos más altos con ocho países que son clasificados entre los diez más productivos. (FAO, 2005)

Las proyecciones de la FAO (2005), hasta el 2012 revelan un escenario de crecimiento más positivo en el mercado mundial de cereales, especialmente en lo que se refiere a comercio, basándose en varias hipótesis: intensificación de los sistemas de producción ganadera, con una fuerte demanda derivada de cereales forrajeros; en particular con una fuerte recuperación económica en los países en transición, y la continuación de los programas de reforma estructural y el cumplimiento por los países de los compromisos de la Ronda de Uruguay.

### **2.3 Antecedentes del cultivo en Cuba.**

El trigo fue introducido en Cuba por los españoles en los primeros años de la conquista, según los documentos conservados en los archivos de la época colonial, tales documentos testifican que, su cultivo fue muy floreciente en la zona central y occidental de la isla. Sin embargo años más tarde su cultivo decayó por ordenes del Rey de España de importar la harina de Castilla, debido al acelerado auge de los cultivos de la caña de azúcar y el tabaco lo que provocó soslayar el cultivo dando lugar a la incidencia de plagas y enfermedades que afectaron las pocas variedades existentes. (Plana.*et al*, 2003 )

Durante la época pre-revolucionaria, se intentó rescatar el cultivo del trigo a partir de variedades importadas, de las cuales se distribuyeron semillas entre los agricultores de diferentes localidades del país, principalmente de la región central. Sin embargo tal acción no culminó con éxito debido a la poca adaptabilidad y estabilidad que presentaron dichas variedades y a la carencia de

un programa de mejora financiado y orientado en tal dirección; lo que conllevó al Ministerio de la Agricultura a dictaminar lo poco conveniente de su explotación en el país. (Pérez-Talavera, 1997)

Después del triunfo de la Revolución cubana, en el INIFAT se desarrolló un programa de mejora por selección a partir de la variedad brasileña de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) BH-11 y se obtuvo la primera variedad cubana "Cuba-C-204", muy bien adaptada a las condiciones del clima y suelos cubanos de la cual años más tarde y a través de la inducción de mutaciones se han obtenido 7 mutantes promisorios con perspectivas para su evaluación e introducción en áreas de producción. (Plana *et al*, 2003)

Investigadores del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) han desarrollado un programa de trabajo con variedades de trigo obtenidas en Cuba y otras importadas que por su capacidad de adaptación han mostrado un buen rendimiento bajo las condiciones del clima cubano. (Plana, 2004)

Su cultivo ha sido satisfactorio en las provincias occidentales y centrales, obteniéndose rendimientos entre 4.4 y 5.75 t.ha<sup>-1</sup> y su destino principal en sus inicios ha sido el alimento para el ganado. Las provincias cubanas que más se destacan por las producciones de trigo son: La Habana, Villa Clara, Cienfuegos y Pinar del Río. Los proyectos de investigaciones desarrollados en el INCA han permitido el establecimiento del trigo en el municipio especial Isla de la Juventud y los resultados han sido muy positivos. Ya en Cuba se encuentran establecidas cerca de 30 variedades de trigo y unas 49 variedades de triticales. (Plana, 2004)

#### **2.4 Importancia económica.**

La importancia del cultivo del trigo radica primeramente en los ingresos que se obtienen en la comercialización del grano y la harina, el 94.8% de los países del mundo comercializa este producto como variable fija todo el año, por otra parte, en el aporte de ingresos económicos a través de alimentos a los sistemas de

producción mixtos (agrícolas-ganaderos) en una época del año en que estos son mínimos. (Acevedo, 2003)

Desde el punto de vista agrícola, y de cara a la siembra directa, aporta un rastrojo satisfactorio como cobertura de suelo, complementándose bien en planes de rotaciones con cultivos tales como algodón, soja, sorgo, girasol y maíz. (Plana *et al*, 2003)

Al principio de 1990, la producción mundial de trigo había experimentado un aumento del 30% en relación con el periodo 1979-1981. La antigua Unión Soviética era entonces el primer productor del mundo, aunque la producción disminuyó a partir de 1991, fecha en que el país se escindió en estados más pequeños. Ocupan los lugares segundo y tercero por volumen de producción China y Estados Unidos, respectivamente; también son importantes productores India, Canadá, Francia, México, Chile, Argentina, Australia y España. Durante muchos años el trigo se obtenía, en algunos países del centro y el norte de Europa, ya que el transporte marítimo era muy eficaz. (FAO, 2005)

## **2.5 Morfología de la planta de trigo.**

### **Raíces.**

La planta del trigo posee dos conjuntos de raíces: las seminales que pertenecen al embrión o son producidas por raíces adventicias (corona), que se originan posteriormente a partir de los nudos basales de las plantas y se transforman en el sistema radicular permanente. (Lersten, 1987)

Las seminales son típicamente cinco raíces, la radícala y dos pares laterales, ocasionalmente se presentan seis. Las raíces seminales son delgadas, uniformes en el diámetro y con finas ramificaciones laterales. Ellas componen una pequeña parte del sistema radicular total, permanecen en funcionamiento a través de la vida de la planta de trigo, a menos que sean destruidas por enfermedades u otras causas. Se han encontrado en varias oportunidades, que

en condiciones adversas de crecimiento impiden o retardan el desarrollo de las raíces adventicias, dejando las raíces seminales como único o predominante sistema radicular. (Irene et al, 2001)

De cada nudo de la corona generalmente se forman dos o más raíces adventicias; cada eje secundario o macollo produce un sistema adventicio de raíces como tallo principal excepto que normalmente sea una raíz en lugar de un nudo. Normalmente, las raíces en condiciones favorables penetran en suelos a una profundidad de sesenta a noventa centímetros. Los trigos de invierno se enraízan más profundamente y el grado de ramificación depende del tipo de humedad, aeración y fertilidad del suelo. (López, 1991)

Cuando el trigo es sembrado cerca de la superficie, la corona se forma a corta distancia por encima de las semillas. Si la siembra es profunda, la corona se forma también cerca de la superficie de la elongación del segundo entrenudo; puede ser menor de dos como cinco centímetros de largo o exceder los diez centímetros. Tal segundo entrenudo no es más que el coleóptilo y la primera hoja. En estados muy tempranos de crecimiento, la planta deriva nutrientes del endospermo. (Irene et al, 2001)

Cuando las raíces seminales se vuelven funcionales, agua y nutrientes provienen del suelo circulante. Las raíces adventicias comienzan su desarrollo alrededor de dos semanas después de la emergencia de la planta. La emergencia y la elongación de las raíces adventicias es bastante lenta las ramificaciones de las variedades de la maduración tardía llegan a la espigación con un 90% del sistema radicular mientras que las precoces alcanzan solo alrededor del 40%. (INTA, 1995; Evans, 1983)

### **Tallo.**

Como en toda la planta de la familia de las gramíneas, el tallo es una caña formada de nudos y entrenudos. El nudo es una porción maciza y pequeña donde se encuentran las yemas que dan origen a las hojas, así como también a

los macollos. El entrenudo es mucho más largo que el nudo y es hueco en la mayoría de los trigos. La altura total del tallo oscila según las variedades entre un mínimo de 0.30 m a un máximo de 1.70 m. La altura final de una planta de trigo depende de la constitución genética y también de las condiciones ambientales, pero por lo general la altura del tallo oscila entre los 0.80 y 1.30 m. (INTA, 1995)

Lo más común es la presencia de seis entrenudos, aunque en baja proporción tallos de cinco y siete entrenudos. La longitud de entrenudos no es la misma en un mismo tallo; el primer entrenudo, o sea, basal es el más corto, el segundo es el más largo y así sucesivamente; la longitud va aumentando en los situados mas arriba, siendo el último el que sostiene la espiga, el más largo. Como regla general, el largo del quinto entrenudo es 10 veces superior al del primero y en cuanto al diámetro del tallo, este aumenta desde el primero al quinto, oscilando de 3 a 4.2 mm. (López, 1991)

Los macollos nacen de las yemas que se encuentran en los nudos basales del tallo principal. Si se trata de ramificaciones laterales, rápidamente se curvan formando hacia la posición vertical. A su vez cada macollo, de manera que en la misma planta existen macollos nacidos del tallo principal o de los tallos secundarios, terciarios, etc. La cantidad depende de la variedad, pues la hay muy macolladora y poco macolladoras. (INTA, 1995; Evans, 1983)

No obstante, el factor varietal también se ve influido por otro como la época de siembra, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, etc. Si se siembra temprano al igual si se siembra espaciada, el terreno fértil estimula el macollamiento al igual que las bajas temperaturas. En cambio, una misma variedad macolla menos si se le siembra tardíamente, muy densamente, en terreno de fertilidad pobre, así como también debe soportar lluvias excesivas. En el color del tallo normalmente se registran tres tonalidades que pueden ser: el color blanco, amarillento y amarillo. (Irene et al, 2001)

## **Hojas.**

Las hojas están dispuestas sobre el tallo alternamente en dos hileras verticales opuestas, cada una de las hojas tiene una divergencia de 180 grado de la siguiente; las hojas de gramíneas constan de las siguientes partes: vaina, lámina, lígula y un par de aurículas en la base de la lámina. (López, 1991; INTA, 1995; Evans, 1983; Heyne, 1987)

## **Inflorescencia.**

La inflorescencia de la planta de trigo es una espiga cuyo eje principal o raquis es una estructura sinuosa y articulada compuesta de otros nudos y entrenudos. Cada entrenudo del raquis es angosto en la base y ancho en el ápice, sus márgenes presentan largo variable. La unidad de la espiga es la espiguilla; estas son sésiles y cada una de ellas se compone de dos brácteas estériles o glumas vacías y de dos a cinco flores, cada una de ellas está compuesta por glumas florales, la lemma y la pelea. Cuando el trigo es aristado, las aristas se originan en la punta de los órganos sexuales, tres estambres y un pistilo, así como dos pequeños órganos redondeados llamados lodículas. En la anthesis, las lodículas se hinchan afuera y con ellas se produce la apertura de la flor. (Irene et al, 2001)

