

*UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO ”*

DIVISION DE AGRONOMIA

Crecimiento del Grano en Líneas de Trigo Macarronero
(*Triticum turgidum var. turgidum L.*) Contrastantes en Altura
de Planta y Precocidad y su Relación con el Rendimiento.

Por:

ADAN ROJAS AVENDAÑO

TESIS

*Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:*

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Enero de 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA "AGRARIA ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Crecimiento del Grano en Líneas de Trigo Macarronero (*Triticum*
turgidum var. turgidum L.) Contrastantes en Altura de Planta y
Precocidad y su Relación con el Rendimiento.

POR:

ADAN ROJAS AVENDAÑO

T E S I S

QUE SE SOMETERA A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

APROBADO POR

EL PRESIDENTE DEL JURADO

DR. GASPAR MARTINEZ ZAMBRANO

M.C. HUMBERTO DE LEON CASTILLO
RICO

SINODAL

ING. MODESTO COLIN

SINODAL

ING. SERGIO CORTEZ GAMBOA
SINODAL

EL COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. MARIANO FLORES DAVILA
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ENERO DE 1998.

INDICE DE CONTENIDO

	Página.
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
Generalidades	4
Origen.....	5
Clasificación taxonómica del Trigo.....	7
Descripción botánica del Trigo.....	7
Composición química del trigo.....	9
Rendimiento.....	10
Correlaciones.....	15
Coeficiente de Sendero.....	16
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
Ubicación del experimento.....	20
Material genético.....	21
Actividades de campo.....	22
Diseño experimental.....	23
Toma de datos.....	23

Temperaturas.....	25
Análisis estadístico.....	25
Comparación de medias.....	29
Correlaciones simples.....	29
Coefficiente de Sendero.....	30
IV .- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
V .- CONCLUSIONES.....	80
VI .- LITERATURA REVISADA.....	82

INDICE DE CUADROS

	Pá na
Cuadro 2.1 Composición química del grano de Trigo.....	10
Cuadro 3.1 Agrupación de las líneas de trigo a estudiar según su ciclo a madurez y altura de planta.....	26
Cuadro 3.2 Cuadro de análisis de varianza.....	28
Cuadro 4.1 Cuadrados medios para el primer muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.....	36
Cuadro 4.2 Comparación de medias para el primer muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.....	37
Cuadro 4.3 Cuadrados medios para el segundo muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.....	39
Cuadro 4.4 Comparación de medias para el segundo muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.	39

Cuadro 4.5 Cuadrados medios para el tercer muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.	40
Cuadro 4.6 Comparación de medias del tercer muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.	41
Cuadro 4.7 Cuadrados medios para el cuarto muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.	42
Cuadro 4.8 Comparación de medias del Cuarto muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.....	43
Cuadro 4.9 Cuadrados medios para el quinto muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.	44
	Página
Cuadro 4.10 Comparación de medias del quinto muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.	44
Cuadro 4.11 Cuadrados medios para el sexto muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.	46
Cuadro 4.12 Comparación de medias del sexto muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.....	46
Cuadro 4.13 Cuadrados medios para el séptimo muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.....	47
Cuadro 4.14 Comparación de medias del séptimo muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.	48
Cuadro 4.15 Cuadrados medios para tres caracteres terminales de trigo macarronero. UAAAN 1996.....	49

Cuadro 4.16	Comparación de medias para tres caracteres terminales en trigo macarronero. UAAAN 1996.	50
Cuadro 4.17	Análisis de varianza para el carácter altura de planta en trigo macarronero. UAAAN. 1996.	51
Cuadro 4.18.	Comparación de medias para el carácter altura de planta, en trigo macarronero. UAAAN.1996.....	52
Cuadro 4.19	Peso final de grano y días de varios estados de desarrollo para cinco cultivares de trigo macarronero. UAAAN 1996.	52
Cuadro 4.20	Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento uno (línea Andur 94-71). UAAAN 1996.....	64
Cuadro 4.21	Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento dos (línea Andur 94-78). UAAAN 1996.....	65
Cuadro 4.22	Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento tres (línea Andur 94-190). UAAAN 1996.....	68
Cuadro 4.23	Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento cuatro (Buck Cristal). UAAAN 1996.....	69
Cuadro 4.24	Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento cinco (Yavaros 79). UAAAN 1996.....	70
Cuadro 4.25	Análisis de sendero del tratamiento uno, para los valores de siete caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.....	73
Cuadro 4.26	Análisis de sendero del tratamiento dos, para los valores de siete de caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.....	74
Cuadro 4.27	Análisis de sendero del tratamiento tres para los valores de siete caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.....	76
Cuadro 4.28	Análisis de sendero del tratamiento cuatro para los valores de siete caracteres en relación a peso de grano en trigo	

macarronero. UAAAN 1996.....	77
Cuadro 4.29 Análisis de sendero del tratamiento cinco, para los valores de siete caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.	79

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.- Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las diferentes variedades de Trigo macarronero. UAAAN 1996.....	56
Figura 2.- Curvas ajustadas de la acumulación de materia seca en la espiga, de las diferentes variedades de Trigo macarronero. UAAAN 1996.....	57
Figura 3.- Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las variedades baja tardía y baja precoz, de Trigo macarronero. UAAAN 1996.....	59
Figura 4.- Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las variedades alta precoz y alta tardía, de Trigo macarronero. UAAAN 1996.....	60
Figura 5.- Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las variedades baja	

tardía y alta tardía, de Trigo macarronero. UAAAN 1996.....	61
Figura 6.- Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las variedades baja precoz y alta precoz, de Trigo macarronero. UAAAN 1996.....	62

RESUMEN

Debido a que uno de los intereses principales en la siembra de cualquier cultivo es obtener mayores rendimientos por unidad de superficie, en este caso, en un cereal, específicamente trigo macarronero, se necesita tener conocimiento de cuales

son las causas de la variación en el rendimiento. Por esta razón la presente investigación se realizó para determinar algunos de los caracteres que influyen en el peso final del grano de trigo, el cual es un factor determinante en el rendimiento.

Para este experimento se utilizaron cinco variedades de trigo contrastantes en altura y precocidad, las cuales se clasificaron de la siguiente manera: Andur 94-71 Baja Precoz, Andur 94-78 Baja Tardía, Andur 94-190 Alta Precoz, Buck Cristal Alta Tardía y el testigo Yavaros 79. La siembra se realizó bajo el diseño bloques al azar con tres repeticiones.

Las variedades se evaluaron en el año de 1996 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, bajo el objetivo de estudiar el efecto de la altura de planta y la duración del periodo vegetativo y reproductivo sobre el rendimiento de grano en trigo macarronero.

Los caracteres evaluados fueron peso de espiga, peso de grano, peso de hoja bandera, peso de resto, altura de planta, días a floración, días a madurez y periodo de llenado de grano; donde en los primeros cuatro caracteres se tomaron muestreos cada siete días ya que son los de constante crecimiento, sometiéndolos a una estufa de secado por 24 horas bajo una temperatura controlada de 67 ° C.

Se realizaron análisis de varianza para todos los caracteres; para el caso de caracteres en crecimiento se hizo un análisis por cada muestreo, donde se encontró para la fuente tratamientos significancia al 95 % como fue el caso del peso final del grano y periodo de llenado de grano; una alta significancia para peso de espiga , altura de planta, días a madurez, días a floración, esto nos indica la gran variabilidad genética entre los materiales en estudio. La fuente de variación repeticiones mostró alta significancia en el caso del peso de la hoja bandera, mostrándonos que fue adecuado el bloqueo.

Se realizó un análisis de correlación simple con el fin de determinar el grado de asociación entre las diferentes variables bajo estudio; así también para utilizarlos en el análisis de sendero. Las correlaciones importantes en este estudio fueron, el peso de espiga con respecto al peso de grano, días a madurez con periodo de llenado de grano, peso de grano con respecto a días a madurez entre otras.

Para el caso de coeficientes de sendero que determina la naturaleza de la interacción entre los diferentes componentes bajo estudio con respecto al peso final del grano, se obtuvo que: días a floración, días a madurez, peso de espiga y peso de resto mostraron efectos importantes con respecto al peso final del grano de trigo.

Se concluye que la altura de planta no fue un factor determinante en el rendimiento; sin embargo la precocidad sí, mostrando más alto peso de grano las

variedades precoces. La tasa de llenado de grano es un factor muy importante para definir el peso final del grano.

Algunos autores encontraron que un periodo vegetativo largo mostró altos rendimientos, sin embargo en este trabajo un periodo vegetativo largo mostró ser menos rendidor.

I.- INTRODUCCION

El cultivo del trigo se extiende ampliamente en muchas partes del mundo, por ser una especie que tiene amplio rango de adaptación y por su gran consumo en muchos países, esto lo hace muy importante ya que es uno de los cereales que contribuye en la dieta humana con más calorías y mas proteínas que ningún otro cultivo; de tal manera que ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial (Trigo, Arroz, Maíz y Cebada).

Sin embargo, siendo un cultivo tolerante a bajas temperaturas en sus primeras fases de desarrollo, su mayor producción tiende a concentrarse en ciertas áreas, principalmente en aquellos países de clima templado y frío.

La superficie mundial cosechada de trigo en el año de 1994 fue de 215,921 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 2.502 toneladas por hectárea. En México la superficie sembrada en este mismo año fue de 802,000 hectáreas, con un promedio de rendimiento de 4.475 toneladas por hectárea; de esta superficie sembrada, aproximadamente un 80 % se siembra bajo condiciones de riego y sólo un poco menos del 20 % se siembra en condiciones de temporal. Las principales regiones
trigueras del país son, el noroeste, norte y el bajío, regiones de precipitación escasa, cuya distribución es muy irregular durante el ciclo del cultivo.

Actualmente nuestro país cuenta con un Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo, así como un banco de germoplasma mundial, traído de todas las partes trigueras del mundo.

Los investigadores del ramo de fitomejoramiento se ven obligados a buscar alternativas para incrementar el rendimiento del trigo, ya que gran parte de la población mundial depende de este cultivo, y a pesar del incremento de la producción de mismo, aún no se ha dado abasto para mantener una población que está en constante crecimiento.

Uno de los principales intereses en la siembra de cereales es el incremento en rendimiento de grano por unidad de superficie, para ello se necesita identificar las causas de la variación en el rendimiento de grano. El incremento del rendimiento está en función del incremento del peso de grano seco por unidad de superficie, por unidad de tiempo y por la duración del periodo de llenado de grano, por esto se plantea el siguiente trabajo.

Objetivo: Estudiar el efecto de la altura de planta y duración de los periodos vegetativo y reproductivo sobre el rendimiento de grano en trigo macarronero.

Hipótesis: El mayor rendimiento de grano en trigo macarronero está influenciado por una mayor altura de planta y periodo vegetativo y reproductivo largo.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades.

Vavilov (1951) investigó cuidadosamente desde el punto de vista taxonómico-botánico el área de la especie más compleja e intrincada *Triticum aestivum* L.. Esta especie fue subdividida en 67 variedades botánicas (en sentido de Körnicke), que difieren por el color de las espigas y de los granos, color, forma y tamaño de las aristas, por la pubescencia de las glumas y por la presencia o ausencia de la lígula. Además, estudió detalladamente la composición racial, identificándose 166 caracteres de la espiga, de los granos y vegetativos, que permiten conocer las distintas razas.

El análisis taxonómico ha establecido definitivamente que la diversidad de variedades y razas de trigos suaves está concentrada en el sudoeste de Asia. El estudio de la distribución geográfica mundial de los caracteres varietales y raciales estableció que la diversidad varietal aumenta hacia Turquestán, India y Afganistán.

Toda la diversidad de caracteres morfológicos y fisiológicos, establecida hasta hoy para los trigos suaves, esta concentrada en los distritos montañosos del sudoeste de Asia . En esta región pueden ser hallados todos los caracteres de las razas (Jordanones) y variedades cultivadas de *Triticum aestivum* L.

Centro de origen de los trigos duros:

De acuerdo al gran número de muestras coleccionadas en todas partes del mundo (más de 1500 ejemplares), y utilizando los datos sobre los centros geográficos de diversidad racial de los trigos duros (*Triticum turgidum* var. *turgidum*), debe buscarse su centro de origen en el norte de Africa y sobre las costas del Mediterráneo. Esta región presenta una multitud de formas originales y endémicas de especies de trigos duros de Europa y Asia y también todos los caracteres raciales y varietales de la especie *Triticum turgidum*, incluyendo las razas asiáticas y europeas.

Solamente el norte de Africa puede dar una idea exacta del poliformismo de la especie *Triticum turgidum*, porque sólo esta región se caracteriza por presentar la variabilidad hereditaria en su más alto grado, es decir por la extremada variación de los caracteres raciales.

Brauer (1969) menciona que todos los trigos, cultivados y silvestres se hallan incluidos en el género *triticum* del cual se conocen más de 30 especies. Dentro de estas especies existen tres subdivisiones: diploides, tetraploides y hexaploides, según el número de cromosomas contenidos en sus células reproductoras; ($n=7$, $n=14$ y $n=21$),

respectivamente; dentro dentro de estas subdivisiones existen diferencias en características anatómicas y morfológicas, en los cuales, los trigos tetraploides han sido originados por los antiguos trigos diploides, generalmente mediante hibridación con gramíneas silvestres.

El origen genético del trigo es de gran interés, pues constituye un ejemplo clásico de como puede combinarse en la naturaleza en una serie poliploide de especies íntimamente relacionadas entre sí. Las especies de *Triticum* y sus parientes más cercanos se dividen en grupos diploides, tetraploides y hexaploides, con números cromosómicos de $2n=14$, 28 y 42 respectivamente.

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

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

Clasificación taxonómica del trigo.

Reino Vegetal

División Tracheophyta

Clase Monocotyledoneae

Orden Glumiflorae

Familia Gramineae

Tribu Triticeae

Género *triticum*

Especie spp.

Descripción botánica

Raíz: Este órgano es fasciculado y consta de las raíces seminales y las adventicias o secundarias. Las primeras en número de 3 a 8 son de origen embrionario, finas, ramificadas y ricas en pelos radicales. Las raíces secundarias surgen posteriormente a las seminales a partir del momento en que la planta ha formado su tercera o cuarta hoja.

Las raíces adventicias son más gruesas y robustas, numerosas y desarrolladas, constituyendo la gran masa del sistema radical de la planta .

La profundidad que pueden alcanzar las raíces del trigo depende del estado nutritivo de la planta y de la naturaleza del terreno. En terrenos sueltos ciertas raíces pueden superar los dos metros de profundidad.

Tallo: Es una caña, formada de nudos y entrenudos, provisto de hojas y de una inflorescencia en su extremidad superior.

La altura del tallo es variable, está dada según las variedades, normalmente de 60 a 120 cm; sin embargo existen trigos enanos de 25 a 30 cm y trigos de 120 a 180 cm.