## **Granos.**

Los granos son cariósides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados. El germen sobresale en uno de ellos y en el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82% del peso del grano. A lo largo de la cara ventral del grano hay una depresión (surco): una invaginación de la aleurona y todas las cubiertas. En el fondo del surco hay una zona vascular fuertemente pigmentada. El pericarpio y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo. El grano de trigo contiene una parte de

la proteína que se llama gluten. El gluten facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, que son necesarias en la panificación. (Irene et al, 2001)

## **2.6 Genética del trigo.**

La genética del trigo es más complicada que la de la mayoría de las otras especies de plantas domesticadas. La especie del trigo es un poliploide estable, que tiene más de dos conjuntos de siete cromosomas. Tanto el *Triticum durum* como el *Triticum turgidum* evolucionaron como especies de tetraploides por el cruce natural de dos especies silvestres, *Triticum urartu* y una especie ahora extinta, *Sitopsis*. El trigo común del pan (*Triticum aestivum*) evolucionó como una especie de hexaploide posterior hace aproximadamente 2000 años, después del cruce natural de *Triticum turgidum* y *Aegilops taushii*. El trigo escaña cultivada (*Triticum monococcum*) es diploide ( $2n=2x=14$  cromosomas) (Aykrod y Doughty, 1970)

Los trigos *tetraploides* (por ejemplo trigo *durum*) son derivados del *almidonero* silvestre (*Triticum dicoccoides*). El *almidonero* silvestre es el resultado de una hibridación entre dos hierbas silvestres diploides: *Triticum urartu* y una especie de hierba silvestre, *Aegilops searsii* o *Aegilops speltoides*. La hibridación que generó el *almidonero* silvestre ocurrió en tierra virgen, mucho antes de su domesticación. (Forero, 2000)

Los trigos *hexaploides* evolucionaron en campos cultivados. Tanto el trigo *dicoccoides* como el *durum* hibridaron con otra hierba diploide silvestre (*Aegilops tauschii*) para crear los trigos hexaploides (cromosomas  $6x$ ), *Triticum spelta* y *Triticum aestivum*. (Forero, 2000)

La heterosis o vigor híbrido ocurre en los trigos hexaploides, pero la semilla es difícil de producir en variedades híbridas cultivadas en una escala comercial como con las flores de maíz, porque las flores del trigo son completas y normalmente se auto-polinizan. La semilla híbrida comercial del trigo se ha producido utilizando agentes químicos hibridantes, reguladores del crecimiento de la planta que intervienen selectivamente con el desarrollo de polen, u

ocurriendo naturalmente en sistemas masculinos citoplasmáticos de esterilidad. El trigo híbrido ha tenido un éxito comercial limitado en Europa (especialmente en Francia), en los Estados Unidos y en Sudáfrica. (Forero, 2000)

## **2.7 Crecimiento y desarrollo.**

### **Hábito de crecimiento.**

Los trigos evolucionan en dos grandes complejos germoplásmicos: los trigos de hábito invernal y los de hábito primaveral; un tercer complejo más pequeño son los trigos facultativos. Los términos trigos de invierno y trigo primaveral tienen un significado más amplio que el que se refiere sólo al ciclo de crecimiento, durante el cual se desarrolla el cultivo. (INTA, 1995)

Los de hábito invernal se siembran en otoño; usualmente, las plántulas emergen y amacollan antes del invierno, entonces pasan por un tiempo de inactividad durante el periodo de frío. Las plantas reanudan su crecimiento rápido en primavera y maduran en verano después de un periodo total de nueve a 11 meses. Los trigos de hábito invernal requiere de un periodo de vernalización por lo menos durante una semana a temperatura de 1 a 5 °C antes que pueda cambiar de fase vegetativa, a la fase reproductiva, la cual concluye el embuche, espigamiento, floración y formación de semillas. (Harson et al, 1982)

El crecimiento activo de las variedades de trigo de invierno coincide con la disponibilidad favorable de la humedad en esas áreas durante el otoño y la primavera. Aún más, los trigos de invierno tienden a crecer antes de la llegada de los vientos calientes y secos del verano, que son características del clima de las regiones continentales. (Evans, 1983)

En contraste, los trigos de primavera tienen un ciclo de crecimiento continuo generalmente de tres a seis meses; sin un periodo de inactividad, pueden sobrevivir a temperaturas bajas sostenidas. En las regiones donde se presenta

el invierno severo, estos trigos se siembran en primavera después de la última helada. En otras áreas especialmente aquellas con clima mediterráneo se siembra en otoño y crece durante el invierno con temperaturas moderadas. (INTA, 1995)

Los trigos facultativos son intermedios en lo que se refiere a la tolerancia al frío de los siglos de invierno y primavera. Sin embargo, son diferentes a los trigos de invierno, ya que no requieren de la vernalización para florecer semillas. Se estima un 40 % del área mundial sembrada con trigos invernales y producen el 50 % del grano. Los trigos de hábito primaveral se estima que ocupan el 57 % del área triguera y los facultativos no más del 3 % del área. La mayoría de los trigos sembrados en países en desarrollo son de hábito primaveral. Sin embargo, Turquía y China son grandes productores del trigo de invierno. En China, Turquía, Argelia, Irán, Afganistán, Argentina y Chile se cultivan trigos facultativos, pero en superficies relativamente pequeñas. (INTA, 1995)

### **Crecimiento vegetativo.**

El trigo es una planta anual de crecimiento invierno primaveral; por su gran diversidad genética está capacitado para crecer y reproducir en ambientes muy diferentes entre sí, siendo la razón de su difusión mundial. (INTA, 1981)

El trigo es cultivado sobre suelos de buen drenaje, desde el nivel del mar hasta 3 000 m sobre este. En algunos países tropicales el trigo es cultivado desde 2 000 hasta 3 200 m sobre el nivel del mar y en ocasiones hasta 4 270 – 4 570 m. (Iglesias, 1992)

Es por todos conocido que los estados de crecimiento son afectados por el año, la fecha de siembra, variedad, historia del lote, etc., y aunque muchos componentes del rendimiento son controlados genéticamente, es frecuente observar que la misma variedad sembrada en dos localidades distintas tienen comportamiento distintos, demostrando el efecto del ambiente. En general las plantas tienen momentos óptimos para responder a la aplicación de insumos,

pero casi no existen excepciones con respecto a la secuencia de desarrollo de las distintas etapas del cultivo. El trigo, en particular, atraviesa por distintos estados o fases fenológicas y cada una de estas fases es marcado por la formación de partes específicas de la planta. (Fernández, 2009)

## **2.8 Factores que influyen en los componentes del rendimiento.** (Irene et al, 2001)

Los factores que influyen en los componentes del rendimiento son los siguientes.

- Preparación, tipo de suelo y su fertilidad.
- Riego.
- Altas temperaturas.
- Época de siembra.
- Densidad de siembra.
- Fertilización.
- Control de plantas arvenses.

Muchos investigadores han estudiado estos factores de forma individual o de conjunto; por eso merece destacar algunos por su gran afectación en los rendimientos. (Irene et al, 2001)

Preparación, tipo de suelo y su fertilidad. El objetivo principal del laboreo es conseguir un estado físico favorable del suelo y eliminar las malas hierbas, para obtener una buena emergencia de los cereales, que son cultivos fáciles de implantar y cuya semilla está provista de elevadas reservas y buena germinación; debe realizarse la siembra en un lecho fino y húmedo. (López, 1991)

Una adecuada preparación del terreno facilita la distribución de la semilla y del agua de riego, así como una buena germinación. La labranza del terreno depende de la rotación de cultivos, del tipo de suelo que se dispone y del

método de siembra que se use; en dependencia de estas condiciones variará el número de labores a realizar en cada caso. (Martínez, 1984)

El trigo es una especie capaz de crecer en suelos muy disímiles, tanto en cuanto a propiedades físicas como químicas; tales características le permiten a la planta adaptarse y reproducirse en diferentes regiones. Sin embargo, si luego de la siembra se forma una costra en la superficie por causa de las lluvias, no se producirá la germinación y la planta ya germinada puede perecer. Por eso en dependencia de tal situación se recomienda romper con la costra superficial para poder permitir la emergencia de la planta. (INTA, 1981)

Existe la tendencia hacia la simplificación del laboreo mediante la aplicación de aperos combinados a la siembra directa sobre los rastrojos de la cosecha anterior, por el consumo de tiempo, energía y los perjuicios que ocasionan sobre la superficie del suelo. (Irene *et al*, 2001)

### **Riego.**

El trigo necesita, al igual que otras plantas, elevada cantidad de agua para crecer. Al igual que otros cereales de invierno, es una planta de eficiencia reducida. En este aspecto se confirma su condición de planta C<sup>3</sup>, es decir, que posee moléculas de materia orgánica con tres átomos de carbono y se diferencia de las plantas C<sub>4</sub>, con moléculas de 4 átomos de carbono como el maíz, por ejemplo. (Iglesias, 1995)

Para que este cultivo produzca los máximos rendimientos por hectárea, es necesario que se cuente con cantidades de agua suficientes para el riego y en fechas oportunas, sobre todo si se han usado fertilizantes. Por eso los riegos deben aplicarse antes que la planta muestre síntomas de sequía, lo cual debe apreciarse por el enrollamiento de las hojas o porque se empiezan a secar las plantas. (INTA, 1981)

Para producir 1Kg. de materia seca se emplean 540 mm de agua como promedio y que la eficiencia del uso del agua puede variar de 225 a más de 1000 unidades de agua por unidad de materia seca. (INTA, 1981)

Se ha calculado que para obtener rendimientos de 3 000 kg de granos, son necesarios unos 450 mm de agua durante el ciclo del trigo, pero el consumo de tal cantidad de agua no es uniforme en todo su ciclo, ya que se concentra en los períodos de gran crecimiento reproductivo, así como cinco semanas posteriores a la floración, el trigo consume de 65 al 75 % del agua necesaria para todo su ciclo de vida. (Iglesias, 1995)

Otro aspecto a tener en cuenta es la afectación que se puede producir en la germinación del trigo por inundación del suelo, al respecto Iglesias (1996), e las condiciones de la región occidental del país, se estudió la influencia de diferentes manejos del agua en la germinación, la cual fue afectada desde un 36 % cuando se mantuvo la lámina de agua durante seis horas hasta un 82 % cuando el suelo se mantuvo saturado permanentemente, lo cual demuestra la susceptibilidad de este cultivo al sobre-humedecimiento.