En estado de plántula los nudos están muy juntos y cerca de la superficie del suelo, según crece la planta estos se alargan, además emiten brotes que dan lugar a otros tallos que son los que constituyen los macollos.

Inflorescencia: Es la espiga, que consta de un tallo central, de entrenudos cortos llamado raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas mas o menos coriáceas o glumas a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores incipientes (depende de la variedad), de las cuales aborta la mayor parte; cada flor consta de un pistilo y tres estambres, estando protegidas por dos brácteas verdes o glumillas, de las cuales la exterior se prolonga en una barba o arista en los trigos barbados. El ovario es unilocular con estilo bifido y estigma plumoso.

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

Prácticamente, el grano de trigo puede considerarse formado por 3 partes:

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

Composición química del trigo.

Teniendo en cuenta el gran número de variedades de trigo, resulta sorprendente que la composición del grano varíe tan poco, como se observa en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 composición química del grano de trigo.

Componentes	%
Humedad	8 a 17
Almidón	63 a 71
Proteína (Nx 5,7)	8 a 15
Celulosa (fibra)	2 a 2.5
Grasa	1.5 a 2
Azúcares	2 a 3
Materia mineral (cenizas)	1.5 a 2

Rendimiento

Grafius (1956) indica que el rendimiento por unidad de superficie de cereales menores, como el trigo y cebada puede representarse geométricamente como una caja. Para representar las tres dimensiones de dicha caja, se puede usar el número de espigas por unidad de superficie, número de granos por espiga y peso medio de grano. El volumen de la caja, que representará el rendimiento de la variedad, está determinada por el producto de estos tres componentes. Un incremento en cualquiera de los tres determinará un aumento del rendimiento total, siempre y cuando no haya disminución correspondiente en los otros dos componentes.

Este mismo autor (1965) propuso que el rendimiento en trigo es un artefacto y que es el resultado final de tres componentes: número de espigas, número promedio de granos por espiga y el peso promedio del grano. Si el rendimiento es un producto de estos componentes, no existe forma mediante la cual sea cambiado sin cambiar uno o más de sus componentes. Además propuso independencia entre los sistemas genéticos gobernando los componentes de rendimiento, ya que las correlaciones entre ellos tendieron a ser cero bajo condiciones de competencia mínima entre plantas.

Sin embargo, algunos autores han reportado correlaciones negativas entre los componentes de rendimiento, en contraste con la hipótesis de independencia genética.

Eastin (1972) Menciona que un periodo vegetativo corto y un largo periodo de llenado de grano, resultó en un alto rendimiento en sorgo.

Bigman (1969) y Fischer (1972). consideran que el rendimiento de grano depende directamente de dos factores : el suministro de carbohidratos en el periodo de post-antesis y la capacidad de almacenamiento de fotosintatos en los granos, este último es el resultado del producto de otros factores; el número de granos por metro cuadrado y la capacidad asimilatoria de cada grano.

Guevara (1987) menciona que el rendimiento de una planta es afectada por todas las condiciones del medio ambiente que influyen durante su desarrollo, y por su capacidad genética, por lo tanto, dicha capacidad se puede manifestar mediante ciertas características morfológicas, tales como: altura de planta, longitud y densidad de espiga, número de granos por espiga, capacidad de amacollamiento, etc.

Nass et al; (1975) al realizar una investigación en trigo, relacionando el periodo de llenado de grano con el rendimiento, encontró que, la tasa de llenado de grano mostró ser un factor más importante en el peso final de grano y que la longitud del periodo de llenado de grano (antesis a maduración) por sí mismo no lo fué.

Este mismo autor muestra en una tabla las características de las variedades evaluadas, observándose que las variedades más rendidoras en su investigación no son las tardías ni las precoces, sino las de un ciclo intermedio.

Daynard et al; (1971) encontró una relación significativa, varios híbridos de maíz en 1966 y 1967, plantados a varias densidades, entre el rendimiento y una efectiva duración del periodo de llenado de grano.

Jan-Orn (1976) encontró correlación positiva del rendimiento de grano de sorgo con altura de planta y con días a madurez, lo cual es debido a que en la selección de genotipos solamente se tomó en consideración el rendimiento de campo, concluyó que en términos generales, las variedades más tardías presentan mayor productividad.

Poehlman (1975) menciona que para una variedad de trigo el rendimiento está dado por el número de espigas por unidad de superficie, número de granos por espiga y el peso medio por grano.

Evans mencionado por Wiegand y Cuellar (1981), menciona que el rendimiento en trigo por unidad de superficie depende del número de granos y peso del grano, y que el peso final del grano depende en resultado, de la tasa de llenado del grano y duración de llenado de grano.

Spiertz (1974) menciona que el rendimiento en trigo está determinado en parte en el periodo de pre-floración por el tamaño del área fotosintética y el número potencial de granos por espiga, pero principalmente en el periodo de post-floración por la tasa y la duración del crecimiento de grano.

Welbank (1966) reportó que el rendimiento en trigo fue proporcional a la duración del área foliar durante el desarrollo del grano. Fischer y Kohn (1966) encontraron y concluyeron que el rendimiento de grano estuvo correlacionado ($r=0.969$) con la duración del área foliar después de la floración.

Nass y Reiser (1975) mencionan que la tasa y longitud del periodo de llenado de grano puede ser importante en la determinación del rendimiento final en trigos de primavera. Así mismo, Darroch y Baker (1990) mencionan que en trigos de primavera el llenado de grano determina el peso final del mismo, y éste es uno de los componentes de rendimiento. Mencionan que un conocimiento completo del proceso de llenado de grano puede ser útil para incrementar el rendimiento y tener una maduración temprana en estos trigos.

Aksel mencionado por Metzger et al (1984) encontró en variedades de cebada que un largo periodo vegetativo tendió a producir más granos por espiga y altos rendimientos que aquellas que tuvieron un largo periodo de llenado de grano.

Johnson et al;(1966) en un estudio realizado durante cuatro años, evaluó componentes de rendimiento en variedades de trigo rojo duro de invierno con diferentes alturas de planta. Encontró que las variedades de estatura baja fueron más productivas en promedio que las variedades altas; y que la variedad que tuvo alto rendimiento produjo más granos por espiga, pero el peso de granos y numero de

espigas fueron menos que las demás variedades (las de menor rendimiento) y encontró una asociación entre el alto número de granos por espiga con más espiguillas por espiga y peso de granos por espiguilla. Menciona que el rendimiento de grano es el producto del número de espigas, número de granos por espiga y peso de grano y que estos tres asumen una importancia fuerte para obtener nuevos niveles de productividad en trigo.

Correlaciones.

Kendall y Rhinehart (1955) mencionan que cuando se hacen determinaciones de dos a más caracteres, en una o mas variedades o tratamientos, es posible establecer si existe alguna asociación entre esos caracteres y que el coeficiente de correlación da la medida del grado de asociación, y sus valores varían de 1 a -1 cuando la asociación es completa.

Peter y Frey (1966) investigando, en quince cruzas de avena, encontraron correlaciones genóticas positivas, altamente significativas entre rendimiento de grano y los siguientes caracteres: altura de planta, longitud de panícula, número de espiguillas por panícula y número de panículas por planta. Además entre altura de planta y longitud de panícula, longitud de panícula y espiguillas por panícula.

Wu y Wei (1984) expresan que en quince variedades de trigo, obtuvieron

correlaciones positivas entre rendimiento y granos por espiga, peso de grano y altura de planta, entre otras.

Hernandez y Molina; (1975) en seis variedades de trigo sembradas en cinco fechas diferentes, encontraron que el rendimiento de grano por planta está correlacionado en forma positiva y altamente significativa con número de entrenudos, espiguillas por espiga, longitud de espiga, granos por espiga y relación tallos espiga y en forma negativa con índice de fertilidad y altura de planta.

Singh y Singh (1973) señalan que la correlación simple no toma en cuenta las relaciones extremadamente complejas, entre varios caracteres que están relacionados a variables dependientes.

Willman et al; (1987) mencionan que aunque las correlaciones simples no son indicativos de una causa y efecto, estas son útiles en la determinación del grado y dirección de la asociación entre dos factores.

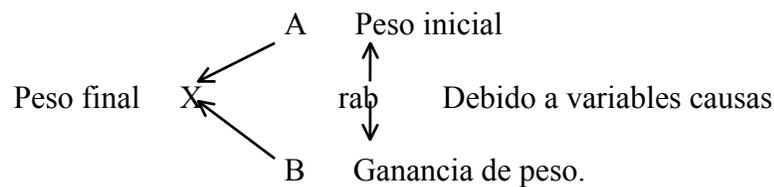
Definición de Coeficiente de Sendero

Writgth, mencionado por Orona (1994) menciona que el coeficiente de sendero es un método estandarizado de regresión simple que provee gran utilidad en la partición del coeficiente de correlación, en efectos directos e indirectos.

Wright Mencionado por Orona (1994), estableció que la teoría de coeficientes de sendero tiene aplicaciones en tres casos:

- Donde la relación causal entre las variables puede ser considerada como conocida.
- Donde se conoce con bastante justificación una hipótesis o hipótesis alternativa, y
- Donde una hipótesis no parece justificada.

A la vez el mismo autor consideró este término en base a variables independientes denominadas como causas, y variables dependientes designadas efectos . La aplicación de esta teoría tiene su utilización en el análisis estadístico considerando la interrelación de dichas variables correlacionadas; este investigador define este método de la siguiente manera:



en donde X es la variable dependiente, y los efectos independientes de A, B, C, etc. son las causas. Por lo tanto, X es una combinación lineal de A, B, C, etc.,. De acuerdo con este diagrama se tienen las literales A y B, las cuales muestran una dirección continua, lo que indica una influencia y una conexión de la causa con el efecto, lo cual se define como "**sendero**". En la que la doble relación de estas literales indican una correlación simétrica. Por lo tanto, el coeficiente de sendero se define como un índice numérico y mide la influencia directa del sendero en un sistema de variables correlacionadas, de tal modo que este término es la relación entre la desviación

Ahmad et al (1978) trabajando con trigo, encontró que la alta asociación positiva entre rendimiento de grano y tallos productivos por planta fue debido a altos efectos directos positivos, vía peso de mil semillas, número de espiguillas por espiga y altura de planta en dos generaciones, señalando también, que el análisis de coeficiente de sendero da una visión clara a los patrones de asociación.

III.- MATERIALES Y METODOS

Ubicación del sitio experimental.

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Según Mendoza (1983) La Universidad se encuentra ubicada a 101° 00' 00" longitud oeste y 25° 22' 41" latitud norte a una altura sobre el nivel del mar de 1742 m.

La temperatura media anual es de 19.8°C y una precipitación total anual media de 298.5 mm . La temporada más lluviosa va de junio a octubre, el mes con lluvias más abundantes es julio y el mes mas seco es marzo.

El tipo de clima de acuerdo a la clasificación de Köppen y modificado por García en 1973 se clasifica como:

Bwhw (X')(e),

es decir, clima muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremo, con lluvias de verano y precipitación invernal superior al 10% de la total anual.

Material genético

Los materiales que se incluyeron en esta investigación fueron proporcionados por la sección de cereales del departamento de fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, los cuales consistieron en tres variedades de trigo macarronero, originados en dicha Universidad, una variedad comercial de origen norteamericana y el testigo fue la variedad comercial Yavaros 79 .

Estas variedades se agruparon en tres categorías con base a su longitud del ciclo a madurez y altura de planta como lo muestra el cuadro 3.1

Cuadro 3.1. Agrupación de las variedades de trigo a estudiar según su ciclo a madurez y altura de planta.

<i>Grupos a evaluar</i>	<i>nombre de las variedades</i>
Planta baja precoz	Andur 94-71
Planta baja tardía	Andur 94-78
Planta alta precoz	Andur 94-190
Planta alta tardía	Buck Cristal
Testigo	Yavaros 79

Actividades de campo

Los materiales antes mencionados fueron sembrados el día 15 de junio de 1996, éstas fueron sembradas en macetas , utilizando cinco macetas por variedad, cada maceta contenía diez plantas y con tres repeticiones por tratamiento, utilizando un total de setenta y cinco macetas.

La tierra utilizada fue traída del bosque, la cual fue cribada antes de ponerla en las macetas, se le dio un riego ante de sembrar la semilla.

Durante el ciclo vegetativo de los materiales en estudio, sólo se le controlaron las malezas y se le dieron todos los riegos cuando las plantas lo necesitaron; no se presentó ningún tipo de plaga ni enfermedades que pudieran afectar a las plantas.

Los datos en el campo se comenzaron a tomar cuando las plantas llegaron a su período reproductivo, es decir desde que ocurrió la antesis, en algunas variedades el día 19 de septiembre y para la mas tardía se comenzó a muestrear el día 10 de octubre del mismo año.

Diseño experimental

El diseño utilizado en la evaluación de estas variedades , fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones. Este diseño fue desarrollado por R.A. Fisher (1925), quien buscaba métodos para mejorar los experimentos en la agricultura.

Toma de datos

La información que se recolectó en estos materiales fue por muestreos con intervalos de siete días entre ellos, ésto fue para los caracteres que estaban en constante crecimiento como es el caso del peso de espiga, peso de grano, peso de hoja bandera y peso del resto de la planta. Se utilizaron tres plantas por unidad experimental para cada muestreo, tomando de éstas la espiga principal, la hoja bandera y el resto de la planta, al mismo tiempo una previa identificación por muestreo.

También se tomaron otras variables como son la altura de planta, días a floración, Días a madurez y periodo de llenado de grano, se hizo esta separación ya que éstos son caracteres que se toman en una sola fecha y por consecuencia se obtuvieron menos número de observaciones excepto altura de planta. Todas estas variables se describen a continuación:

1.- Días a floración. Se obtuvo al tomar el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que la unidad experimental alcanzó el 50% de antesis.

2.- Días a madurez. Se obtuvo tomando el número de días desde la siembra, hasta que el 50% de la unidad experimental presentó un color pajizo en la base de la espiga (el pedúnculo o raquis de la espiga); este es un indicativo de la madurez fisiológica en trigo.

3.- Altura de planta. Fue tomado un poco antes de que la planta alcanzara su madurez; es el promedio en centímetros de 10 plantas por unidad experimental medidas desde el nivel del suelo hasta la base de la espiga.

4.- Período de llenado de grano. se calculó mediante la diferencia que existe del parámetro días a madurez fisiológica con respecto a los días a floración en cada unidad experimental.

5.- Peso de espiga. Es el peso promedio en gramos de tres espigas por cada repetición, sin trillar y previamente secas.

6.- Peso de grano. Es el peso promedio de grano completamente limpio tomadas de tres espigas por unidad experimental.

7.- Peso de hoja bandera. Es el peso promedio de la última hoja o la hoja superior cuando ya existe la espiga tomada de tres plantas por unidad experimental.