Algunos autores han encontrado que con la aplicación de seis riegos en el cultivo son suficientes, si estos se aplican en las etapas de iniciación de la corona, macollamiento, iniciación de la espiga, floración, estado lechoso y estado pastoso del grano. (Kosshta *et al*, 1993)

Una norma de riego según INIFAT, (1997) para las condiciones de Cuba de 300 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> distribuidas en seis riegos en las siguientes etapas:

- Emergencia.
- A los 10 días después de la germinación.
- En el ahijamiento (15 días después del segundo).
- Comienzo de la floración (15 días después del tercero).
- Llenado del grano (15 días después del cuarto).

- Fin del llenado del grano(15 días después del quinto)

### **Las altas temperaturas.**

La temperatura del mes más frío es el elemento y el rasgo climático más importante para definir los ambientes para el desarrollo del trigo. Estos pueden clasificarse como sigue: muy calientes cuando las medias son superiores a 22.5 °C; calientes, cuando las medias están entre 22.5 y 14.5 °C, y cálidas, cuando están entre 17.5 y 12.5 °C. (Iglesias, 1995)

En el cultivo del trigo existe diversidad genética con respecto a la tolerancia al calor y hay evidencias que con un adecuado manejo, son posibles en climas cálidos rendimientos responsables. Por ejemplo, en Sudán, en un medio ambiente seco y muy caliente, se han informado rendimientos más típicos de un medio más templado hasta 6 t. ha<sup>-1</sup>. (Acevedo, 1992)

Refiriéndose a las altas temperaturas, algunos autores (Nonhebel, 1993; Slafer y Rawson, 1994; Engels, 1994) plantearon que estas afectan los rendimientos de la planta aún en condiciones de buena irrigación, debido en parte a la reducción de algunas fases del desarrollo del vegetal. Esto implica que existan menos días para acumular fotoasimilatos, lo que puede disminuir la producción total de biomasa. En cuanto a la floración, la temperatura influye grandemente. Se han encontrado pequeñas diferencias (Iglesias, 1995) entre el genotipo en crecimiento y desarrollo floral a las altas temperaturas.

Al elevarse las temperaturas de 21/16 a 30/25 °C día/noche, durante los diez días que siguen a la primera antesis, las flores superiores son más afectadas que las basales dentro de una misma espiguilla y las flores de las espiguillas superiores son más sensitivas que las flores de las inferiores en la espiga (Tashiro y Wardlaw, 1990). La baja fertilidad asociada con las altas temperaturas en el momento de la emergencia de la espiga, debe estar relacionada con el pobre desarrollo del polen. (Dawson y Wardlaw, 1989)

Otros autores (Miralles y Slafer, 1990) estudiaron dos niveles de temperatura durante el llenado de los granos (temperatura ambiente y aumento de estas con caspas de polietileno). Las altas temperaturas después de la antesis produjeron una rápida senescencia del área foliar total por la planta, debido a una drástica senescencia de las láminas, mientras que las vainas y pedúnculos se vieron afectados en menos medida. El aumento de la temperatura durante la etapa de llenado del grano produjo una disminución en el peso de estos, que no fue atribuida a una disminución en el contenido de asimilatos disponibles, encontrándose un efecto de la temperatura sobre el tamaño del grano.

Mientras que se encontró una alta correlación del número de hijos fértiles y la fertilidad de las espigas (Acevedo, 1992), en condiciones de estrés de calor al final o al inicio del crecimiento y desarrollo del trigo. Así mismo, se determinó que el número de plantas/m<sup>2</sup>, los días a la iniciación de la floración, días a la antesis, el peso seco de la espiga, el peso de 1000 granos, el índice de cosecha, el número de granos por espiga y el peso individual del grano, entre otras características son potencialmente útiles para ser usadas como punto de partida en la selección de genotipos en condiciones de estrés de calor.

Trabajando con 20 variedades promisorias de diferentes especies de trigo, se encontró que los genotipos mostraron diferencias significativas (Nayeem y Dalvi, 1993) en todos los caracteres estomatales como densidad estomatal, índice de apertura y su diferencial. Un alto índice de apertura estomacal es un criterio apropiado para la selección de genotipos de trigo tolerante al calor.

### **Época de siembra.**

La época de siembra es un factor importante para el éxito de cualquier cultivo, dado que el desarrollo de las plantas en sus diferentes etapas de crecimiento se ve influido por las condiciones ambientales, una vez es favoreciéndose y otras perjudicándolas. Una variedad sembrada fuera de su época disminuye su rendimiento de forma notable, además, está expuesta a otros factores

climáticos adversos, presencia de enfermedades y ataques de plagas. La selección de la época de siembra depende de las condiciones climáticas del área de cultivo y de la precocidad de la variedad que desea sembrarse. Otra cuestión a tener en cuenta es la sensibilidad del trigo en la fase de espigado a las heladas y en otros climas a los golpes de calor y vientos cálidos que provocan el asurado durante el estado de grano lechoso. (López, 1991)

Durante el ensayo de épocas de siembra efectuado con seis variedades de trigo en Cuba, durante la época comprendida entre el 9 de octubre de 1990 y el 1 de marzo de 1991, se encontró que la aparición de las espigas y la madurez ocurrieron generalmente entre el 26 de diciembre y el 20 de abril (Iglesias, 1992), con la cual se garantizó un periodo relativamente fresco para el cultivo, teniendo en cuenta las condiciones de Cuba. La mayoría de las variedades alcanzaron sus mayores rendimientos cuando las fechas de siembra estuvieron entre el 10 de noviembre y el 30 de enero, destacándose las siembras de diciembre como la de mayor rendimiento.

Por su parte, se señala como la época de siembra del trigo desde el 10 de septiembre hasta el 15 de febrero y como fecha óptima el mes noviembre. (Iglesias, 1992)

### **Densidad de siembra.**

La respuesta del rendimiento en grano de trigo a las variaciones de la densidad de siembra puede ser representada por una curva parabólica, en la cual el rendimiento se reduce cuando la densidad se aleja, tanto en el exceso como en la disminución respecto al óptimo. (García et al, 1993)

El número de plantas logradas depende principalmente de la capacidad de macollaje del cultivar y de la humedad al momento de la siembra. Además, los mismos autores agregaron que el número de plantas por unidad de superficie, el peso de 1 000 semillas y el coeficiente de pérdidas deberán ser utilizados

para un correcto cálculo de la cantidad de semillas a sembrar. (Malaspina y Castellarim, 1994)

Numerosos son los trabajos en el mundo que han tenido como adjetivos la determinación de la densidad óptima de siembra para el cereal, entre los que podemos citar los que 200 a 300 plantas/m<sup>2</sup> son suficientes para obtener los máximos rendimientos. (Singh et al, 1993)

Se ha determinado que la densidad óptima de plantas, en trigos semi enanos (Fischer, 1975) se hallaba entre los 40 y 100 kg de semilla/m<sup>2</sup>, que equivalen a 80–200 plantas/m<sup>2</sup> y se estableció como la densidad optima de 200-300 plantas/m<sup>2</sup> para trigo con germoplasma mexicano. (Senigagliaesi y García, 1979)

En cuanto a la respuesta sobre los efectos de la densidad (180, 560, 930 plantas/m<sup>2</sup>) en dos cultivares de trigo, se observó que el aumento de la densidad de siembra redujo en número de macollos, hojas, espiguillas y flores iniciales y aumento el alto de las plantas. (Lerner y Cerri, 1990)

Así mismo a mayor densidad correspondió mayor tasa de formación de espiguillas y menor periodo y tasa de iniciación de formación. El rendimiento por unidad de superficie no difirió ni entre cultivares ni entre densidades, porque al aumentar la densidad la disminución en el número de granos por espiga fue compensada por el mayor número de espigas. (Yue *et al*, 1992)

Al estudiar el efecto de tres densidades de siembra sobre la fotosíntesis y la producción de materia seca, se encontró que estas son afectadas. Se obtuvieron los mejores resultados con la densidad menor y a su vez el rendimiento en grano disminuyó cuando se incrementó la densidad de plantas de 80 a 240 plantas/m<sup>2</sup>. (Yue *et al*, 1992)

Durante la campaña agrícola 1991/1992 en Pergamino, provincia de Buenos Aires, Argentina, se sembraron tres cultivares de trigo con cinco densidades de siembra (50; 75; 100; 125 y 150 kg de semilla. ha<sup>-1</sup>) y los resultados obtenidos

indicaron que las tres variedades podrían ser sembradas en cualquiera de las densidades ensayadas, sin que se produjeran diferencias significativas en el rendimiento en grano, como resultado de la gran compensación producida por los cultivares. (García et al, 1993)

En general, se pueden alcanzar buenos resultados en los cultivares macolladores con 180-200 plantas/m<sup>2</sup> y 300-350 plantas/m<sup>2</sup> en los menos macolladores y que con el retraso de la siembra deberán incrementarse estos valores, mientras que con siembras de precisión y condiciones que favorezcan el macollaje, estos podrán reducirse. (Malaspina y Castellarim, 1994)

Estudiando tres densidades de siembra (167, 281 y 354 plantas/m<sup>2</sup>) en los cultivares Printa Federal y Granero INTA, se observó que estas producen un incremento en el número de espigas/m<sup>2</sup> (Guzmán y Pozo, 1994), pero no así en el número de granos por espiga, donde sucedió lo inverso: a menor densidad menor número de espigas, pero mayor número de granos, debido al mayor número de espiguillas por espiga.

## **2.9 Fenología.**

La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos que presentan los organismos vivos y su reacción con el proceso meteorológico. La fenología agrícola se refiere a los fenómenos periódicos que presentan las plantas y su relación con las condiciones ambientales, tales como la temperatura, luz, humedad, etc. (Agronet, 2005)

Reconocer los estadios de crecimiento del trigo es importante para adecuar las decisiones de manejo y desarrollo de la planta. (Fernández, 2009).

Existen al menos cinco tipos de escalas usadas comúnmente en todo el mundo que describen los estadios de crecimiento/desarrollo del cultivo de trigo y otros cereales de grano fino. La escala usada no es importante, siempre que el productor tenga un acabado conocimiento del hábito de crecimiento del trigo y

como el manejo en un estadio determinado afecta el rendimiento final de grano o forraje. En Estados Unidos, la escala de estadios de crecimiento probablemente más usada es la de Feekes, a pesar de ser la de Zadoks más descriptiva y detallada. Las decisiones de manejo pueden mejorarse mediante un cuidadoso estudio del desarrollo del cultivo y un acabado conocimiento de los factores que tienen un efecto positivo o negativo en el rendimiento potencial de forraje o grano. Estas decisiones pueden hacer más rentable la producción de trigo. (Fernández, 2009)

Según Fernández-Leyva, (2010) cada cultivo atraviesa fases específicas según sus características y en la mayoría de los cultivos agrícolas pasan por las siguientes etapas o fases fenológicas, cuyo inicio pueden ser diferentes en dependencia de las particularidades biológicas de cada especie vegetal estas son:

#### **Germinación:**

Se toma como indicio del comienzo de la germinación de las semillas la aparición de las raicillas o raíz primaria, lo cual depende en gran medida de temperatura y la humedad del suelo y las particularidades biológicas de las plantas. Se comienzan las observaciones o los 3 o 4 días después de la siembra, tomando de 10 a 20 semillas para lo cual se excava el suelo y se examinan sin sacarlas. Cuando el indicio se ha observado en el 25 % o más de las semillas se toma la fecha de comienzo de la fase. (Fernández-Leyva, 2010)

#### **Formación de brotes superficiales:**

Se registra con la aparición sobre la superficie del suelo de la primera hoja desenvuelta si de plantas monocotiledóneas se trata y de las dos primeras hojas o cotiledones, si se trata de dicotiledóneas. (Fernández-Leyva, 2010)

#### **Formación de hojas.**

En las plantas dicotiledóneas se registra la formación de las primeras hojas verdaderas, por ejemplo en pepino, calabaza, tomate, pimiento, se registra la fase con la aparición de la primera y terceras hojas, y el fríjol, maíz y yuca solamente cuando aparece la primera hoja verdadera. En las plantas en que las hojas constituyen el objeto del cultivo (tabaco) o el indicio de su crecimiento (maíz) se registra la formación de las hojas sucesivas. En algunas plantas no se registra, como por ejemplo la papa. (Fernández-Leyva, 2010)

### **Formación de brotes laterales aéreos:**

Esta fase se conoce también como ahijamiento, como por ejemplo en las poaseas (arroz, caña, etc.) y se considera el comienzo de la fase en estas plantas cuando aparecen los brotes laterales desde las vainas de las hojas del tallo principal. (Fernández-Leyva, 2010)

En otras plantas se considera la aparición de los brotes laterales aéreos desde las axilas de las hojas del tallo principal y de las ramas. Esta fase aunque existe en todas las plantas se registra solamente en la que tienen un significado sustancial para la fructificación como en papa, tomate y tabaco. En la mayoría de las variedades de maíz esta fase no se observa. (Fernández-Leyva, 2010)

### **Crecimiento del tallo:**

Como indicio de esta fase se toma el alargamiento del entrenudo inferior. Esta fase por regla general se observa en las poaseas y en las plantas donde los cultivos donde el tallo constituye el objetivo de la plantación. (Fernández-Leyva, 2010)

### **Formación del botón floral o de la inflorescencia:**

Se detecta la en las poaseas, por la aparición de las vainas de las hojas superiores, de la parte superior de la panícula o espiga. En el maíz se registra la inflorescencia masculina (panículas) y las femeninas (mazorcas). En las mayorías de las plantas esta fase se registra como la aparición de rudimentos

de las inflorescencias o botones en los extremos del tallo o en las axilas de las hojas. (Fernández-Leyva, 2010)

### **Floración:**

Como indicio de esta se toma la abertura de los primeros botones florales. En algunos casos es muy difícil observar esta fase. Como el caso del arroz, que solo se puede observar en días sólidos. En días nublados y fríos la polinización ocurre en las glumas serradas. (Fernández-Leyva, 2010)

### **Formación de frutos y semillas:**

Se registra en las plantas de leguminosas. En la soya, frijol, maíz, etc. Se observa la fase de formación de la vaina. Como indicio se toma la aparición de las primeras vainas. (Fernández-Leyva, 2010)

### **Maduración:**

Esta fase se registra en todos los cultivos y en cada uno posee su indicio característico, por ejemplo, las poaseas se caracterizan por la madures lechosa, ccrea y completa de la semilla, las leguminosas por la maduración de la semillas en la mismas., la caña de azúcar con la maduración técnica de los tallos, el tabaco por la maduración técnica de las hojas, la papa, la malanga, yuca, zanahoria, etc. Por la maduración de los tubérculos y raíces tuberosas, el pimiento, los tomates y los frutales por la maduración de los frutos. (Fernández-Leyva, 2010)

### **Ciclo del cultivo del trigo según escala de Zadoks.**

Durante la germinación (00 al 09), las raíces seminales emergen del grano junto con el coleóptilo. El periodo de crecimiento (10 al 19) comienza con la emergencia de la primera hoja a través de la superficie y continúa hasta el macollaje. Es de destacar que el número de hojas puede variar por efecto de

los factores antes descritos, pero por lo general, a partir de la cuarta o quinta hoja se inicia el macollaje. (García, 1991)

Macollaje (20 al 29) es la formación de tallos laterales a partir de las yemas axilares de cada hoja. Durante este periodo las raíces se desarrollan más, posibilitan el establecimiento del cultivo y están asociados fisiológicamente con los macollos. Durante el alargamiento del tallo (30 al 39), se observan estadios intermedios descritos como nudos palpables (31 al 36) y la aparición de la hoja bandera. (37 al 39). (García, 1991)

El estado de bota o espiga (40 al 49) se caracteriza por la hinchazón progresiva de la parte terminal del tallo, como producto del desarrollo de la espiga y el desarrollo de la vaina bandera. El fin de este estado es marcado por la aparición de las barbas de la espiga. A medida que el cultivo progresa, la espiga emerge y flórese (50 al 59) la espiración. (García, 1991)

El periodo de antesis (60 al 69), donde se produce la polinización y fecundación, se observa fácilmente por la aparición y caída de estambres y es seguido por el desarrollo del grano (70 al 89) con todos los estados: intermedio, lechoso, grano blando o pastoso, grano duro o harinoso; sin embargo, se puede decir que este estado finaliza cuando se presiona el grano de trigo con una uña y la marca permanece impresa en él. También un síntoma externo evidente es pérdida de clorofila o amarillamiento de la espiga. (García, 1991)

Es de resaltar que en el trigo la madures fisiológica se define como el momento que se interrumpe el flujo de agua y nutrientes desde las distintas partes de la planta hacia el grano, a partir del estado pastoso, es decir, con una humedad de grano del 25 al 35 %, aunque es recomendable cosecharlo con humedades del 13 al 16%.(García, 1991)

Podemos decir que el ciclo de vida de la planta de trigo puede ser dividida en dos grandes períodos: primero, el crecimiento vegetativo se inicia, se desarrolla la espiga y toda estructura fotosintética de la planta que determinará el

rendimiento final y segundo, estado de llenado del grano, es el rendimiento potencial, gestado en la primera fase completa y está influido por su longitud. (Fernández, 2009)

Si bien son requeridas las mejores condiciones climáticas durante todo el ciclo del cultivo para expresar el máximo potencial de rendimiento, el manejo del cultivo (control de malezas, fertilización y control de plagas y enfermedades ) con los productos adecuados y el momento oportuno son de vital importancia para lograr la máxima expresión del rendimiento. (García, 1991)

La luz no cumple un papel muy importante en el control de la germinación, para prevenir la germinación de la semilla en la espiga antes de efectuarse la cosecha, fenómeno factible en condiciones de alta humedad del ambiente. Resultado valioso en cierto grado de latencia particularmente luego del advenimiento de las cosechadoras mecánicas, pues la germinación puede ocurrir con una humedad relativa de 97.7 %, valor por debajo del punto de marchites permanente para la planta en crecimiento, mientras que a medida que la planta se desarrolla se vuelve más susceptible a la diferencia de agua. (Hayne, 1987)