8.- Peso del resto. Es el peso promedio de tres plantas por unidad experimental, sin tener la hoja bandera y la espiga; tomando en cuenta la raíz.

Temperaturas.

Considerando que este facto es de suma importancia, se registraron las temperaturas máximas y mínimas diarias, presentadas durante el periodo del experimento, las cuales fueron proporcionadas por el Departamento de Agrometeorología de la UAAAN.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza por muestreos para los parámetros en crecimiento como son: peso de espiga, peso de grano, peso de hoja bandera y peso del resto de la planta; y un análisis de varianza general para los parámetros altura de planta, días a floración, días a madurez fisiológica y el periodo de llenado de grano; estas son todas las características consideradas en este experimento, utilizando el diseño bloque al azar con el mismo número de repeticiones por tratamiento, el cual

fue calculado mediante el paquete computacional denominado Statistical Analysis

Sistem (SAS); expresado por el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Cuadro 3.2 Temperaturas máxima y mínima diarias durante el desarrollo del experimento; UAAAN, 1996.

Día	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
	Tem. Max.	Tem. min.	Tem. max.	Tem. Min.	Tem. Max.	Tem. min.	Tem. max.	Tem. Min.	Tem. Max.	Tem. min.
1			29.2	19.7	24.0	15.0	23.0	8.0	21.0	11.0
2			32.7	17.2	26.7	13.0	23.0	9.0	11.1	7.0
3			30.6	18.7	27.2	15.1	20.0	10.0	23.5	5.5
4			29.0	20.0	25.0	13.0	17.0	12.3	28.0	4.0
5			27.0	17.0	24.6	15.7	13.0	11.4	29.0	9.0
6			28.3	15.0	25.6	13.3	17.0	0.0	28.0	14.0
7			27.2	16.3	26.3	14.0	19.0	10.0	24.0	11.0
8			24.2	13.6	27.5	14.4	21.0	6.0	21.9	3.0
9			22.6	14.9	23.0	14.8	22.0	5.0	19.8	3.0
10			28.5	15.9	26.2	11.0	23.0	5.0	20.0	4.0
11			28.6	16.5	26.9	14.4	23.5	10.3	21.0	1.0
12			28.4	15.4	26.8	16.2	24.0	10.2	22.0	6.0
13			28.1	16.6	25.7	15.5	23.0	8.0	19.0	4.0
14			26.6	17.9	27.3	16.5	23.0	7.0	21.0	8.0
15	29.4	18.8	25.9	15.5	27.8	14.2	25.0	7.0	23.0	7.0
16	29.7	18.3	28.3	14.6	26.0	15.7	27.0	8.0	25.0	11.0
17	29.0	18.1	28.9	15.7	26.6	12.0	27.0	15.0	25.0	10.0
18	29.6	18.1	26.6	16.3	25.9	15.6	17.5	7.5	23.0	7.0
19	28.8	17.5	27.8	16.3	25.9	18.5	28.2	7.5	25.0	6.0
20	30.0	17.7	25.3	13.9	27.7	16.2	28.0	14.0	27.0	8.2
21	30.3	16.6	24.7	13.2	29.4	17.3	27.0	6.0	26.0	12.0
22	30.5	17.8	19.9	15.1	29.2	16.3	18.0	7.0	25.5	8.0
23	30.9	17.6	18.6	15.4	28.4	16.7	25.0	4.0	25.0	9.4
24	30.7	17.5	19.1	14.8	28.3	15.3	27.0	10.0	15.7	4.0
25	28.6	18.4	22.4	15.6	28.1	14.6	23.8	9.2	15.0	-1.0
26	27.1	16.1	25.7	15.2	28.0	15.0	26.8	18.0	14.0	-3.0
27	27.8	16.3	27.3	16.3	29.0	17.0	30.0	16.0	12.0	-2.0
28	28.1	14.6	27.8	15.9	17.0	11.0	25.0	9.0	16.0	3.0
29	29.2	15.3	28.4	16.2	20.0	9.7	30.0	10.0	20.5	12.0
30	30.2	17.2	22.6	14.6	21.5	7.4	24.0	10.0	25.1	6.1
31	30.6	16.6	24.4	15.0			31.0	12.0		

Tem. Max.= Temperatura máxima en °C

Tem. Min. = Temperatura mínima en °C

Donde:

Y_{ijk} = Observaciones del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ = Media general

τ_i = Efecto de los tratamientos. (variedades)

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos)

β_j = Efecto de los bloques (repeticiones)

$j = 1, 2, \dots, r$ (repeticiones)

ϵ_{ijk} = Efectos aleatorios residuales no cuantificados por el modelo.

El análisis de varianza utilizado con sus fuentes de variación y suma de cuadrados aparecen en el cuadro 3.2.

Para la determinación de la confiabilidad de los datos obtenidos para los análisis de varianza, se estimó el coeficiente de variación (C.V.) utilizando el paquete computacional denominado Statistical Analysis System (SAS). La fórmula utilizada fue la siguiente:

Donde:
$$C.V.\% = \frac{\sqrt{CM\epsilon}}{\bar{X}} \times 100$$

$CM\epsilon$ = Cuadrado medio del error experimental tomado del análisis de varianza del carácter del caso.

\bar{X} = Media general para la modalidad del caso.

Cuadro 3.2 Cuadro de análisis de varianza

F.V.	g.l	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios
Repeticiones	2	$SC_r = \frac{\sum y_{ij.}^2}{t} - \frac{(\sum y_{ijk})^2}{rt}$	$CM_r = \frac{SC_r}{g.l.r}$
Tratamientos	4	$SC_\tau = \frac{\sum y_{.j.}^2}{r} - \frac{(\sum y_{ijk})^2}{rt}$	$CM_\tau = \frac{SC_\tau}{g.l.\tau}$
Error	8	$SC_\varepsilon = SCT - SC_r - SC_\tau$	$CM_\varepsilon = \frac{SC_\varepsilon}{g.l.\varepsilon}$
Total	12	$SCT = \sum y_{ijk}^2 - \frac{(\sum y_{ijk})^2}{rt}$	

Comparación de medias

Al encontrar diferencias significativas en el análisis de varianza, se realizaron comparaciones entre las medias de los muestreos en el caso de los caracteres peso de espiga, peso de grano, peso de hoja bandera y peso de resto; así también comparaciones de medias por tratamiento para los parámetros altura de planta, días a floración, días a madurez y periodo de llenado de grano, con el fin de agrupar las medias de los tratamientos estadísticamente iguales, mediante la prueba de diferencia significativa honesta o prueba de Tukey, al 5 y al 1 por ciento de probabilidad, mediante la siguiente fórmula. (Steel y Torrie 1960).

$$DSH\alpha = q\alpha(t, g.l.\varepsilon) \frac{\sqrt{CM\varepsilon}}{r}$$

Correlaciones simples

Con el fin de determinar el grado de asociación entre las diferentes variables bajo estudio, (peso de espiga, peso de grano, peso de hoja bandera, peso de resto, altura de planta, días a floración, días a madurez y periodo de llenado de grano) se realizó un análisis de correlación basado en las medias de las repeticiones del último muestreo de cada carácter, el cual posteriormente se utilizó para llevar a cabo el análisis de coeficientes de sendero, considerando que estos parámetros posiblemente

sean componentes causales del rendimiento o peso final de grano; el análisis de correlaciones, así también el de sendero; se realizaron de manera independiente para cada tratamiento (variedad). Este análisis se efectuó utilizando la fórmula de Steel y Torrie (1960), usando el paquete estadístico computacional denominado Statistical Analysis System (SAS).

$$r_s = 1 - \frac{\sum_i^n di^2}{(n-1)n(n+1)}$$

Donde:

di = diferencia entre las variables estudiadas, previamente clasificadas.

La prueba de significancia usada por los valores de r; se realizó mediante la fórmula:

$$t = r_s \frac{\sqrt{n-2}}{(1-r_s^2)}$$

Coefficientes de sendero.

El análisis de sendero requiere la obtención de efectos directos y efectos indirectos para cuantificar las vías en el diagrama causal. Los efectos directos los estiman los coeficientes causales de regresión estandarizados de las variables. Los efectos indirectos, son estimados a partir de productos de coeficientes de correlación por coeficientes de regresión, de tal manera que cuando denotamos una correlación, de hecho estamos englobando los efectos directos e indirectos de una variable dada:

$$r_{1,0} = b_1 + b_2 r_{1,2}$$

↙ efecto directo
↑ efecto indirecto

y lo que hace la técnica de análisis de sendero es precisamente separar a partir de una correlación, dichos efectos para una mejor visualización y comprensión de nuestro diagrama, así también esto se facilita con la construcción de un cuadro de efectos directos (en la diagonal) e indirectos que nos permiten una mejor discusión de los resultados.

	X1	X2.....	Xn	ir,0
X1	<u>b1</u>	b2r1,2.....	bn r1,n	r1,0
X2	b1 r1,2	<u>b2</u>	bn r1,n	r2,0
....
....
Xn	b1 r1,n	b2r2,n.....	<u>bn</u>	rn,0

Como se aprecia, el sistema de análisis de sendero trabaja con ecuaciones simultáneas y al aumentar el número de variables, lógicamente aumenta la complejidad de su solución; así pues, es preferible resolver un sistema de ecuaciones simultáneas por medio de matrices, entonces lo primero será definir las matrices que engloban a las ecuaciones que se generan, así pues:

Sea Q= Matriz de correlaciones entre los factores básicos.

$$Q = \begin{vmatrix} r_{11}, & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1n} \\ r_{21}, & r_{22} & r_{23} & \dots & r_{2n} \\ r_{31}, & r_{32} & r_{33} & \dots & r_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \end{vmatrix}$$

$$\begin{array}{cccc}
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 R_{1n}, & r_{2n} & r_{3n} & r_{mn}
 \end{array}$$

Sea $R =$ vector de correlaciones entre los factores básicos y la variable de respuesta.

$$R = \begin{pmatrix} r_{10} \\ r_{20} \\ r_{30} \\ \dots \\ \dots \\ r_{m0} \end{pmatrix}$$

y sea $b =$ vector de coeficiente de sendero.

$$b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \dots \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}$$

De tal manera que para obtener los coeficientes de sendero, se realiza la siguiente operación matricial:

$$b = A^{-1} * R$$

y para estimar el factor residual:

$$b_{n+1} = [1 - b^t * R^{-1}]$$

Trabajando con matrices también se puede generar un cuadro que contemple los efectos directos, para lo cual se definió $D =$ matriz que contiene lo b_i en la diagonal principal y ceros en las demás posiciones.

$$\begin{array}{cccc}
 & b_i & 0 & 0 & 0 \dots \dots \dots 0 \\
 & 0 & b_2 & 0 & 0 \dots \dots \dots 0 \\
 D = & 0 & 0 & b_3 & 0 \dots \dots \dots 0 \\
 & \dots & \dots & \dots & \dots \dots \dots \dots \\
 & \dots & \dots & \dots & \dots \dots \dots \dots \\
 & 0 & 0 & 0 & 0 \dots \dots \dots b_n
 \end{array}$$

De tal manera que se obtiene una matriz C (cuadro de efectos directos e indirectos) de la manera siguiente:

$$C = A * D$$

suponiendo que A y D contienen lo siguiente:

$$A = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{vmatrix} \quad y \quad D = \begin{vmatrix} b_1 & 0 \\ 0 & b_2 \end{vmatrix}$$

entonces:

$$A * D = C = \begin{vmatrix} b_1 & b_{2r1} \\ b_{1r2} & b_2 \end{vmatrix}$$

donde:

b1 y b2 = efectos directos

b2r12 y b1r21 = efectos indirectos

Los análisis de coeficientes de sendero se realizaron utilizando la rutina elaborada por Martínez (1997) ejecutable en el programa de computo Matlab.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de determinar el comportamiento de las variedades bajo estudio, se realizó el análisis para cada muestreo, para el caso de las variables peso de espiga, peso de grano, peso de hoja bandera y peso de resto; este último corresponde a la planta sobrante después de separar la espiga completa incluyendo el grano y la hoja bandera.

Análisis de varianza para el muestreo 1

Los cuadrados medios para las diferentes fuentes de variación y su significancia estadística se muestran en el cuadro 4.1, donde se observó que para el caso de la fuente tratamientos existe alta significancia específicamente en el carácter peso de espiga; esto nos da a entender que las variedades presentaron en este muestreo una amplia variabilidad en cuanto a peso de este carácter; las demás variables no presentaron diferencias estadísticas.

El coeficiente de variación que es el que nos indica la confiabilidad de los datos obtenidos para el caso de peso de espiga fue de 3.53 %, el peso de grano 18.02 %, el peso de resto 15.92 %, en el caso del carácter hoja bandera, no se presentan los datos ya que en los primeros tres muestreos no se tomaron, pero apareciendo hasta el cuarto muestreo.

En estos mismos caracteres se compararon las medias mediante la prueba de diferencia significativa honesta (DSH) propuesta y modificada

C.V. %	3.53	18.02	_____	15.92
--------	------	-------	-------	-------

** Significativo al 99% de probabilidad ; N.S. No significativo

¹ La variable peso de hoja bandera no se tomó en este muestreo.

En el cuadro 4.2 se presentan los resultados de la comparación de medias, en la cual se observó que para el carácter peso de espiga que fue el que tuvo alta significancia en el análisis de varianza, existe diferencia entre medias, observándose tres grupos, donde la variedad Buck Cristal alcanzó el mayor peso en este muestreo, cabe mencionar que esta variedad tuvo un largo periodo vegetativo (aproximadamente 21 días más que las otras incluidas en este experimento) y al tomar este primer muestreo, a las demás variedades ya se les había tomado tres muestras. Tal vez este mayor peso de espiga se debe al periodo vegetativo largo, además también mostró un mayor peso de grano, este aumentó el peso de la espiga en parte ya que el grano va incluido en la misma, las otras variedades anteriores mostraron menor peso de grano.

Cuadro 4.2 Comparación de medias para el primer muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.

<i>Variedades</i>	<i>P. Espiga</i>	<i>P. Grano</i>	<i>P. Hoja bandera</i>	<i>P. Resto</i>
Andur 94-71	1.249 B ¹	0.046 A	_____ ²	9.668 A
Andur 94-78	0.771 C	0.008 A	_____	7.505 A
Andur 94-190	1.346 B	0.028 A	_____	9.224 A
Buck Cristal	2.189 A	0.441 A	_____	11.011 A

Yavaros 79	1.451 AB	0.107 A	_____	6.788 A
------------	----------	---------	-------	---------

¹Medias con las mismas letras no son estadísticamente diferentes

²La variable peso de hoja bandera no se tomó en este muestreo

Para las demás variables no hubo diferencias estadísticas; aunque se puede observar para el caso del peso de grano, el comportamiento tiende a ser de acuerdo al peso de espiga, esto nos indica que el peso de grano influye en la expresión del peso de espiga; esto es de esperarse ya que éste incluye al peso de grano.