Constituye una práctica normal incrementar la profundidad de siembra para superar el problema de la germinación que ocurre luego de una lluvia liviana, reduciendo el vigor de la plántula. Desde la germinación hasta la exposición de la primera hoja a la luz, su crecimiento depende meramente de las reservas de carbohidratos existentes en el endospermo. Cuanto mas grande es la semilla, mayores son las reservas acumuladas y más rápida es la instalación de la plántula. Con poblaciones muy enmalezadas, la siembra de la semilla produce a menudo un mayor rendimiento del grano, pero no siempre es así cuando dichas poblaciones son puras. (INTA, 1981)

## **Desarrollo reproductivo.**

La regulación del ciclo reproductivo en el trigo constituye un factor de gran incidencia en la determinación de los rendimientos. Si el desarrollo de la inflorescencia comienza demasiado pronto, la espiga joven puede sufrir daños considerables por efecto de las heladas; por otro lado, si este se efectúa en la forma tardía o demasiado lento, puede interrumpirse el llenado de los granos por incidencia de altas temperaturas y deficiencia de agua, o es posible que aparezcan problemas con la cosecha. El control del ciclo reproductivo se hace efectivo principalmente por las respuestas varietales a la vernalización y días largos antes de iniciarse la inflorescencia. (INTA, 1981)

Muchos de los progenitores silvestres y trigos presentan respuestas marcadas a la vernalización de días largos, lo cual reviste gran importancia desde el punto de vista a la adaptación de los climas mediterráneos. Mientras que los trigos primaverales sembrados en latitudes más altas, tales como norte Europa o Canadá, muestran una pronunciada respuesta a los días largos, pero poca a la vernalización. Los trigos invernales por otra parte presentan una gran respuesta a este último factor, que incluso es un requerimiento obligatorio. En latitudes como Australia o la India, la mayoría de los cultivares no postergan tanto su floración por efecto de los días cortos; pero aún los trigos primaverales presentan cierta respuesta a la vernalización. (Moreno *et al*, 1997)

En los lugares donde el invierno no es tan frío, las necesidades de las bajas temperaturas pueden servir para postergar la floración en la primavera, pero en las regiones que poseen inviernos rigurosos, su papel adaptativo puede coincidir en impedir la instalación de la florescencia en otoño, mientras que la necesidad de días largos puede demorar cierta fase en la primavera hasta que haya pasado el riesgo de las heladas.

En las condiciones de Cuba se evaluó el comportamiento fenológico de 10 variedades de trigo procedentes de México y Brasil en la zona occidental del

país y se encontró que el crecimiento vegetativo se produce de forma explosiva, arribando muy rápido a la etapa reproductiva motivado por las altas temperaturas y se concluye con la maduración que se alcanzó en un rango de 83 a 95 días en dependencia de la variedad, donde se destacó con un menor ciclo la variedad Brasileña BR-25: este es un aspecto importante por el ahorro significativote recursos, entre ellos el agua. (Moreno *et al*, 1997)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1 Ubicación.

La investigación que conforma el presente trabajo experimental se desarrolló en áreas de producción de la “Granja Militar Integral La Zarza” la cual se encuentra ubicada en el Consejo Popular de Calabaza, Municipio de Sagua de Tánamo, en el período comprendido desde el mes de enero 2010 hasta abril del 2010.

La superficie experimental estuvo ubicada sobre un suelo pardo sialítico carbonatado, según la nueva versión de la clasificación de los suelos de Cuba (Hernández, *et al* ,1999), cuyas características química (Tabla 2) se determinaron en el Laboratorio de la Empresa Unión del Níquel de Móa de la Provincia Holguín.

**Tabla 2. Característica química y física del suelo (Pardo sialítico carbonatado).**

<b>Propiedades químicas</b>					
<b>pH</b>	<b>N%</b>	<b>P%</b>	<b>K%</b>	<b>M.O</b>	
<b>6,15</b>	<b>0.17</b>	<b>17.33</b>	<b>3.60</b>	<b>3,46</b>	
<b>Propiedades físicas</b>					
<b>Capacidad de Campo %</b>	<b>Densidad Real</b>	<b>Densidad Aparente</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Porosidad Total %</b>	<b>Porosidad de Aireación %</b>
<b>36,08</b>	<b>1,91</b>	<b>0,86</b>	<b>41,2</b>	<b>55,0</b>	<b>18,91</b>

El pH se determinó según la norma cubana – ISO-10390 (1999), el nitrógeno por la metodología de Jachsón (1970), para determinar el contenido de materia orgánica se auxiliaron de lo estipulado en la NC-51 (1999) y en NC-52 (1999) para el caso del fósforo y el potasio.

En el estudio se utilizaron semillas de trigo (*Triticum aestivum*) de la variedades Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31 procedentes del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt (INIFAT).

### 3.2 Condiciones climáticas del área experimental.

Los datos climáticos se obtuvieron de la estación agrometeorológica del Centro de Desarrollo de la Montaña (CDM) que pertenece al Ministerio de Ciencia y Tecnología (CITMA), cuya estación registra los datos climáticos de la zona donde se realizó el experimento.

**Tabla 3. Variables climáticas en el área experimental.**

Variables climáticas	Meses en el período experimental				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Medias
T. Media, [°C]	21.2	21.7	22.5	21.5	21.7
Humedad R (%)	80	81	79	78	79.5
Precipitaciones (mm)	1.0	26.0	10.0	12.0	12.2

### 3.3 Metodología empleada.

La preparación de suelos se realizó utilizando la tracción animal, efectuándose un total de nueve labores: roturación (arado de vertedera), mullido I (grada de púa), cruce (arado de vertedera), mullido II (grada de púa), alisar (contrapeso de arrastre), alistado (surcador con tracción animal y doble vertedera).

El comportamiento fenológico se estudió haciendo uso de la escala decimal de comparación de Zadoks (1974), evaluando el tiempo transcurrido para cada fenofase expresado en días, considerando la fenofase cuando más del 50% de la población mostraban las características afines.

### **3.3. Diseño experimental.**

El experimento contó con tres tratamientos y tres replicas para un total de 9 parcelas experimentales. Cada parcela con un área de 5 m de largo y 3 m de ancho para un área de 15 m<sup>2</sup> por unidad experimental, utilizando un marco de plantación de 0.20 m x 0.05 m, para un total de 1 500 plantas por unidad experimental, tomando como área de cálculo para las evaluaciones 4 m de los surcos centrales según lo establecido por Ferraz (1997) y Almeida de Souza, Carrao y Kaster Miranda, Menosso (1995) para las evaluaciones de producción y comportamiento. Se emplea un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas. \_\_\_\_\_

### **3.5 Variables evaluadas.**

Variables fenológicas: se comienzan las observaciones a partir de los 10 días después de la siembra.

- Inicio del ahijamiento.(días)
- Aparición del primer nudo.(días)
- Aparición del segundo nudo.(días)
- Preñez.(días)
- Floración.(días)
- Madurez fisiológica.(días)

Otras variables: fueron medidas en etapas finales del desarrollo del cultivo.

- Altura de las plantas. (cm)
- Longitud de la panícula. (cm)

- Peso de la panícula. (gramos)
- Granos llenos por panícula. (u)
- Granos vanos por panícula.(u)
- Peso de 1000 granos. (gramos)
- Rendimiento. (t.ha<sup>-1</sup>)

### **3.6 Análisis estadístico realizado.**

Utilizando un tamaño de muestra de 30 plantas por parcela, se determinó la media y su error estándar para todos los indicadores evaluados en cada variedad, y se establecieron las diferencias entre ellas mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan, con  $p < 0.05$  para una confiabilidad del 95%, utilizando el paquete estadístico STTGRAPHICS, plus versión 5.1.

### **3.7 Valoración económica.**

Los datos para la valoración económica fueron calculados tomando como base la metodología de la carta tecnológica y la ficha de costo para el cultivo del trigo, teniendo en cuenta el precio de venta actual en la red mayorista de 473.00 la tonelada.

La misma se realizó sobre la base de los gastos que se incurren para la producción, utilizándose los siguientes índices económicos:

- **Costo de producción total:**

Fueron tomados los costos de todas las actividades realizadas para la producción del cultivo del trigo, determinando gasto por salario, semillas, gasto de preparación de suelo, siembra, atenciones culturales y cosecha.

- **Valor de la producción:**

Para determinar la misma se tuvo en cuenta la cantidad, calidad y el valor de las mismas.

- **Ganancia:**

Se determina utilizando la siguiente expresión.

$$\text{Ganancia} = \text{Valor de la producción} - \text{Costo de producción}$$

- **Rentabilidad sobre el costo:**

Se determina mediante la expresión (en porcentaje) de la ganancia (o pérdida) de la producción sobre el costo de la producción.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ganancia}}{\text{Costo de producción}} \times 100$$

## IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variables fenológicas:

#### 4.1.1 Variables fenológicas: Ahijamiento.

En el estudio realizado en las condiciones edafoclimáticas de la Granja Militar Integral la Zarza, las tres variedades de trigo evaluadas mostraron buenos resultados en todos los indicadores evaluados, aunque existen diferencias entre ellas en todas las variables de estudio. Estos resultados pueden estar dados porque las variedades difieren en cuanto a sus caracteres morfológicos, fenológicas y productivas.

**Tabla 4. Comportamiento de la variable ahijamiento en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31. (Días)**

Variedades	Días al ahijamiento
Cuba-C-204	17.2
IRM- 30	18.0
IRM-31	18.7
EE	0.27

*Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )*

En la tabla 4 se observa que de las variedades de trigo evaluadas la Cuba-C-204 ahija mucho más rápido, acortando el período respecto a la variedades IRM-30 y IRM-31 en aproximadamente un día.