Análisis de varianza para el muestreo 2

Los cuadrados medios para las diferentes fuentes de variación se presentan en el cuadro 4.3 observándose que no existen diferencias significativas para este muestreo en ninguna de las fuentes de variación, para los diferentes caracteres a evaluados; los coeficientes de variación se encuentran entre 0.817 % a 18.06 % , correspondiendo este último al carácter peso de resto.

Realizando la prueba de medias (cuadro 4.4) al 5% de probabilidad para observar las tendencias entre éstas; existen diferencias para el carácter peso de espiga; aunque las variaciones que hubo en el primer muestreo tendieron a desaparecer y las medias resultaron ser más homogéneas, además podemos observar que la variedad Andur 94-190 arrojó la mayor media (1.801) superando a las demás variedades de

este estudio; las variedades Buck Cristal, Andur 94-72 y la variedad Yavaros 79 no mostraron diferencias entre ellas al clasificarse en el mismo grupo; la variedad Andur94-78 fue la que presentó la menor media en esta comparación.

La variable peso de grano es muy homogénea entre las variedades, las diferencias que mostró en el primer muestreo tendieron a desaparecer.

Para la variable peso de resto, aunque existen medias muy separadas entre sí, siendo la mayor media de 20.048 y la menor de 8.639, no nos muestran diferencias estadísticamente significativas.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios para el segundo muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.

CUADROS MEDIOS						
F.V.	g.l.	P. Espiga	P. de Grano	P. de Hoja bandera	P. del Resto	
Rep.	2	0.013575 N.S	0.076906 N.S	_____ ¹	0.572125 N.S	
Trats.	4	0.013260 N.S	0.007464 N.S	_____	1.489791 N.S	
Error	8	0.003834	0.002206	_____	0.488905	
Total	14					
C.V.%		4.36	0.817	_____	18.06	

N.S. No significativo

¹ La variable peso de hoja bandera no se tomó en este muestreo

Cuadro 4.4 Comparación de medias para el segundo muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.

<i>Variedades</i>	<i>P. Espiga</i>	<i>P. Grano</i>	<i>P. Hoja bandera</i>	<i>P. Resto</i>
Andur 94-71	1.495 B ¹	0.1955 A	_____ ²	17.801 A
Andur 94-78	1.298 B	0.0179 A	_____	20.048 A
Andur 94-190	1.801 A	0.2187 A	_____	19.478 A
Buck Cristal	1.530 AB	0.1394 A	_____	8.639 A
Yavaros 79	1.391 AB	0.1877 A	_____	10.037 A

¹Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes

²La variable peso de espiga no se tomó en este muestreo

Análisis de varianza para el muestreo 3

En el cuadro 4.5 se presentan los cuadrados medios y cada una de las fuentes variación, así como los caracteres que entran en cada uno de los muestreos, observándose que para la fuente tratamientos, a variables peso de espiga y peso de grano exhiben significancia al 95 % de probabilidad; para peso de grano, esta es la primera significancia que presenta, lo cual nos indica que con el paso del tiempo la acumulación de materia seca en grano va adquiriendo variabilidad para cada variedad y probablemente la tasa de llenado de grano sea muy diferente entre ellas; el coeficiente de variación se encuentra entre 7.15 y 14.68 %.

Cuadro 4.5 Cuadrados medios para el tercer muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.

CUA DRADOS MEDIOS					
F.V.	g.l.	P. de Espiga	P. de Grano	P. de Hoja bandera	P. del Resto
Rep.	2	0.022645 N.S	0.048190 N.S	_____ ⁺	0.131251 N.S
Trats.	4	0.074897 *	0.095305 *	_____	0.198578 N.S

Error	8	0.013482	0.011567	_____	0.231666
Total	14				
C.V		7.15	10.18	_____	14.68

* significativo al 95% de probabilidad; N.S. No significativo

¹ El peso de hoja bandera no se tomó en este muestreo

La prueba de medias (DSH) al 5 % se presenta en el cuadro 4.6, observándose que el carácter peso de espiga muestra diferencias a ese nivel de significancia.

Para el caso de peso de espiga la variedad Andur 94-190 alcanza la mayor media; la variedad Yavaros 79, Buck Cristal y Andur 94-71 son similares ya que se clasifican en un mismo grupo, y la variedad Andur 94-78 es la que arrojó la menor media.

El carácter peso de grano, el cual es fuertemente ligado al rendimiento, se observó que la variedad Andur 94-190 fue la que tuvo mayor media de peso (1.177) existiendo gran diferencia con respecto a mejor genotipo del siguiente grupo (Yavaros 79) con 0.684 ; la variedad que arrojó la menor media fue Andur94-78, alcanzando sólo el 10 % de la media de peso de la variedad Andur94-190 que hasta este muestreo alcanzó el más alto peso de grano y por consecuencia el peso de espiga se muestra mayor.

En el carácter peso de resto no hay diferencias, a pesar de que la mayor media alcanzó 12.939 y la menor esta separada por 4.517 (Yavaros 79).

Cuadro 4.6 Comparación de medias del tercer muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.

<i>Variedades</i>	<i>P. Espiga</i>		<i>P. Grano</i>		<i>P. Hoja bandera</i>	<i>P. Resto</i>	
Andur 94-71	1.823	AB ¹	0.560	AB	_____ ²	10.594	A
Andur 94-78	1.540	B	0.122	B	_____	12.934	A
Andur 94-190	2.920	A	1.177	A	_____	11.246	A
Buck Cristal	2.189	AB	0.630	AB	_____	8.903	A
Yavaros 79	2.264	AB	0.684	AB	_____	8.422	A

¹ Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes

² El peso de hoja bandera no se tomó en este muestreo

Análisis de varianza para el muestreo 4

En el cuadro 4.7 se muestran los cuadrados medios para las diferentes fuentes de variación para este muestreo, la alta significancia observada entre bloques para peso de hoja bandera, quiere decir que los bloques funcionaron efectivamente en el experimento.

Para la fuente tratamientos no hubo significancia estadística para los caracteres en estudio. El coeficiente de variación se muestra alto para el caso de peso de grano con un 23.60, seguido de el peso de resto con 19.14, el peso de espiga y peso de hoja bandera mostraron un coeficiente de 13.31 y 2.49 respectivamente

Cuadro 4.7 Cuadrados medios para el cuarto muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.

CUADROS MEDIOS					
F.V	g.l	P. de Espiga	P. de Grano	P. de Hoja bandera	P. del Resto

Rep.	2	0.054538 N.S	0.083360 N.S	0.143362 **	0.075118 N.S
Trats.	4	0.084108 N.S	0.118261 N.S	0.005247 N.S	0.072002 N.S
Error	8	0.054640	0.095155	0.001908	0.359233
Total	14				
<hr/>					
C.V.%		13.31	23.60	2.49	19.14
<hr/>					

** Significativo al 99% de probabilidad; N.S. No significativo

Al efectuar la prueba de medias al 5 %, se observa que para todos los caracteres evaluados en este muestreo, no existió diferencia estadística entre medias (Cuadro 4.8) . El carácter peso de grano y peso de espiga tienden a homogeneizarse , posiblemente por un constante crecimiento y acumulación de materia seca.

Cuadro 4.8 Comparación de medias del cuarto muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996

<i>Variedades</i>	<i>P. Espiga</i>		<i>P. Grano</i>		<i>P. H bandera</i>		<i>P. Resto</i>	
Andur 94-71	2.276	A ¹	1.019	A	0.1724	A	10.427	A
Andur 94-78	1.849	A	0.595	A	0.1537	A	10.551	A
Andur 94-190	2.851	A	1.568	A	0.1857	A	8.713	A
Buck Cristal	3.328	A	1.727	A	0.1958	A	9.749	A
YAVAROS 79	2.818	A	1.499	A	0.2635	A	8.076	A

¹Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Análisis de varianza para el muestreo 5

Los resultados de análisis de varianza se muestran en el cuadro 4.9, observando que aún en este muestreo no hay diferencias significativas para las diferentes fuentes de variación, los coeficientes de variación se encuentran en el rango de 15.22 a 22.37 %.

Cuadro 4.9 Cuadrados medios para el quinto muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.

CUA DRADOS MEDIOS					
F.V.	g. l.	P. de Espiga	P. de Grano	P. de Hoja bandera	P. del Resto
Rep.	2	0.036514 N.S	0.005958 N.S	0.007985 N.S	1.313443 N.S
Trats.	4	0.114372 N.S	0.204472 N.S	0.012770 N.S	0.273222 N.S
Error	8	0.093865	0.097183	0.004536	0.357877
Total	14				
C.V.%		15.22	19.53	22.39	18.13
N.S. No significativo					

Al realizar la prueba de medias al 5 % de probabilidad no hay diferencia entre medias para los caracteres; los grupos de medias se muestran en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10 Comparación de medias del quinto muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.

Variedades	P. Espiga	P. Grano	P. H bandera	P. Resto
Andur 94-71	4.248 A ¹	2.809 A	0.2911 A	12.552 A

Andur 94-78	2.352	A	0.826	A	0.2449	A	11.117	A
Andur 94-190	3.421	A	2.144	A	0.2874	A	7.965	A
Buck Cristal	4.177	A	2.453	A	0.4128	A	12.489	A
YAVAROS 79	3.870	A	2.436	A	0.2680	A	9.912	A

¹ Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes

El carácter peso de espiga y peso de grano, los cuales se relacionan mucho, se observa que la variedad Andur 94-71 la cual arroja la mayor media muestra un diferencial algo alejado de la menor media que corresponde a Andur 94-78, sin embargo no es significativa.

Análisis de varianza para el muestreo 6

En el cuadro 4.11 se muestran los cuadrados medios para las diferentes fuentes de variación y su significancia estadística para cada uno de los caracteres; en este cuadro se observa que para la fuente bloque existe alta significancia en el carácter peso de hoja bandera esto nos confirma que los bloques actuaron efectivamente.

Los demás caracteres no presentaron significancia estadística para cualquiera de las fuentes.

Los resultados de la prueba de medias se muestran en el cuadro 4.12 observándose que para el carácter peso de grano la variedad Yavaros 79 tuvo mayor media (3.613) que las demás variedades; la variedad que arrojó la menor media fue Andur 94-78 con 2.003, aunque no existió diferencias de medias. Obsérvese que la clasificación del peso de espiga tiende a ser igual a la del peso de grano.

Cuadro 4.11 Cuadrados medios para el sexto muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.

CUADROS MEDIOS					
F.V.	g.l.	P. de Espiga	P. de grano	P. de Hoja bandera	P. del Resto
Rep.	2	0.025657 N.S	0.010750 N.S	0.014149 **	0.463952 N.S
Trats.	4	0.078473 N.S	0.108124 N.S	0.004274 N.S	0.494568 N.S
Error	8	0.040821	0.077816	0.000929	0.347558
Total	14				
C.V		9.24	15.24	10.93	18.75

N.S. No significativo

Cuadro 4.12 Comparación de medias del sexto muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.

Variedades	P. Espiga		P. Grano		P. H bandera		P. Resto	
Andur 94-71	4.829	A ¹	3.403	A	0.2784	A	10.496	A
Andur 94-78	3.544	A	2.003	A	0.2409	A	13.313	A
Andur 94-190	4.582	A	3.125	A	0.3052	A	10.421	A

Buck Cristal	3.545	A	2.373	A	0.3268	A	7.000	A
YAVAROS 79	5.025	A	3.618	A	0.2432	A	7.187	A

¹Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Análisis de varianza para el muestreo 7

En el cuadro 4.13 se muestran los cuadrados medios, para las diferentes fuentes de variación, los grados de libertad y su nivel de significancia; tal es el caso de

la fuente tratamientos que es significativa al 95 % de probabilidad en el carácter peso de grano; el coeficiente de variación para cada carácter se encuentra entre el rango de 8.67 a 30.8 arrojando el mayor coeficiente el peso de hoja bandera .

Cuadro 4.13 Cuadrados medios para el séptimo muestreo de cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN 1996.

CUA DRADOS MEDIOS						
F.V.	g.l.	P. de Espiga	P. de Grano	P. de Hoja bandera	P. del Resto	
Rep.	2	0.097807 N.S	0.066830 N.S	0.014153 N.S	0.841387 N.S	
Trats.	4	0.104408 N.S	0.174061 *	0.009564 N.S	0.354241 N.S	
Error	8	0.048852	0.042626	0.081599	0.227833	
Total	12					
C.V		8.67	9.39	30.8	16.11	

* Significativo al 95 % de probabilidad; N.S. No significativo

En el Cuadro 4.14 se muestra la prueba de medias, observándose que la variedad Andur 94-190 alcanzó la mayor media de peso de grano (5.313), siguiendo la variedad Andur 94-71 (5.243), no presentando diferencias entre ellas. La variedad Yavaros 79 (testigo) y, la variedad Andur 94-78 entran en un mismo grupo con medias de 4.829 y 3.547 respectivamente. La variedad Buck Cristal es la que alcanzó la menor media de peso de grano (3.033), a pesar de que tuvo un largo periodo vegetativo y mayor periodo de llenado de grano.

Cuadro 4.14 Comparación de medias del séptimo muestreo para cuatro caracteres en el análisis de crecimiento del grano de trigo macarronero; UAAAN, 1996.

<i>Variedades</i>	<i>P. Espiga</i>		<i>P. Grano</i>		<i>P. H bandera</i>		<i>P. Resto</i>	
Andur 94-71	6.783	A ¹	5.243	A	0.2552	A	9.838	A
Andur 94-78	5.227	A	3.547	B	0.1811	A	11.134	A
Andur 94-190	6.899	A	5.313	A	0.2973	A	6.481	A
Buck Cristal	4.859	A	3.033	C	0.3322	A	9.131	A
YAVAROS 79	6.464	A	4.829	B	0.2586	A	6.361	A

¹Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Análisis de varianza para los caracteres terminales .

En este experimento también se realizaron análisis de varianza para los caracteres terminales como días a floración, días a madurez, periodo de llenado de

grano y altura de planta; en este último se tomaron un número mayor de muestras que los anteriores por lo cual se realizó un análisis individual.

En el cuadro 4.15 se muestran los cuadrados medios para cada una de las fuentes de variación, su respectiva significancia estadística y el coeficiente de variación para las diferentes variables.

La fuente tratamientos muestra alta significancia para los parámetros días a floración, días a madurez y periodo de llenado de grano; dándonos a entender que las variedades presentaron una amplia variabilidad en estos caracteres; los coeficientes de variación son relativamente bajos (1.0 a 3.71 %), esto nos hace tener confiabilidad en los resultados obtenidos en este análisis.

Cuadro 4.15 Cuadrados medios para tres caracteres terminales de trigo macarronero. UAAAN 1996.