Es por todos conocido que los estados de crecimiento son afectados por el año, la fecha de siembra, variedad, historia del lote, etc., y aunque muchos componentes del rendimiento son controlados genéticamente, es frecuente

observar que la misma variedad sembrada en dos localidades distintas tienen comportamiento distintos, demostrando el efecto del ambiente. En general las plantas tienen momentos óptimos para responder a la aplicación de insumos, pero casi no existen excepciones con respecto a la secuencia de desarrollo de las distintas etapas del cultivo. El trigo, en particular, atraviesa por distintos estados y cada uno de ellos es marcado por la formación de partes específicas de la planta. (Fernández, 2009)

Los resultados de una investigación realizada en Cuba, donde se estudió un grupo de cultivares de triticale, mostraron que el tiempo de duración de las fases del cultivo fue lo que diferenció a los cultivares en su agrupamiento (Plana *et al*, 2003)

En el cultivo del trigo, la temperatura es el factor más importante que induce el desarrollo a través de sus fases, desde la emergencia hasta la floración y madurez. (Rawson y Gómez, 2001)

La fecha de siembra al determinar las condiciones del ambiente que inciden sobre el cultivo modifica su desarrollo, es decir, la fecha de ocurrencia de los estados fenológicos, duración de las etapas y, por ende, duración del ciclo del cultivo. (Giambastiani, 2009)

#### **4.1.2 Variables fenológicas: primer nudo y segundo nudo.**

En la tabla 5 se exponen el comportamiento de la variable primer y segundo nudo en la planta de trigo, después de realizar el análisis de este parámetro se llega a los siguientes resultados, reflejados a manera de resumen en la tabla 5, en la que se observa la aparición del primer y segundo nudo visible, de las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31 que oscila aproximadamente entre los 35 y 41 días desde la aparición del primer nudo hasta la aparición del segundo nudo, evidenciando que la variedad Cuba-C-204 mostró mejor comportamiento en los dos indicadores evaluados con una diferencia de dos días.

**Tabla 5. Comportamiento de la aparición del primer nudo y segundo nudo en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31. (Días)**

Variedades	Días a la aparición del primer nudo	Días a la aparición del segundo nudo
Cuba-C-204	35.2	39.3
RM-30	37.1	41.3
IRM-31	37.3	41.5
EE	0.22	0.24

*Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )*

En este sentido, en un estudio realizado en Venezuela con diferentes variedades de frijol, se encontró que un alargamiento de la duración de la fase vegetativa favoreció el rendimiento del cultivo (Infante y González, 2003); resultados similares fueron obtenidos en Cuba en el cultivo de la habichuela. (Hernández, 2007)

La cuantificación de la cantidad de grados de calor acumulado en cada una de las fases fenológicas de un cultivo permite lograr un uso más racional del medioambiente en beneficio de la producción, mediante el manejo del cultivo. (Gastiazoro, 2009)

#### **4.1.3 Variables fenológicas: Preñez, floración y madurez fisiológica.**

Analizando la duración de cada una de las fases fenológicas de este cultivo, días a la preñez, días a la floración y días a la madurez fisiológica se puede observar en la Tabla 6 que la variedad Cuba-C-204 alcanza el estado de preñez a los 46 días después de la germinación y la IRM-30 y IRM-31 a los 49 días, esto puede estar debido que las plantas según las variedades difieren en cuanto a características propias de la variedad. En cuanto a la floración la

Cuba-C-204 posee un precoz aparecer de las flores acortando el período respecto a la variedad IRM-30 y IRM-31 en tres días.

**Tabla 6. Comportamiento de las fases fenológicas Preñez, floración y madurez fisiológica en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31. (Días)**

Variedades	Días a la preñez	Días a la floración	Días a la madurez fisiológica
Cuba-C-204	46.7	50.6	83.0
IRM- 30	49.1	52.9	85.7
IRM-31	49.6	53.2	86.1
EE	0.47	0.41	0.37

*Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )*

En cuanto a la floración, la temperatura influye grandemente. Se han encontrado pequeñas diferencias (Iglesias, 1995) entre el genotipo en crecimiento y desarrollo floral a las altas temperaturas.

Como se observa el comportamiento morfológico de las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31 que oscila entre los 83 y 86 días desde la siembra hasta la cosecha, evidenciando que la variedad Cuba-C-204 mostró mejor comportamiento, destacándose como la más precoz para alcanzar la maduración total, teniendo como ventaja que estas variedades de maduración tempranas permiten un uso más racional de la tierra al dejarla libre en solo tres meses para otros cultivos en rotación, lo que le conferiría una mayor aceptación por parte de los productores.

Resultados similares obtuvo (Moreno *et al*, 1997) evaluar en condiciones de Cuba el comportamiento fenológico de 10 variedades de trigo procedentes de

México y Brasil en la zona occidental del país y se encontró que el crecimiento vegetativo se produce de forma explosiva, arribando muy rápido a la etapa reproductiva motivado por las altas temperaturas y se concluye con la maduración que se alcanzó en un rango de 83 a 95 días en dependencia de la variedad, donde se destacó con un menor ciclo la variedad Brasileña BR-25: este es un aspecto importante por el ahorro significativo de recursos, entre ellos el agua.

Es de resaltar que en el trigo la madurez fisiológica se define como el momento que se interrumpe el flujo de agua y nutrientes desde las distintas partes de la planta hacia el grano, a partir del estado pastoso, es decir, con una humedad de grano del 25 al 35 %, aunque es recomendable cosecharlo con humedades del 13 al 16%.(García, 1991)

En teoría, alargar el período en el que la productividad por unidad de superficie es máxima permite lograr una producción más alta de materia seca y más frutos o pueden producirse otras partes de las plantas. Algunos datos apoyan esta visión. Por ejemplo, en las zonas templadas las mejores variedades de maduración tardía rinden normalmente más que las variedades más precoces. (Gardner et al, 1997)

## **4.2. Variables del componente rendimiento.**

### **4.2.1 Longitud de la panícula y peso de la panícula.**

En la Tabla 7 se observa que la variedad de trigo Cuba-C-204 presentó una longitud de la panícula superior a las variedades IRM-31 y IRM-30, esto puede estar dado por características propias de la variedad o porque la variedad se adaptó con más eficiencia a las condiciones estudiadas, sin embargo la precocidad evaluada anteriormente se expresa de modo negativo.

Cuando se analiza la variable peso de la panícula, apreciando como la variedad de trigo Cuba-C-204 fue inferior a las variedades de trigo IRM-30 y

IRM-31 quedando por debajo en 0.08 y 0.37 g respectivamente, estos resultados pueden estar dados por características de la variedad como habíamos citado anteriormente.

**Tabla 7. Comportamiento de la longitud de la panícula (cm) y peso de la panícula (g) en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31.**

Variedades	Longitud de la panícula(cm)	Peso de la panícula(g)
Cuba-C-204	7.44	2.62
IRM-30	7.02	2.70
IRM-31	7.33	2.99
EE	0.12	0.09

*Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )*

Según Royo y Abió, (2003) el peso de la panícula puede disminuir por un incremento del porcentaje de polen no viable como por el resultado de diferentes desajustes que se producen en el desarrollo floral trayendo consigo una disminución del número de granos llenos y/o por el aborto de las espiguillas distales.

Podemos decir que el ciclo de vida de la planta de trigo puede ser dividida en dos grandes períodos: primero, el crecimiento vegetativo se inicia, se desarrolla la espiga y toda estructura fotosintética de la planta que determinará el rendimiento final y segundo, estado de llenado del grano, es el rendimiento potencial, gestado en la primera fase completa y está influido por su longitud. (Fernández, 2009)

#### 4.2.2. Granos llenos y granos vanos por panícula.

El número de granos llenos por panícula tuvo gran incidencia en el rendimiento obtenido, ya que aunque las variedades de trigo IRM-30 y IRM-31 tuvieron mejor comportamiento en este indicador evaluado que la variedad Cuba-C-204, no siendo así en el indicador granos vanos por panícula, donde la variedad de trigo Cuba-C-204 tuvo mejor comportamiento que la IRM-30 y la IRM-31.

**Tabla 8. Comportamiento del rendimiento: Granos llenos por panícula y granos vanos por panícula en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31.**

Variedades	Granos llenos por panícula	Granos vanos por panícula
Cuba-C-204	21.4	0.10
IRM-30	28.1	2.20
IRM-31	26.1	0.32
EE	0.05	0.06

*Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )*

Según (Zhu, 2000) señala que los mayores efectos en el rendimiento del grano en trigo usualmente están asociados con una reducción en el número de granos.

Otros autores (Miralles y Slafer, 1990) estudiaron dos niveles de temperatura durante el llenado de los granos (temperatura ambiente y aumento de estas con caspas de polietileno). Las altas temperaturas después de la antesis produjeron una rápida senescencia del área foliar total por la planta, debido a una drástica

senescencia de las láminas, mientras que las vainas y pedúnculos se vieron afectados en menos medida. El aumento de la temperatura durante la etapa de llenado del grano produjo una disminución en el peso de estos, que no fue atribuida a una disminución en el contenido de asimilatos disponibles, encontrándose un efecto de la temperatura sobre el tamaño del grano.

#### 4.2.3 Altura de la planta y peso de 1000 granos.

**Tabla 9. Comportamiento del rendimiento: Altura de la planta (cm) y peso de 1000 granos (g) en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31.**

Variedades	Altura de la planta (cm)	Peso de 1 000 granos (g)
Cuba-C-204	79.2	17.9
IRM-30	73.1	13.9
IRM-31	72.6	10.1
EE	0.05	0.9

*Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0.05$ )*

En la tabla 8 se muestran las variables referentes a los componentes del rendimiento, altura de la planta, peso de 1000 granos y rendimiento, evaluamos la variable altura de la planta, apreciando como las variedades de trigo IRM-30 y IRM-31 fueron inferior a la variedad Cuba-C-204 en cuanto a esta variable de crecimiento, quedando por debajo en 6.1 en la IRM-30 y 6.6 cm en la IRM-31 , estos resultados pueden estar dados porque la variedades de trigo IRM-30 y IRM-31 tuvieron un crecimiento más lento producto a la utilización de los fotoasimilatos en la formación de espigas y llenado de los granos.