CUADROS MEDIOS						
F.V.	g.l.	Días a floración		Días a madurez		Pllg
Rep.	2	6.533333	N.S	0.000000	N.S	3.266666 N.S
Trats.	4	1669.6000**		616.433333 **		20.933333 *
Error	8	2.600000		1.333333		2.683333
Total	14					
C.V.%		2.27		1.0		3.71

** , * Significativo al 99 y 95 % de probabilidad respectivamente; N.S. No significativo

Pllg= Periodo de llenado de grano

Al realizar la prueba de medias al 5 % de probabilidad, la cual se muestra en el cuadro 4.16 se observó que para el caso de días a floración, la variedad Buck Cristal (Alta tardía) es la que tuvo la mayor media con un valor de 91, siguiendo la variedad Andur 94-78 (Baja tardía) con una media de 72.667 la cual se clasifica en un segundo grupo; las variedades Andur 94-71 (Baja precoz), la variedad Yavaros 79 (Testigo) y la variedad Andur 94-190 (Alta precoz) no presentaron significancia entre ellas; las medias fueron 65.0, 63.667 y 63.0 respectivamente.

Para el caso días a madurez se observó que la variedad Buck Cristal alcanzó la mayor media (139.00), siendo un promedio 20 días más tardío que el resto de los genotipos el siguiente grupo lo forma la variedad Andur 94-78 con una media de 118.0 y las variedades Andur 94-71, Andur 94-190 y la variedad Yavaros 79 entran en el grupo de menor media no mostrando diferencias entre ellas.

Cuadro 4.16 Comparación de medias para tres caracteres terminales en trigo macarronero. UAAAN 1996

<i>Variedades</i>	<i>Días a floración</i>	<i>Días a madures</i>	<i>Periodo de LL.G</i>
Andur 94-71	72.667 B ¹	118.333 B	45.667 AB
Andur 94-78	65.000 C	107.333 C	42.333 B
Andur 94-190	63.667 C	104.667 C	41.667 B
Buck cristal	91.000 A	139.000 A	48.000 A
Yavaros 79	63.667 C	106.667 C	43.000 B

¹Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En los resultados de la prueba de medias se observa que la variedad Buck Cristal tuvo un periodo de llenado de grano más largo (48), no teniendo mucha diferencia la variedad Andur 94-78 (45.667) ; los demás genotipos: Andur 94-71, Andur 94-190 y Yavaros 79 no mostraron diferencias significativas entre ellas.

Análisis de varianza para altura de planta.

En el Cuadro 4.17 se muestra el análisis de varianza para este carácter, se observó que existe una alta significancia para el caso de los tratamientos; entendiéndose que entre las variedades existe variabilidad con respecto a altura de planta; el coeficiente de variación es relativamente bajo (4.97 %), entendiéndose así que los datos son confiables.

Cuadro 4.17 Análisis de varianza para el carácter altura de planta en trigo macarroneo. UAAAN 96.

F.V	g.L	S.c	C.M	F.c.	F α (.05, .1)	
Bloques	2	4.973333	2.486667	0.25	3.09	4.81
Trats.	4	9231.04000	2307.760000	228.23**	2.46	3.51
Error	143	1445.96000	10.111608			
Total	149	10681.97333				
C.V	4.97					

** significativo al 99 %

Al realizar la prueba de medias (DSH) al 5 % de probabilidad (Cuadro 4.18) se observó que la variedad Andur 94-190 alcanzó la mayor media con 72.900 cm entrando en la misma clasificación con la variedad Buck Cristal (70.00 cm) y no mostrando diferencia de medias entre ellas. La variedad Andur 94-78 entra en un solo grupo con una media de 65.100 cm, prácticamente esta variedad se encuentra en una altura intermedia entre las variedades de este experimento.

Las variedades Andur 94-71 y Yavaros 97, presentaron las menores medias, no habiendo diferencias entre ellas.

Cuadro 4.18. Comparación de medias para el carácter altura de planta, en trigo macarronero. UAAAN.96

<i>Variedades</i>	<i>Medias</i>
Andur 94-71 (Baja precoz)	55.167 B
Andur 94-78 (Baja tardía)	65.100 C
Andur 94-190 (Alta precoz)	72.900 A
Buck Cristal (Alta tardía)	72.00 A
Yavaros 79 (Testigo)	54.767 C

Medias con las mismas letras no son estadísticamente diferentes

La clasificación obtenida, nos confirma la descrita al inicio de este trabajo en el Cuadro 3.1.

El Cuadro 4.19 nos muestra las características generales de cada una de las variedades en estudio, para observar las diferencias que existieron entre ellas.

Cuadro 4.19 Peso final de grano y días de varios estados de desarrollo para cinco cultivares de trigo macarronero de primavera. UAAAN 1996.

Variedades	Peso de grano (gr.)	Altura de planta (cm)	Días de siembra a antesis	Periodo de llenado de grano (días)	Días de siembra a madurez
Andur 94-71	5.243	55.16	66	43	109
Andur 94-78	3.547	65.10	74	44	118
Andur 94-190	5.313	72.90	64	41	105
	3.033	72.00	92	47	139
Buck Cristal	4.829	54.76	65	42	107
Yavaros 79					

Tomando en cuenta todos los análisis hechos anteriormente, se puede decir que: la variedad Buck Cristal comenzó con el mayor peso de espiga y obviamente también de grano, pero con el transcurso del tiempo las demás variedades la superaron, quedando esta con un peso final de grano más bajo (3.033 gr).

La variedad que alcanzó mayor peso de grano fue la Alta precoz Andur 94-190 con 5.313 gr, por espiga esta misma variedad fue la que presentó mayor altura de planta, además, fue la que comenzó a espigar primero y presentó un periodo de llenado de grano más corto; esta variedad mostró ser corta en cuanto a su ciclo total con respecto a las demás.

La variedad que obtuvo el segundo lugar en cuanto a peso de grano fue Andur 94-71 (Baja precoz), la cual presenta la misma característica de precocidad que la variedad anterior (Andur 94-190), variando solo en la altura de planta, esto puede ser un dato interesante que indica que la altura no es en sí un factor determinante para alcanzar un mayor rendimiento ya que estas variedades fueron contratantes en este carácter y el peso de grano final fue el mismo. En los parámetros días a floración, días a madurez y periodo de llenado de grano son iguales estadísticamente de acuerdo a las pruebas de medias descritas anteriormente.

En tercer lugar clasificándose de acuerdo al peso final del grano, se encuentra la variedad Yavaros 97 (testigo) con 4.829 gr; ésta fue la mas baja en altura de planta , aunque se encuentra en la misma clasificación que las variedades anteriores.

En cuarto lugar se encuentra la variedad Andur 94-78 con un peso de grano final de 3.547 gr; su altura se encuentra en la parte intermedia con respecto a las variedades de estudio; esta variedad se caracterizó por tener un periodo vegetativo largo y un periodo de llenado de grano intermedio entre la variedad Buck Cristal y Yavaros 79, los días a madurez fueron también intermedios; estas características tienden a ser similares con respecto a la variedad Buck cristal que fue la que tuvo el peso final de grano más bajo (3.033 gr).

Podemos decir que en ese trabajo, un ciclo vegetativo largo y periodo de llenado de grano largo, resultó en un menor peso final de grano, obteniendo así rendimientos más bajos.

Los resultados finales obtenidos en este trabajo, principalmente el peso de grano y peso de espiga, se sometieron a una transformación por el método de regresión, representando el crecimiento del peso de grano en una curva de expresión polinomial desde el tiempo de antesis hasta la madurez fisiológica, observándose así la tasa de llenado de grano.

Para obtener una curva de los datos de peso de grano y peso de espiga de cada una de las variedades, éstos se ajustaron mediante un polinomio cúbico; los datos ajustados se graficaron en un paquete de computo llamado Harvard Graphic, así se pudo observar que la tasa de llenado de grano fue diferente para cada variedad, y que en sí la tasa de llenado de grano es un factor más importante en el peso de final del grano, que la longitud del periodo de llenado de grano por sí mismo.

En la figura 1 se observa la tendencia de cada una de las variedades en estudio con respecto a la acumulación de materia seca en el grano; las variedades Andur 94-71, Andur 94-190 y el testigo (Yavaros 79) no muestran mucha diferencia en la tendencia de su curva, sin embargo, las variedades Andur 94-78 y Buck Cristal la tendencia de la curva es con menos gradiente ó pendiente, obteniendo así estas

últimas un bajo peso de grano; nótese que la variedad Buck Cristal su fecha de antesis se desplaza hasta el 10 de octubre.

En la figura 2 se muestra el crecimiento de peso de la espiga en cada una de las variedades, observando un comportamiento similar a la figura anterior.

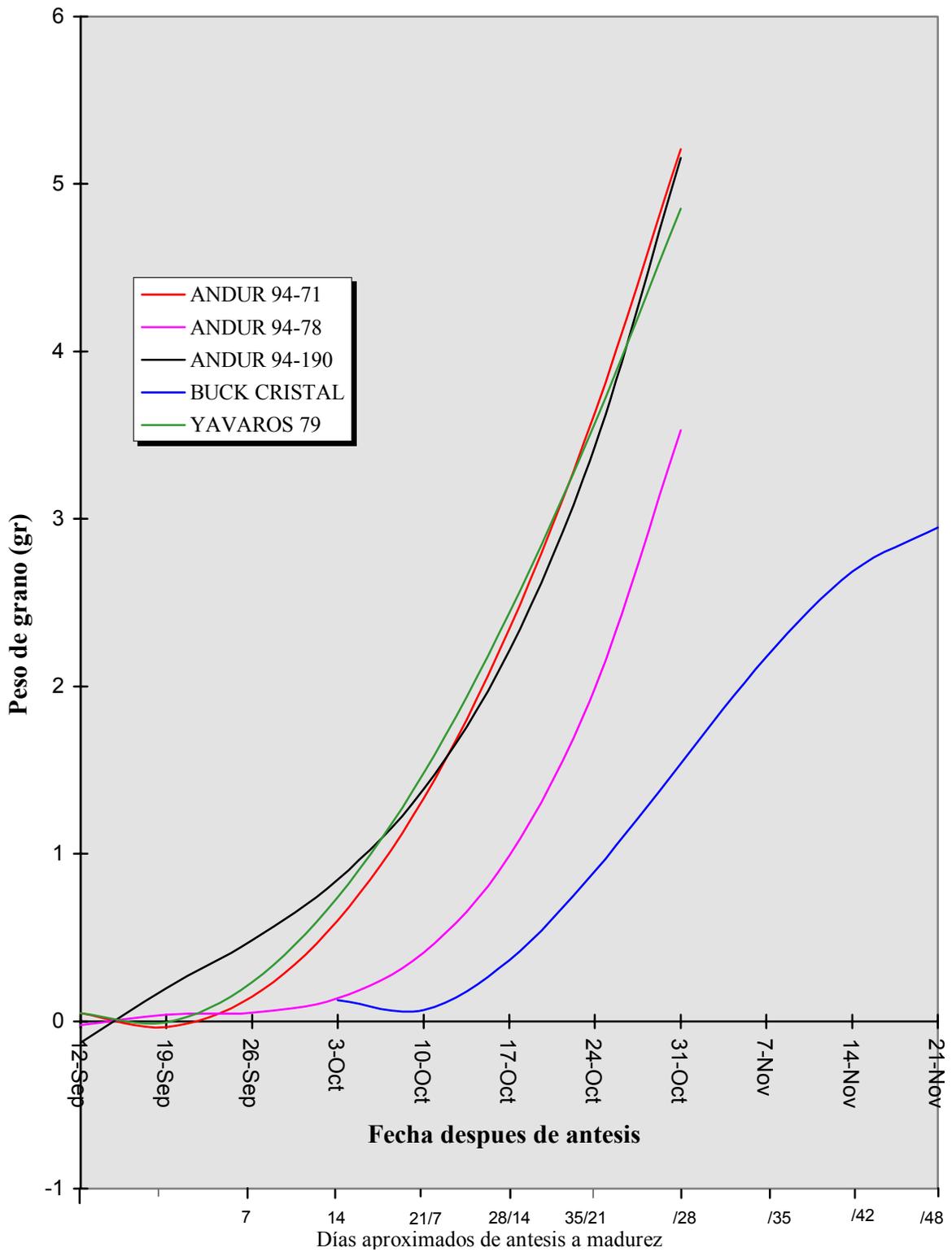


Fig. 1 Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las diferentes variedades de Trigo macarronero. UAAAN 1996

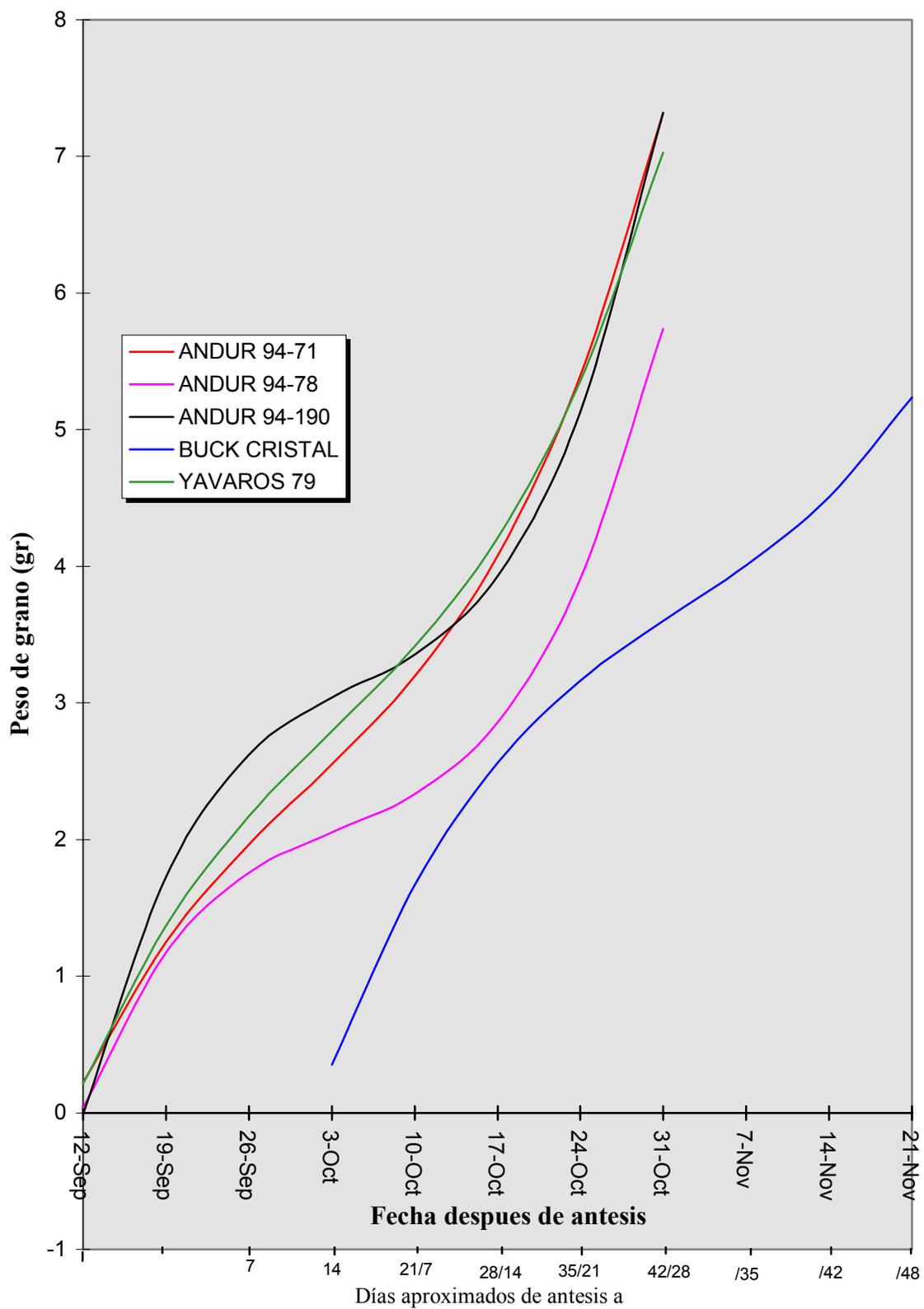


Fig. 2 Curvas ajustadas de la acumulación de materia seca en la espiga, de las diferentes variedades de Trigo macarronero. UAAAN 1996

En la figura 3 se muestra el efecto de precocidad dentro de las variedades bajas sobre el peso de grano, correspondientes a las variedades Andur 94-71 y Andur 94-78; se observa que la variedad precoz (Andur 94-71) fue la que obtuvo más peso de grano, en esta comparación; la variedad Tardía tuvo menor peso de grano; aunque las dos variedades tuvieron el mismo periodo de llenado de grano posiblemente la tasa de llenado de grano es la que influyo mas en el peso final de este carácter.

La figura 4 muestra el efecto de precocidad sobre las variedades altas; correspondiendo a la clasificación Alta precoz la variedad Andur 94-190 y Alta tardía la variedad Buck Cristal, observándose que la precoz (Andur 94-190) fue la que obtuvo el mayor peso de grano, caracterizándose por la pendiente de la curva que fue muy prolongada comparada con la variedad Buck Cristal.

La figura 5 muestra el efecto de altura de planta dentro de la clasificación tardía con respecto al peso final del grano, observándose que la Variedad de estatura baja (Andur 94-78) mostró tener mayor peso de grano que la de estatua alta (Buck Cristal).

La figura 6 muestra el efecto de altura dentro de las variedades precoces con respecto al peso final del grano, observándose que no existen diferencias marcadas en las curvas ya que tienden a ser muy semejantes.

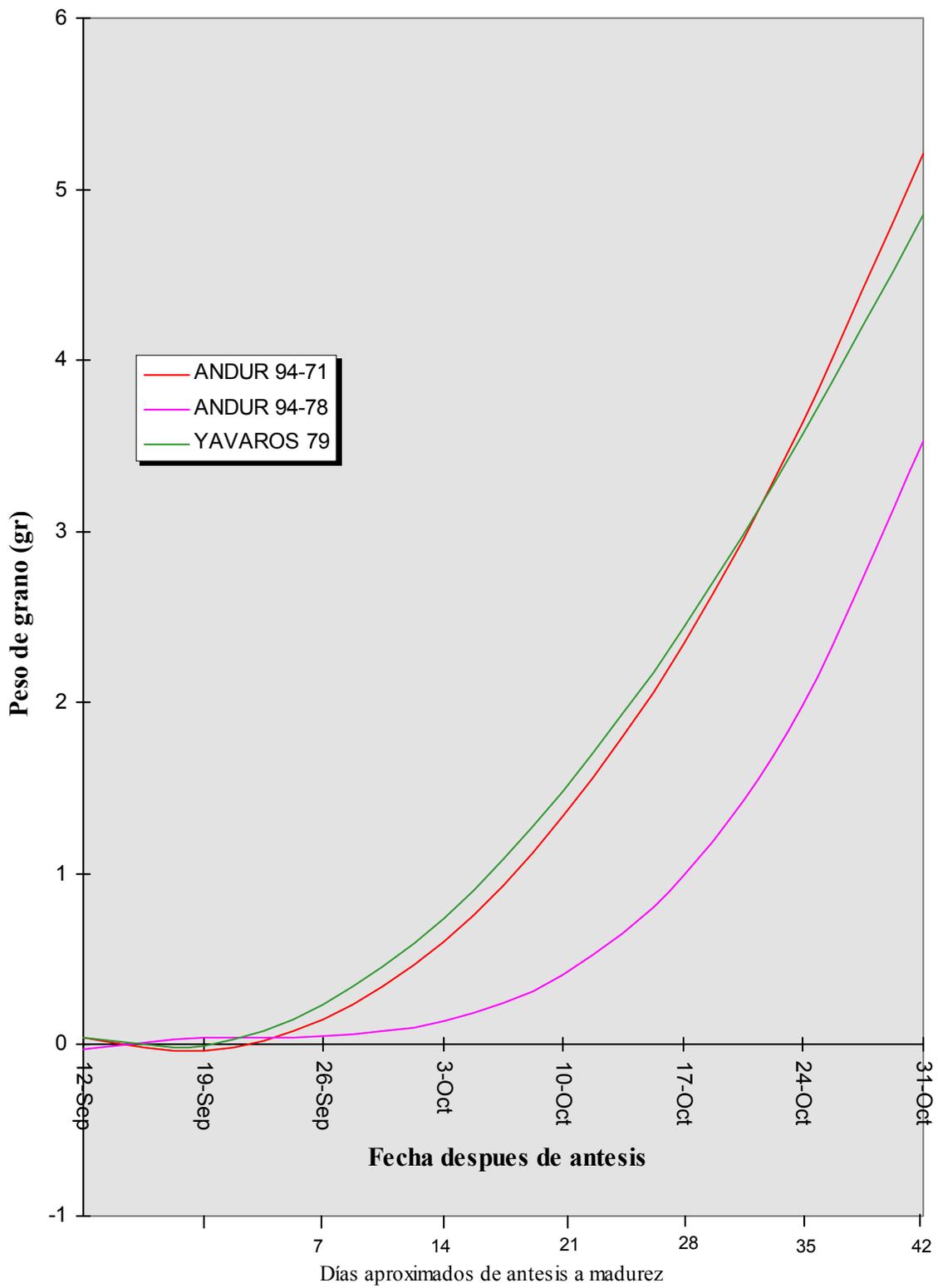


Fig. 3 Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las variedades baja tardía y baja precoz, de Trigo macarronero. UAAAN 1996

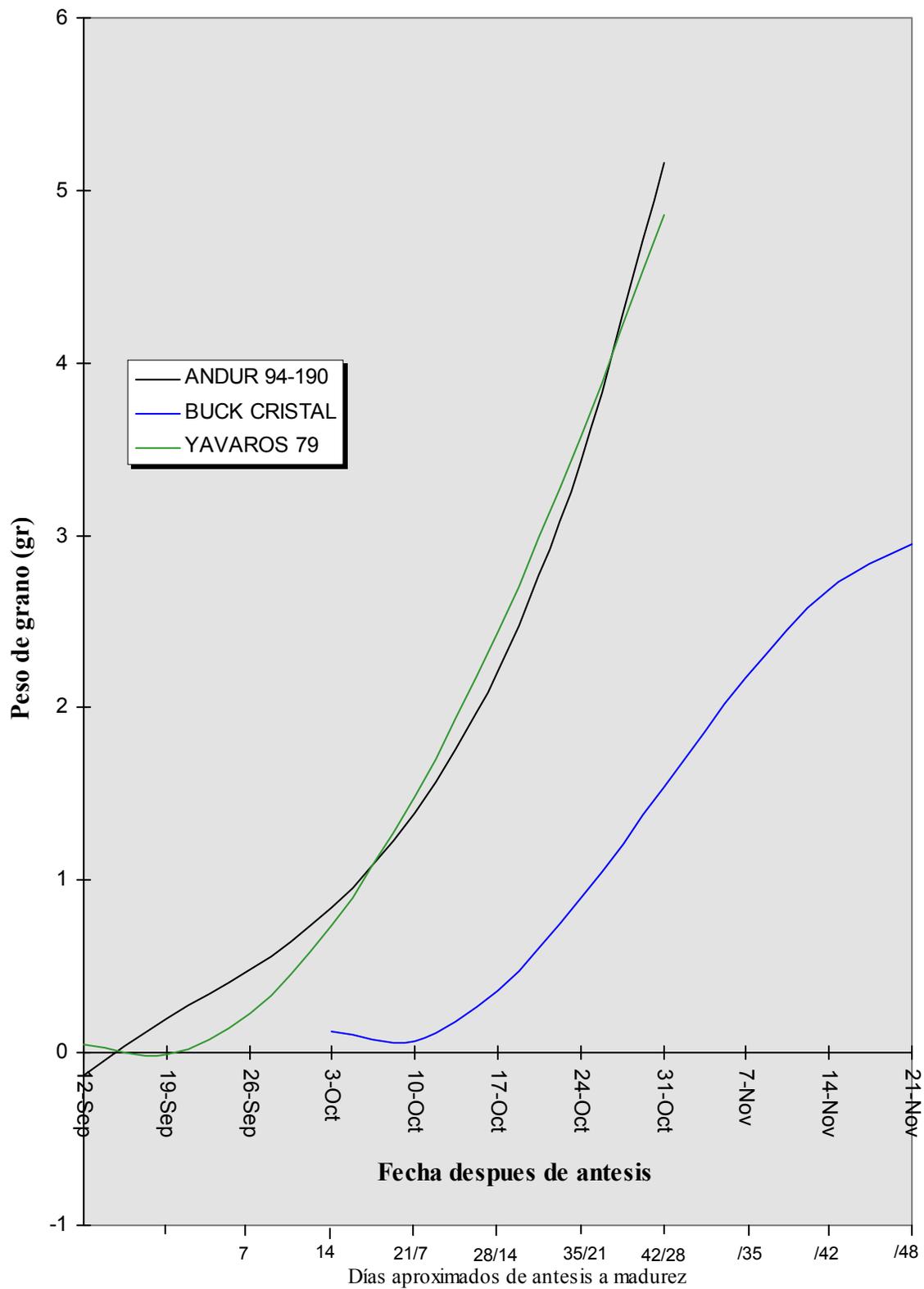


Fig. 4 Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las variedades alta precoz y alta tardía, de Trigo macarronero. UAAAN 1996

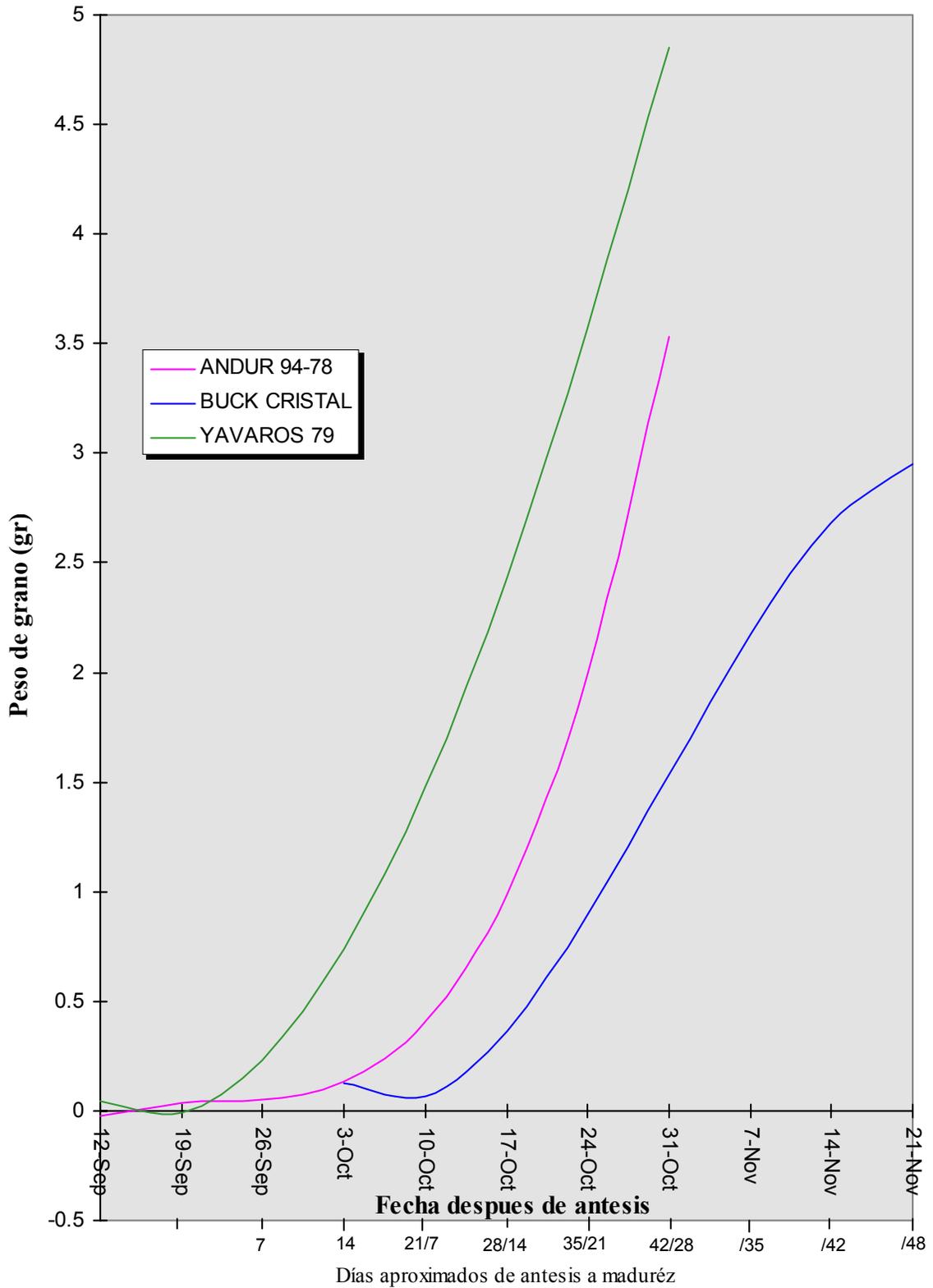


Fig. 5 Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las variedades baja tardía y alta tardía, de Trigo macarronero. UAAAN 1996