El peso de los granos es el componente del rendimiento más importante en ser determinado y se correlaciona en forma negativa con el número de granos al producirse efectos compensatorios entre ambos, en este indicador la variedad de trigo Cuba-C-204 mostró un mayor peso de 1000 granos que las variedades IRM-30 y IRM-31, estos resultados reflejan que la variedad de trigo Cuba-C-204 ofrece mejores valores para esta variable de rendimiento, probablemente debido a que el menor número de espigas y por lo tanto de granos llenos/panícula no causó una disminución en la disponibilidad de fotosintetizadores para cada grano por lo que no disminuyó su peso individual.

#### 4.2.4 Rendimiento.

Como muestra en la tabla 9 (**Comportamiento del rendimiento t.ha<sup>-1</sup>**) al evaluar los rendimientos obtenidos, se percibe que la variedad de trigo Cuba-C-204 presenta los mejores resultado con 7.11 t/ha<sup>-1</sup>, por lo que sería la variedad a escoger, en tanto el rendimiento de la variedad IRM-31, 3.2 t/ha<sup>-1</sup> y el de la IRM-30 demuestra una menor cuantía a pesar de demostrar buen comportamiento en los indicadores evaluados.

**Tabla 10. Comportamiento del rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>) en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31.**

<b>Variedades</b>	<b>Rendimiento t.ha<sup>-1</sup></b>
Cuba-C-204	7.11
IRM-30	3.6
IRM-31	3.2

La regulación del ciclo reproductivo en el trigo constituye un factor de gran incidencia en la determinación de los rendimientos. Si el desarrollo de la

inflorescencia comienza demasiado pronto, la espiga joven puede sufrir daños considerables por efecto de las heladas; por otro lado, si este se efectúa en la forma tardía o demasiado lento, puede interrumpirse el llenado de los granos por incidencia de altas temperaturas y deficiencia de agua, o es posible que aparezcan problemas con la cosecha. El control del ciclo reproductivo se hace efectivo principalmente por las respuestas varietales a la vernalización y días largos antes de iniciarse la inflorescencia. (INTA, 1981)

#### 4.2.2. Valoración económica.

Al realizar el análisis comparativo de los ingresos y la ganancia (Tabla 10) se observa que en el medio aunque existe una diferencia notable en los rendimientos y los ingresos; las ganancias están muy por encima de los costos de la producción, que fue de \$ 998.89 en todas las variedades, lo que demuestra la factibilidad del establecimiento del cultivo del trigo en zona edafoclimática estudiada.

**Tabla 11: Resultados de la valoración de los indicadores económico en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31 para 1ha<sup>-1</sup>**

Variedades	Cuba-C-204	IRM-30	IRM-31
Rendimiento t/ ha <sup>-1</sup>	7.11	3.60	3.20
Valor de la producción (\$)	3 363.03	1 702.80	1 513.60
Costo de producción total (\$)	998.89	998.89	998.89
Ganancia	2 364.14	703.91	514.71

(\$)			
Rentabilidad (%)	236.67	70.46	51.52

Como se aprecia en la tabla 10 (Resultados de la valoración de los indicadores económico en las variedades de trigo Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31 para 1ha<sup>-1</sup>) la variedad Cuba C- 204 es la que obtiene mayores rendimiento por hectárea y la que expresa la mayor rentabilidad, siendo la IRM-31, la que expresa los menores ingresos y rentabilidad.

El costo de producción en las tres variedades de trigo (Cuba-C-204, IRM-30 y IRM-31) es igual ya que no se aplica ningún producto que marque la diferencia entre las variedades.

Según Plana, (2001), en Cuba, producir una hectárea de trigo (*Triticum aestivum*) tiene un gasto de 250 pesos sin embargo, aunque varias variedades mostraron rendimiento diferentes, las ganancias aún superan los costos de las variedades con menos rendimiento.

El costo de la semilla de trigo según la Empresa del Ministerio de la agricultura encargada de la producción está fijada en 2.15 la libra que equivale a 4,67 \$/ kg, lo que indica que el importe por concepto de semilla para la norma y densidad de siembra establecida es de 120 kg/ha<sup>-1</sup> que importa \$ 560.40.

### **4.3. APORTE DE LA INVESTIGACIÓN A LA DEFENSA DE LA PATRIA.**

Teniendo en cuenta que el trigo es un cultivo que forma parte de la cultura alimentaría de la población cubana es necesario para tiempos de guerra o momento excepcional tener las condiciones creadas para la continuidad de la producción en las diferentes etapa de la guerra.

Las constantes hostilidades diplomáticas, mediáticas por el gobierno de Estados Unidos y la Contrarrevolución de Miami, hacen que sea posible el descarte de una agresión armada a nuestro país, por lo que desde la etapa de crisis es factible aplicar los resultados de esta investigación ya que la misma evalúa el comportamiento de variedades del cultivo trigo y recomienda la de mejor comportamiento fenológico y productivo.

Estos resultados de la investigación son importantes ponerlo en función de las diferentes etapas de la Guerra por las ventajas que ofrecen en condiciones montañosas el establecimiento del cultivo trigo, ya que es uno de los cereales más utilizados, ya que a partir de su cosecha se pueden obtener más de 476 productos los cuales muchos de ellos son imprescindibles para la alimentación en tiempos de guerra.

En la fase de desgaste sistemático e invasión, las brigadas designadas a la producción para mantener alimentada a la tropa y a la población, se pueden dedicar entre otras actividades al cultivo y procesamiento del trigo, así como por medio de la biomasa vegetal y restos de cosechas del cultivo trigo alimentar a los animales.

Los resultados de la investigación facilitan una calidad y rendimientos aceptables para las reservas y poder contar con las semillas para mantener la sostenibilidad de la producción en caso de que se extienda la invasión.

## **V. CONCLUSIONES.**

1. La variedad Cuba-C-204 mostró mejores resultados en todas las variables fenológicas evaluadas.
2. La variedad Cuba-C-204 fue la que manifestó mayor rendimiento en las condiciones estudiadas. Seguido por la IRM-30 y luego la IRM-31.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

1. Que se extienda el cultivo de la variedad de trigo Cuba-C-2004 en las Empresas Agropecuarias del municipio.
2. Que este documento se emplee como material de estudio en la capacitación a los productores.
3. Continuar los estudios de fases fenológicas en otras variedades de trigo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Acevedo, E. 1992. Preface. En: Results of the First Internacional Heat Stress Genotype Experiment – Ciudad México: CYMMYT.p1-2.
2. Acevedo, E. 2003. Resistance to abiotic stresses. Producción y protección vegetal, 12(1,2 y 3):133-145.
3. Agronet.Fenología. 2005. Fenología. [en línea]. Disponible en: <[http://www.agronet.com.mx/cultives.&Cultive=Frijol & Titel=Fenología](http://www.agronet.com.mx/cultives.&Cultive=Frijol&Titel=Fenología)>. Consultado: 15 de octubre /2006
4. Almeida de Souza, Carrao; Kaster Miranda, Menosso. 1995. El cultivo del frijol para granos y forraje. Ciudad México, Boletín. (Itapoty)
5. Aykrod, W.R; Doughty, Joyce. 1970. El trigo en la alimentación humana. FAO, Roma, ISBN 92-5-300437
6. Barroso Frometa, L. 2004. Crecimiento, desarrollo y relaciones hídricas de la Albahaca Blanca (*Ocimum basilicum L.*) en función del abastecimiento hídrico. [Tesis de en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas]. INCA, 112 p.
7. Dalzell, H. W. et al. 1991. Manejo del suelo. Producción y uso de compotes en ambiente tropicales y Subtropicales. Roma. Italia.
8. Dawson, I. A; Wardlaw, I. F. 1989. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. III. Booting to anthesis. Australian Journal of Agricultural Science, vol.40. p. 965-980.

9. Engels, C. 1994. Effect of root end shoot dry matter partition of the internal concentration of nitrogen and carbohydrates in maize and wheat. *Annals of Botany*, vol.73, p. 219-221.
10. Evans, L. 1983. *Fisiología de los cultivos*. Edit, Hemisferio Sur 113-150 p. Bs As Buenos Aires. Argentina.
11. FAO. 1997. *Anuario de producción* vol. 51, Roma. Italia. p 176.
12. FAO. 2005. Report on the agriculture based on wheat production along the world. Perspective for the next five years. Methodology and results. Plant production and protection paper. World soil resources reports. No.48/3 II.
13. Fernández, JR. 2009. Protocolo de tesis doctoral. Doctorado Curricular Asistido en agricultura sostenible. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) San José de las Lajas. La Habana. Cuba. 9 hojas.
14. Fernández-Leyva, JR. .2010. Observaciones agrometeorológicas y fases fenológicas de los cultivos. Folleto. Curso de posgrado..Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo. 8 hojas
15. Ferraz, G. 1997. La siembra del frijol en primavera un viejo reto que debemos activar. Grupo de granos. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba.
16. Fischer, R. A, 1975. Density and row spacing effects on irrigated soft wheats at low latitude. *Journal of Agricultural Science*, vol.87, p137-147.