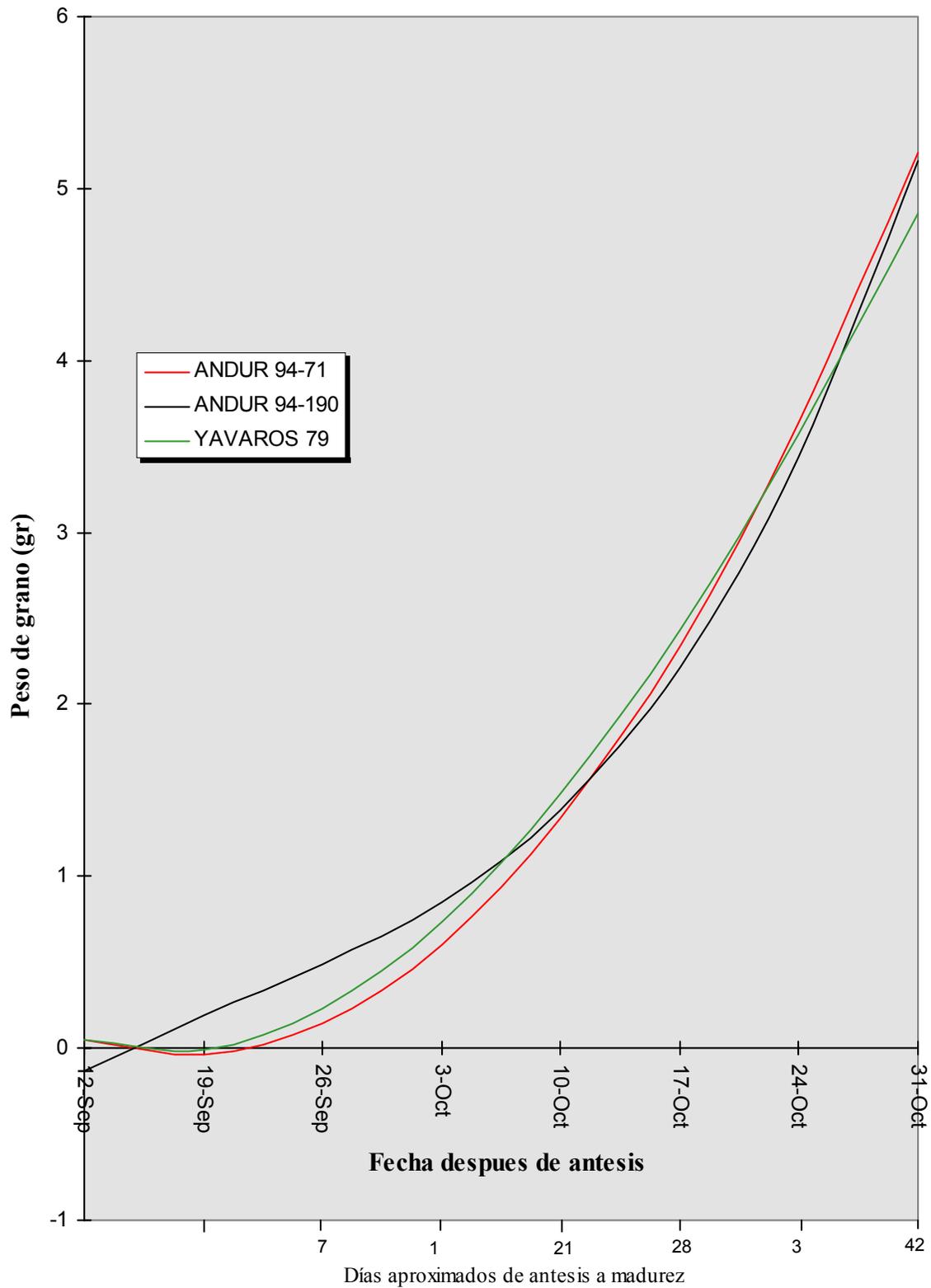


Fig. 6 Curvas ajustadas del crecimiento de grano en las variedades baja precoz y alta precoz de Trigo macarronero. UAAAN 1996

Correlaciones simples

Con el fin de determinar el grado de asociación entre las diferentes variables bajo estudio, y que tanto afectan al peso final de grano, se estimó el coeficiente de correlación para cada uno de los tratamientos.

El análisis de correlación para el tratamiento uno (Andur 94-71) se muestra en el cuadro 4.20, donde se observó que el peso de espiga, peso de resto y periodo de llenado de grano muestran valores positivos y altos en relación con el peso de grano, sin embargo no existe significancia estadística; el único carácter que mostró significancia estadística fue el peso de resto con respecto al periodo de llenado de grano (.999*)

En el Cuadro 4.21 se muestran las correlaciones que existen en cada uno de los caracteres correspondientes al tratamiento dos (Andur 94-78); observándose que el peso de espiga se asoció positivamente y en forma significativa con el peso de grano, mostrando un valor de .9990*; cabe hacer mención que los caracteres días a madurez y altura de planta muestran valores altos con respecto a peso de grano, sin embargo no mostraron significancia, esto puede deberse a que fueron pocas las repeticiones del tratamiento.

Cuadro 4.20 Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento uno (variedad Andur 94-71). UAAAN 1996.

	P. espiga	P. grano	P. hoja bandera	P. del resto	Altura de planta	D. floración	D. madurez	Plg
P. espiga.	1.000	0.9867	0.4930	0.9403	0.1797	-0.7621	-0.5082	0.9418
P. grano	_____	1.000	0.6278	0.9831	0.3371	-0.6468	-0.3616	0.9839
P. hoja bandera		_____	1.000	0.7597	0.9444	0.1876	0.4988	0.7569
P. del resto			_____	1.000	0.5038	-0.4962	-0.1847	0.9999*
Altura de planta				_____	1.000	0.5000	0.7559	0.5000
D. floración					_____	1.000	0.9449	-0.5000
D. madurez.						_____	1.000	-0.1890
Plg							_____	1.000

* Significativo al 95 % de probabilidad

P= Peso

D= Días

Pllg = Periodo de llenado de grano

Cuadro 4.21 Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento dos (variedad Andur 94-78).
 UAAAN 1996.

	P. espiga	P. grano	P. hoja bandera	P. del resto	Altura de planta	D. floración	D. madurez	PIlg
P. espiga.	1.000	0.9990*	0.9032	0.8305	.0.9142	-0.9142	0.9444	0.6460
P. grano	_____	1.000	0.8835	0.8541	0.9311	-0.4628	0.9580	0.6119
P. hoja bandera	_____	_____	1.000	0.5110	0.6518	-0.8242	0.7119	0.9111
P. del resto	_____	_____	_____	1.000	0.9850	0.0657	0.9674	0.1113
Altura de planta	_____	_____	_____	_____	1.000	-0.1076	0.9966*	0.2813
D. floración	_____	_____	_____	_____	_____	1.000	-0.1890	-0.9843
D. madurez	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.000	0.3592
PIlg	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.000

* Significativo al 95 % de probabilidad

P= Peso

D= Días

Pllg = Periodo de llenado de grano

El Cuadro 4.22 muestra los valores de las correlaciones efectuadas en el tratamiento tres correspondiente a la variedad Andur 94-190, observándose que el peso de espiga se relacionó significativamente y en forma positiva con el peso de grano (0.998*), así mismo el carácter peso de hoja bandera muestra un valor grande también con respecto a peso de espiga, aunque no mostró significancia; el peso de resto y altura de planta muestran valores de correlación altos aunque no con significancia, este último se mostró negativo con respecto al peso de espiga ($r = -0.9275$).

Los valores que se muestran más altos y positivos aunque sin significancia son, peso de hoja bandera, peso de resto y periodo de llenado de grano con respecto a peso de espiga. Se observan además valores altos y positivos aunque no significativos entre peso de resto y periodo de llenado de grano respecto a peso de grano, altura de planta con peso de hoja bandera y días a madurez con días a floración.

Peso de resto tuvo una correlación altamente significativa con el periodo de llenado de grano.

La relación que mostró cada uno de los caracteres entre sí en el tratamiento cuatro, se muestran en el Cuadro 4.23; observándose que el peso de espiga se asoció positivamente y en forma significativa con el peso de grano; aunque los caracteres días

a madurez y periodo de llenado de grano muestran valores altos con respecto a peso de grano no fueron significantes.

El peso de resto muestra un valor grande relacionándolo con días a madures y días a floración con valores de .9875 y .9340 respectivamente, pero sin efecto significativo.

El Cuadro 4.24 nos muestra las relaciones que existen entre cada uno de los caracteres en estudio respectivamente el tratamiento cinco, donde el peso de espiga muestra una relación significativa y positiva (0.9998*) con el peso de grano, igualmente peso de hoja bandera (0.9996*) y días a madurez, muestran una correlación positiva y significativa con el peso de espiga.

El peso de grano con respecto a peso de hoja bandera (0.998*); y con días a madurez (0.997*); el peso de hoja bandera se correlaciona en forma positiva y significativa con días a madure (0.999) .

El peso de espiga, peso de grano, peso de hoja bandera mostraron altos valores negativos con respecto a altura de planta, siendo estos no significativos.

Cuadro 4.22 Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento tres (variedad Andur 94-190). UAAAN 1996.

	P. espiga	P. grano	P. hoja bandera	P. del resto	Altura de planta	D. floración	D. madurez	Pllg
P. espiga	1.000	0.9989*	0.9921	0.9652	-0.9275	0.0001	0.51752	0.9418
P. grano	_____	1.000	0.6278	0.9831	0.3371	-0.6468	-0.3616	0.9839
P. hoja bandera	_____	_____	1.000	0.7597	0.9444	0.1876	0.4988	0.7569
P. del resto	_____	_____	_____	1.000	0.5038	-0.4962	-0.1847	0.9999*
Altura de planta	_____	_____	_____	_____	1.000	0.5000	0.7559	0.5000
D. floración	_____	_____	_____	_____	_____	1.000	0.9449	-0.5000
D. madurez	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.000	-0.1890
Pllg	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.000

*Significativo al 95 % de probabilidad

P= Peso

D= Días

Plg = Periodo de llenado de grano

Cuadro 4.23 Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento cuatro (Buck Cristal). UAAAN
1996.

	P. espiga	P. grano	P. hoja bandera	P. resto	Altura de planta	D.floración	D. madurez	Plg
P. espiga.	1.000	0.9990*	0.8278	0.9133	-0.2592	0.7074	0.9660	0.9658
P. grano	_____	1.000	0.8022	0.9304	-0.3016	0.7379	0.9765	0.9534
P hoja bandera		_____	1.000	0.5274	0.3273	0.1890	0.6547	0.9449
P. del resto			_____	1.000	-0.6302	0.9340	0.9875	0.7765
Altura de planta				_____	1.000	-0.8660	-0.5000	0.0001

D. floración	_____	1.000	0.8660	0.5000
D. madurez		_____	1.000	0.8660
Pllg			_____	1.000

* Significativo al 95 % de probabilidad

P= Peso

D= Días

Pllg = Periodo de llenado de grano

Cuadro 4.24 Correlaciones simples para diferentes caracteres, correspondientes al tratamiento cinco (Yavaros 79). UAAAN 1996.

	P. espiga	P. grano	P. hoja bandera	P. del resto	Altura de planta	D. floración	D. madurez	Pllg
P. espiga	1.000	0.9998*	0.9996*	0.4574	-0.9772	0.4491	0.9983*	0.0578
P. grano	_____	1.000	0.9987*	0.4730	-0.9733	0.4331	0.9972*	0.0754
P. hoja bandera		_____	1.000	0.4304	-0.9831	0.4758	0.9996*	0.4052

P. del resto	_____	1.000	-0.2581	-0.5891	0.4052	0.9242
Altura de planta	_____	1.000	-0.6286	-0.9878	0.1555	
D. floración		_____	1.000	0.5000	-0.8660	
D. madurez			_____	1.000	0.0001	
Pllg				_____	1.000	

* Significativo al 95 % de probabilidad

P= Peso

D= Días

Pllg = Periodo de llenado de grano

Coefficientes de sendero

El estudio de análisis de coeficiente de sendero determina la naturaleza de la interrelación entre los diferentes componentes bajo estudio con respecto al rendimiento, en este caso respecto al peso de grano.

En el Cuadro 4.25 se muestran los valores de los caracteres del tratamiento uno, correspondiendo a la variedad Andur 94-71 con respecto al peso final de grano, donde se observa que el carácter días a floración tuvo un efecto directo negativo con respecto al peso de grano (-3.4422), su correlación con el mismo fue negativa (-0.6468), días a madurez fue el efecto indirecto más alto (2.0543) para este carácter.

El carácter días a madurez mostró un efecto positivo hacia el peso de grano (2.1741), y la correlación entre ellos fue positiva pero baja (0.3616), quizá por el efecto indirecto negativo por parte del carácter días a floración (-3.2518). El carácter peso de resto tuvo un efecto directo negativo con el peso de grano (-.9737), sin embargo, se correlacionó positivamente y grande (0.9831) con este mismo, esto debido, quizá, al efecto indirecto positivo del carácter días a floración (1.7080).

El peso de espiga mostró un efecto directo negativo con respecto a peso de grano, mientras que se correlacionó en forma positiva con este mismo, esto debido al efecto indirecto positivo de días a floración (2.6233).

En el análisis de sendero para los valores de los caracteres (Cuadro 4.26) en relación al peso de grano para el caso del tratamiento dos, que corresponde a la variedad Andur 94-78, señala que el carácter días a madurez tuvo un efecto directo positivo (0.5195) con el peso de grano, este efecto fue el mas grande de todos los caracteres, su correlación con el peso de grano fue positiva y alta (.9579). El carácter periodo de llenado de grano tuvo un efecto directo positivo hacia el peso de grano (0.4143), aun que su correlación con el mismo fue algo baja (0.6119). El peso de espiga mostró un efecto directo positivo casi nulo con respecto al peso de grano, aunque puede observarse que tuvo una correlación muy alta y positiva (0.9990) con peso de grano, esto debido, quizá, a los efectos indirectos positivos a través de días a madurez (.4907) y periodo de llenado de grano(.2676).

El coeficiente de sendero para el factor residual, resultó bajo (0.000 +.0011i), el cual nos muestra el grado de determinación de las variables estudiadas. Por lo tanto, las variables de efectos directos sobre el peso de grano fueron días a madures y periodo de llenado de grano.

Cuadro 4.25 Análisis de sendero del tratamiento uno, para los valores de siete caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.

	P. espiga	P. hoja bandera.	P. del resto	Altura de planta	D .floración	D .madurez	Pllg	P . del grano 1
P. espiga	<u>-0.3828</u>	-0.4800	-0.9155	0.2818	2.6233	-1.1049	-0.0209	0.9867
P. hoja bandera	-0.1887	<u>-0.9737</u>	-0.7397	1.4808	-0.6458	1.0844	-0.0168	0.6278
P. del resto	-0.3599	-0.7397	<u>-0.9737</u>	0.7899	1.7080	-0.4016	-0.0221	0.9831
Altura de planta	-0.0688	-0.9195	-0.4905	<u>1.5680</u>	-1.7211	1.6434	-0.0111	0.3371
D. floración	0.2917	-0.1827	0.4831	0.7840	<u>-3.4422</u>	2.0543	0.0111	-0.6468
D. madurez	0.1945	-0.4857	0.1798	1.1852	-3.2518	<u>2.1741</u>	0.0042	0.3616
Pllg	-0.3605	-0.7370	-0.9736	0.7840	1.7211	-0.4109	<u>-0.0221</u>	0.9838

Los valores en diagonal representan los efectos directos

Factor residual = .000 + .396504i

¹Correlación simple con peso de grano

Donde:

P= Peso

D= Días

Pllg = Periodo de llenado de grano

Cuadro 4.26 Análisis de sendero del tratamiento dos, para los valores de siete de caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.

	P. espiga	P. hoja bandera	P. del resto	Altura de planta	D. floración	D. madurez	Pllg	P. del grano ¹
P. espiga	<u>0.0092</u>	-0.1068	0.1465	0.1713	0.0206	0.4907	0.276	0.9990
P. hoja bandera	0.0083	<u>-0.1182</u>	0.0901	0.1221	0.0339	0.3699	0.3775	0.8835
P. del resto	0.0076	-0.0604	<u>0.1764</u>	0.1845	-0.0027	0.5026	0.0461	0.8541
Altura de planta	0.0084	-0.0771	0.1737	<u>0.1873</u>	0.0044	0.5178	0.1165	0.9311
D. floración	-0.0046	0.0975	0.0116	-0.0202	<u>-0.0411</u>	-0.0982	-0.0478	-0.4628
D. madurez	0.0087	-0.0842	0.1706	0.1867	0.0078	<u>0.5195</u>	0.1488	0.9579
Pllg	0.0059	-0.1077	0.0196	0.0527	0.0405	0.1866	<u>0.4143</u>	0.6119

Los valores en diagonal representan los efectos directos con peso de grano.

Factor residual = .000 + .0011i

¹ Correlación simple

Donde:

P= Peso

D= Días

Pllg = Periodo de llenado de grano

El análisis de sendero para los caracteres con respecto a peso de grano en el tratamiento tres (Cuadro 4.27), señala que el carácter peso de resto tuvo un efecto directo positivo en relación con el peso de grano (0.2966), mostrando también una correlación positiva (0.9519). La altura de planta influye en forma negativa sobre el peso de grano y se observa su correlación negativa. El peso de espiga muestra una alta correlación con el peso de grano, aunque tuvo un efecto directo positivo (0.2413) pero le superó un efecto indirecto (0.2863) que corresponde al carácter peso del resto.

El valor residual se mostró bajo ($.000 + .0021i$)

El análisis de sendero en el tratamiento cuatro, para los siete caracteres (Cuadro 4.28) con respecto a peso de grano se observó que el carácter días a floración mostró un efecto directo negativo con respecto a peso de grano (-5.0081), sin embargo se correlaciona con el mismo carácter en forma positiva (0.7379), esto debido, quizá al efecto indirecto positivo y grande del carácter peso de resto (4.5470).

El carácter peso de resto mostró un efecto directo positivo hacia el peso de grano (4.8684) y la correlación entre ellos fue positiva, los efectos indirectos con un valor alto en este carácter fueron : días a floración (-4.6774) y peso de espiga en forma positiva (2.6786). El peso de espiga mostró un efecto directo sobre el peso de grano (2.6786), mostrando también una alta correlación con este carácter (0.9990); esto debido, quizá al efecto indirecto positivo a través del peso de resto (4.4461) y un efecto indirecto negativo de días a floración (-3.5427).

Cuadro 4.27 Análisis de sendero del tratamiento tres para los valores de siete caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.

	P. espiga.	P. hoja bandera.	P. del resto	Altura de planta	D. floración	D. madurez	Pllg	P. del grano ¹
P. espiga.	<u>0.2413</u>	0.2411	0.2863	0.2307	0.0000	-0.0003	-0.0003	0.9989
P. hoja bandera	0.2394	<u>0.2431</u>	0.2742	0.2406	0.0000	-0.0002	-0.0002	0.9969
P. del resto	0.2329	0.2248	<u>0.2966</u>	0.1984	0.0000	-0.0004	-0.0004	0.9519
Altura de planta	-0.2238	-0.2351	-0.2365	<u>-0.2488</u>	0.0000	0.0001	0.0001	-0.9440
D. floración	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<u>0.0000</u>	0.0000	0.0000	0.0000
D. madurez	0.1249	0.0986	0.2145	0.0398	0.0000	<u>-0.0005</u>	-0.0005	0.4767
Pllg	0.1249	0.0986	0.2145	0.0398	0.0000	-0.0005	<u>-0.0005</u>	0.4767

Los valores en diagonal representan los efectos directos

Factor residual = .000 + .0021i

¹ Correlación simple con peso de grano.

Donde:

P= Peso

D= Día

Pllg = Periodo de llenado de grano

Cuadro 4.28 Análisis de sendero del tratamiento cuatro para los valores de siete caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.

	P. espiga	P. hoja bandera	P. del resto	Altura de planta	D. floración	D. madurez	Pllg	P. del grano 1
P. espiga	<u>2.6786</u>	0.4401	4.4461	0.4701	-3.5427	-1.4740	-2.0192	0.9990
P hoja bandera	2.2172	<u>0.5316</u>	2.5677	-0.5936	-0.9464	-0.9989	-1.9755	0.8022
P. del resto	2.4462	0.2804	<u>4.8684</u>	1.1428	-4.6774	-1.5067	-1.6233	0.9304
Altura de planta	-0.6943	0.1740	-3.0679	<u>-1.8135</u>	4.3372	0.7629	0.0000	-0.3016
D. floración	1.8948	0.1005	4.5470	1.5705	<u>-5.0081</u>	-1.3214	-1.0453	0.7379

D. madurez	2.5876	0.3480	4.8077	0.9067	-4.3372	<u>-1.5258</u>	-1.8105	0.9765
Pllg	2.5870	0.5023	3.7801	0.0000	-2.5041	-1.3214	<u>-2.0906</u>	0.9534

Los valores en diagonal representan los efectos directos

Factor residual = 0, 0062

¹ Correlación simple con peso de grano.

Donde:

P= Peso

D= Días

Pllg = Periodo de llenado de grano

El residual es muy bajo (0.0062), mostrándonos un alto grado de determinación las variables estudiadas.

El análisis de sendero en el tratamiento cinco, para los siete caracteres (Cuadro 4.29) con respecto a peso de grano se observó que el carácter días a madurez mostró uno de los efectos más importantes con respecto a peso de grano (10.6845) además de tener una alta correlación (0.9972) ; este carácter influye en todos los demás efectos directos presentando los valores indirectamente más altos.

El peso de espiga mostró un efecto directo negativo (-9.6801), en cambio la correlación con el peso de grano fue positiva y casi perfecta (0.9999), debido, probablemente a un efecto indirecto positivo de días a madures (10.6666). El carácter peso de resto presento una influencia negativa sobre el peso de grano (-7.1919), correlacionándose este en forma positiva; esto debido, quizá, al efecto indirecto positivo alto del periodo de llenado de grano.

Cuadro 4.29 Análisis de sendero del tratamiento cinco, para los valores de siete caracteres en relación a peso de grano en trigo macarronero. UAAAN 1996.

	P. espiga	P. hoja bandera	P. del resto	Altura de planta	D. floración	D. madurez	Pllg	P. del grano ¹
P. espiga	<u>-9.6801</u>	2.2181	-3.2894	-0.0001	0.6042	10.6666	0.4805	0.9999
P. hoja bandera	-9.6758	<u>2.2191</u>	-3.0954	-0.0001	0.6401	10.6804	0.2305	0.9989
P. del resto	-4.4274	0.9551	<u>-7.1919</u>	0.0000	-0.7926	4.3294	7.6004	0.4730
Altura de planta	9.4593	-2.1817	1.8560	<u>0.0001</u>	-0.8457	-10.455	1.2931	-0.9733
D. floración	-4.3474	1.0558	4.2371	0.0001	<u>1.3453</u>	5.3422	-7.1997	0.4333
D. madurez	-9.6640	2.2183	-2.9142	-0.0001	0.6726	<u>10.6845</u>	0.0000	0.9972
Pllg	-0.5595	0.0615	-6.5751	0.0000	-1.1651	0.0000	<u>8.3135</u>	0.0754

Los valores en diagonal representan los efectos directos

Factor residual = 0. 0071

¹ Correlación simple con peso de grano.

Donde:

P= Peso

D= Días

Pllg = Periodo de llenado de grano

V.- CONCLUSIONES

Al concluir la presente investigación se pudo observar que el crecimiento de grano en trigo, para las variedades precoces fue más acelerado que para las variedades tardías, obteniendo las primeras un mayor peso final de grano, lo que repercute en gran manera en el rendimiento. Las variedades que fueron más rendidoras en este trabajo fueron las precoces no importando la altura de la planta.

Un periodo vegetativo largo resulto tener menor peso final de grano de acuerdo al comportamiento de los genotipos bajo estudio de esta investigación.

La altura de planta en sí no fue un factor determinante en el crecimiento y peso final del grano en trigo macarronero ya que por las comparaciones realizadas en plantas contrastantes en este parámetro no mostraron diferencias en el rendimiento.

El peso de grano mostró una consistente asociación con el peso de espiga; en muy poca frecuencia el peso de hoja bandera y días a madurez.

En el análisis de sendero para peso final del grano los efectos directos mas importantes en forma general fueron, días a floración, días a madurez, peso de la espiga y el peso del resto de la planta.

VI.- LITERATURA REVISADA.

- Ahmad, Z., J. C. Scharma, R. P. Katiyar and R. S. Bhatia. 1978 Path analysis of productivity in wheat. *Indian J. of Gen and Plant Breeding*. 38(3):299-303
- Bigman, J. 1969. The physiological determinant of grain yield potential in wheat. Crop CIMMYT. Internal report.
- Calixto, C. N. , G.J.D. Molina y S.A. Hernandez. 1976. Detección de caracteres determinantes del rendimiento de grano en trigo, mediante índices de selección, coeficientes de sendero y regresión lineal múltiple. *Agrociencia* No. 24:95-113.
- Darroch, D. A. and R. J. Baker 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes: statistical analysis. *Crop Sci.*30:525-529
- Daynard, T. B., J. W. Tanner, and W. G. Duncan 1971 Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in Corn. (*Zea mays* L.) *Crop. Sci.* 11:45-47
- Eastin, R.A. 1972. Photosynthesis and translocation in relation to plant development. p. 214-246 In N.G.P Roa and L.R. House (eds.) sorghum in the seventies. IBX and Oxford Co., New Delhi.
- Fischer, R.A. 1972 Ideas on the physiology of yield potential in wheat. Crop CIMMYT internal repor.
- Fonseca, S. and F.L. Patterson. 1968 Yield component heritabilities and interrelationships in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) *Crop Sci.* 8(5)614-617.

- Gebeyehou, G., D.R. Knott and R. J. Baker 1982. Relationships among durations of vegetative and grain filling phases yield components, and grain yield in durum wheat cultivars. *Crop Sci.*22:287-190.
- Grafius, J.E. 1956 Componets of yield in oast: a geometrical interpretation. *Agron. J.* 48 :419-423.
- , 1965. A geometrig of plant breeding. Michigan State University Agric. Exp. Stn. Res. Bull No. 7 East Lansing.
- Guevara, L. E. 1987. Componentes de la variabilidad, correlaciones fenotípicas, genotípicas y heredabilidades en trigo (*Triticum aestivum* L.) Tesis de licenciatura .Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. P. 2
- Hernandez, S. A. y Molina G. J. 1975. Selección de progenitores según su aptitud combinatoria general para rendimiento de grano y longitud de espiga. *Agrociencia.* 1980 No. 42 pp. 77-88
- Jan-Orn, J. 1976 Quantitative genetic studies of the N.P.3 Rondon mating grain sorghum population. *Crop. Sci.* 6:489-496.
- Johnson, V. A., J. W. Schmidt, and W. Mekasha (1966) Comparison of yield components and agronomic characteristic of four winter wheat varieties differing in plant height. *Agronomy Journal Plant Sci.* 58:438-441.
- Kendall. H. H. y F. Rhinehart. 1955. Métodos fitotécnicos ACME AGENCY Soc.. de Resp. L.T.A.A. Buenos Aires.

- Martínez, Z., G. 1997. Instructivo para la estimación de coeficientes de sendero mediante el uso del programa Matlab. Folleto. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Mendoza, H., J. M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Méx. p.3
- Metzger, D. D., S. J. Czaplewski, and D. C. Rasmusson 1984 Grain filling Duration and yield in spring Barley. *Crop Sci.* 24:1101-1105.
- Nass, H. G. and B. Reiser 1975 Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. *Canadian Journal Plant Sci.* 55:673-678
- Orona, C. F. 1994. Estimación de heterosis y coeficientes de sendero pararendimiento y sus componentes en arroz (*Oriza sativa* L.). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro . Buenavista Saltillo Coahuila, México. p. 21.
- Peter, F. C. and K. J. Frey. 1976 Genotypic correlations, dominance, and heretability of quantitative characters in oats. *Crop Sci.* 6:259-262.
- Poehlman, J. M. 1975. Mejoramiento genético de las cosechas. Limusa. México. (7ª edición 1981) pp. 132-134.
- Practica de los cultivos. 1988. Biblioteca práctica agrícola y ganadera. Editorial Océano, tomo II. Barcelona España. pp. 10-14
- Prats, J. y M. Clement-Grandcourt. 1969 Los cereales. Ediciones Mundi-prensa. Madrid España. pp.19-41.

- Rascio, A., Baldelli, G. Wittner, G. 1984. Analysis of some of the physiological and morphological components of yield of wheat (*Triticum durum* Dest.) Revista de agronomía. 18(1):25-41.
- Singh, M. and R. K. Singh. 1973. Correlation and part-coefficient analysis in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Indian J. Agric. Sci. 43(5):455-458.
- Spiertz J., H. J. (1974) Grain growth and distribution of dry matter in the wheat plant as influenced by temperature, light energy and ear size. Neth. J. Agric. Sci. 22:207-220
- Steel, R. C. D. and J. H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc., USA. p 110
- Vavilov, N. I. 1951. Estudio sobre el origen de las plantas cultivadas. Ediciones Acme Agency. pp.11-22
- Wiegand, C. L. and J. A. Cuellar. 1981 Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. Crop Sci.21:95-101
- Willman, M. R., F. E. Bellow, R. J. Lambert, A. E. Howey, and D. W. Mies. (1987) Plant traits related to productivity of maize. I. Genetic variability, environmental variation, and correlation with grain yield and stalk lodging. Crop Sci. 27(6):1116-1121
- Wu, S. C. and Wei, X. Z. 1984. Change in yield and its related characters in wheat cultivars grown in the lower Yang-tsé region and prospects for the future. Wheat, Barley and Triticale abstracts. 1985. 2:14