17. Forero, Daniel Gonzalo 2000. Almacenamiento de Granos. UNAD, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá. Colombia.
18. García, R. 1991. Crecimiento y desarrollo de la planta de trigo: comparación de dos escalas descriptivas. Carpeta de Producción Vegetal. Trigo. Información No 128. INTA. Buenos Aires. Argentina.
19. García, R. et al. 1993. Efectos de la densidad de siembra sobre el rendimiento en grano y sus componentes de tres cultivares de trigo: Prointa Isla verde granero INTA y Prointa Federal. Pergamino Est. Exp. Agropecuaria. Boletín de divulgación técnica, no. 97, 19p.
20. Gardner, F. P.; Brent Pearce, R; Mitchel, R. L. 1997. Carbon fixation by crop canopies. En: Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. p. 31-57.
21. Gastiazoro, J. 2009. Fenología Agrícola. Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, Argentina. [Consultado: sep. 2009]. Disponible en: <http://academicos.cualtos.udg.mx/Agroindustrias/PaginaFv/Lecturas/Fenologia.htm>.
22. Giambastiani, G. 2009. Programa de simulación de fenología de cultivos con fines educacionales. (en línea) [Consultado: feb. 2009]. Disponible en: [http://72.14.209.104/41p.search?q=cache:EM9K\\_Mewugk:colos.fcu.um.es/TICEC05/TICEC05/12\\_505.pdf+fenologia+y+rendimiento+en+los+cultivos&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=cu](http://72.14.209.104/41p.search?q=cache:EM9K_Mewugk:colos.fcu.um.es/TICEC05/TICEC05/12_505.pdf+fenologia+y+rendimiento+en+los+cultivos&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=cu).
23. Guevara, E. 2009. La simulación del desarrollo, crecimiento y rendimiento en maíz. (en línea) [Consultado: 08/10/09]. Disponible en:

24. Guzmán, L.: Pozo, J. L. 1994. Efecto de la densidad y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en granos y sus componentes de dos cultivos. Informe del IV Curso de manejo del cultivo del trigo y transferencias de tecnología INTA-CIMMYT. Pergamino.
25. Harson, H. et al. 1982. Trigo en el tercer mundo. CIMMYT-Westview Press, inc.
26. Hayne, E. G, 1987. Wheat and wheat improvement. Wisconsin.
27. Hernández A. E. 1999. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGROINFOR: Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana. Cuba. P.56.
28. Hernández, N. 2007. Estudio fenológico preliminar de 6 cultivares de habichuela de la especie (*Phaseolus vulgaris L.*) Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. UNAH. 41 p.
29. Iglesias, L. A. 1992. Primer ensayo sobre el comportamiento de seis variedades de trigo (*Triticum aestivum L.*) durante diferentes fechas de siembra en suelos dedicados al arroz en Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 13, no. 2-3, p. 82-88.
30. Iglesias, L. A. 1995. Clasificación del comportamiento de variedades de trigo en Cuba mediante el método de análisis de componentes principales. Cultivos Tropicales, vol. 16, no. 2, p. 66-69.

31. Iglesias, L. A. 1996. Dinámica de la germinación de la semilla de trigo (*Triticum aestivum*) con diferentes manejos del agua. Cultivos Tropicales, vol.17, no 1, p 13-15.
32. Infante, N; González, T. 2003. Phases of development and yield component at three mungbean cultivars (*Vigna radiata* L. Wicsek) in Maracay. Venezuela. Revista Facultad de Agronomía, vol. 20, no. 4, p. 12-16.
33. Infoagro. 2006. La fenología como herramienta en la agro climatología. ( en línea) Disponible en: <http://www.infoagro.com/frutas/fenología.htm> .[Consultado: nov. 2006].
34. INIFAT.1997. Metodología integral para el cultivo del trigo en Cuba. Variedad Cuba-C-204. Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INVIT) Santa Clara. Cuba.
35. INTA. 1981. El cultivo del trigo, Buenos Aires. Ministerio de la Agricultura y Ganadería de la nación. p. 95-120.
36. INTA. 1995. Curso de cultivo de trigo. E.E.A. Pergamino (INTA). Buenos Aires. Argentina.
37. Irene, M; Ramírez, A; Plana, R; Iglesias, L. 2001. El cultivo del trigo. Algunos resultados de su producción en Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 22, no. 4, p. 55-67.

38. Jackson. M. L. 1970. Análisis químicos de suelos. Folleto. Edición Revolucionaria. Instituto del libro. Ciudad de la Habana. Cuba. Pág. 25- 662.
39. Kosshta, L. D.; Tiwari, B. P; kurmania, S. 1993. Efecto del riego, los niveles de fertilidad y la aplicación fraccionada de nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad del trigo enano var Lok-1. Research and Developmen Reporter, vol. 10, p. 1-91.
40. Lerner, S. E; Cerri, A. M. 1990. Generación de macollas, espiguillas y flores en trigo (*Triticum aestivum* L) Efecto de la densidad de siembra. II Congreso Nacional de Trigo 17/19 octubre, Pergamino: 59-69.
41. Lersten, N.R. 1987. Morphology of anatomy of the wheat plant. In: wheat and wheat improvement (ed. E.G. Heyne). Agronomy No 13. America Society of Agronomy Wisconsin 33-76.
42. López, L. B. 1991. Cultivo de herbáceos. Vol. 1. Ediciones Mundi-Prensa.
43. Malaspina, A. Pedrol; Castellarim, H. 1994. Intensificación de la producción de trigo, cultivares. Boletín de información técnica. Investigación triguera campaña 1994-1995. Centro regional INTA. Santa Fe. Serie trigo no 5.
44. Martínez, J. 1984. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, INIA. Folleto para productores. Sonora México.

45. Miralles, D. J; Slafer, G. A. 1990. Efecto de la temperatura, fecha de siembra y el tamaño del destino sobre la duración del área foliar durante la etapa de llenado de grano en trigo. II Congreso Nacional de Trigo. 17 al 19 octubre: 98-113. Pergamino, Argentina.
46. Moreno, L; Plano, R; Ramírez, A e Iglesias, L. 1997. Comportamiento fenológico y agrícola de 10 variedades de trigo para el occidente de Cuba. Cultivos Tropicales, vol.18, no.2. p.16-18.
47. Nayeem, K. A. y Dalvi, D. 1993. Stomatal density, aperture index and their differentials in wheats (*Triticum* sp) at low and high temperatures. Indian Journal of Agricultural Sciences, vol.63, no.4, p.215.
48. NC-51. 1999. Calidad del suelo, análisis químicos. Determinación de materia orgánica. Folleto 1era edición. MINAGRI. Ciudad de la Habana Pág. 8.
49. NC-52. 1999. Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles del fósforo y el potasio. Folleto. Primera edición. MINAGRI. Ciudad de la Habana. Cuba. p.8.
50. Nonhebel, S. 1993. Effect of changes in temperature and CO concentration on simulated spring wheat yield in The Netherlands. Climate Change, vol.24, p.311-329.
51. Perez-Talavera, S. 1997. Variedades de trigo (*Triticum aestivum*) para Cuba, obtenidas por inducción de Mutaciones. En Proceedingg of the Internacional Simposium on Nuclear and Related Techniques in Agricultura, Industry, Ealth and Enviromente (Oct.28-30: La Habana), p. 46-47.

52. Plana, R, Álvares, M, Ramírez, A y Moreno, I. 2003. Triticale(x Triticum secale Wittmach) a new crop in Cuba. Avarietal collection from CIMMYT evaluated under the western conditions of the country. Cultivos Tropicales, vol. 24, no. 2, p. 51- 54.
53. Plana, R. 2001. El cultivo del trigo en condiciones tropicales y posibilidades para su siembra en Cuba. Cultivos Tropicales. 22(2) p.15-29.
54. Plana, R. 2004. Comportamiento fenológico y agrícola de 10 variedades de trigo para el occidente de Cuba. Cultivos Tropicales. 4(2)p. 27- 32.
55. Rawson, H. M; Gómez, H. 2001. Trigo regado. Manejo del cultivo. FAO. 61p.
56. Rivera, R; Fernández, K. 2003. Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. En: Estudio de caso el Caribe. MINREX. La Habana, pp. 166.
57. Royo, A; D. Abió. 2003. Salt tolerance in T. durum wheat cultivars. Japanese Journal of Crop Science. vol. 63, no. 2, p. 158-163.
58. Royo, A; R. Aragues. 2003. Establecimiento de nuevos índices de tolerancia de los cultivos a la salinidad: la cebada como caso de estudio. Investigación Agraria. Producción y Producción Vegetal, vol.17 no.3, p.410-421.
59. Senigagliaesi, C; García, R. 1979. Efecto de la densidad de planta sobre la productividad de trigo en relación a la fertilidad del suelo,

Pergamino. Agropecuaria INTA. Carpeta de producción vegetal. Tomo Información no 17.

60. Singh, G. et al. 1993. Response of wheat (*Triticum aestivum* L) to planting method, seed rate fertility in late-sown conduction. Indian Journal of Agronomy, vol.38, no2, p. 195-199.
61. Slafer, G. A; Rawson, H. M. 1994. Sensitivity of what phasic development of some assumptions made by physiologists and modellers. J. Plant Physiol. vol.21, p.393-426.
62. Tashiro, T; Wardlaw, I.1990. The effect of high temperature at different stages of ripening on grain set, grain weight and grain dimensions in the semidwarf wheat Banks. Annals of Botany, vol.65, p.51-61.
63. Udovenko, G. V. 1977. El cultivo del Trigo. Factores estresantes y reductores de los rendimientos. Ciencias de la Agricultura (En Ruso) vol.2, p.43-51.
64. Yue, S. S.; Qi, X. H; Yu, S. L. 1992. Canopy photosynthesis and dry matter production of winter wheat at late stages of growth and development. Journal of Shandong Agricultural University. vol.23, p. 1-13.
65. Zadoks, J. C. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, vol. 14, p. 415-421.
66. Zhu, J.K. 2000. Genetic analysis of plant salt tolerance using Arabidopsis. Plant Physiology vol. 124, p. 941-948.