

RELACION ENTRE LOS ESTADOS DE DESARROLLO APICAL Y CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTAS DE TRIGO *

C. M. Lozano (1), J. L. Bodega (1), M. A. de Dios (1), R. Bedogni (2) e I. Colombo (3)

Recibido: 1/8/83

Aceptado: 5/1/84

RESUMEN

Un trabajo a campo fue realizado para estudiar el proceso de diferenciación apical y su relación con características morfológicas de la planta de trigo (*Triticum aestivum* L). Se incluyeron 6 cultivares sembrados en el mismo momento y un cultivar en cuatro épocas de siembra. Los parámetros estudiados fueron: número de hojas, número de macollos, altura del eje principal, altura del primer y segundo macollo y el largo del ápice.

Se calcularon matrices de correlación y se realizaron análisis de regresión para cada cultivar y época de siembra.

El largo del ápice de crecimiento y la altura del eje principal, medida desde la base de la planta, donde cambia de color de blanco a verde, hasta la última lígula fueron los caracteres que mejor reflejaron los estados apicales.

Cuando el eje principal midió 6 cm, el ápice se encontró en diferenciación de espiguillas (estado IV) siendo su largo de 1,5 a 2 mm. La diferenciación de los estambres y pistilos en las primeras flores (estado VIII) coincidió con una altura del eje principal de 15 a 20 cm, la detección de los primeros nudos y una longitud del ápice de 3,5 a 4 mm.

RELATIONSHIPS BETWEEN APICAL DEVELOPMENTAL STAGES AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT PLANTS

SUMMARY

A field experiment involving six cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L) planted at the same date, and another cultivar planted at four different dates, was conducted to study the process of apical differentiation and its association with morphological characteristics of the plant. The traits studied included: number of leaves, number of tillers, height of the main culm, height of first and second tiller, and apex length.

Correlation matrices were calculated and regression analysis were performed for each cultivar and planting date. Apex length and height of the main culm, measured from the base of the plant when the color changes from white to green to the uppermost ligule, were the characters which best indicated the apical stages.

Differentiation of spikelets in the apex (stage IV) occurred when the main culm was 6 cm long and apex length ranged from 1,5 to 2,0 mm. When differentiation of both anther and pistil occurred in the first florets (stage VIII), the length of the main stem was 15 to 20 cm; apex length ranged from 3,5 to 4,0 mm, and the first nodes were becoming detectable.

* Trabajo de graduación presentado a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

- 1) Cátedra de Cereales y Oleaginosas, Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.M.P. CC. 276, (7620) Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
- 2) INTA, E.E.R.A. Balcarce, CC. 276, (7620) Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
- 3) Cátedra de Estadística y Diseño Experimental, Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.M.P. CC. 276, (7620) Balcarce, Buenos Aires.

INTRODUCCION

La determinación del momento oportuno de las prácticas de manejo realizadas en el cultivo de trigo, están referidas a las características morfológicas externas visibles, como número de hojas y número de macollos. En otros casos, hacen mención dentro del período vegetativo a, comienzo, pleno o fin de macollaje.

En otros países, los estudios se han orientado hacia el desarrollo del meristema apical, con el objeto de tomarlo como punto de referencia para relacionar el crecimiento de la planta y determinar de los estados más adecuados para realizar las prácticas culturales (Tottman, 1977).

Milthorpe (1974) señala que la producción de macollos en la planta de trigo se detiene cuando en el ápice de crecimiento se produce la diferenciación de la espiguilla terminal.

Bonnett (1936) citado por Single (1964) encontró que el número final de espiguillas se determina durante los primeros estados de elongación rápida del meristema apical, caracterizado por la aparición de la doble arruga; por su parte Milthorpe (1974), considera que ocurre cuando se produce la diferenciación de estambres en las flores más evolucionadas.

La literatura internacional cita en reiteradas oportunidades que aplicaciones tempranas de herbicidas hormonales producen deformaciones en espigas y hasta reducen el rendimiento (Andersen y Hermansen, 1950; Large y Dillon Weston, 1951; Scragg, 1952; Fryer y Elliot, 1953) citados por Tottman (1977).

Es generalmente aceptado que una espiga no será deformada, si es tratada luego del estado de doble arruga, cuando los primordios de espiguillas están claramente diferenciados (Tottman, 1977).

Single (1964) con respecto al uso de fertilizantes nitrogenados dice que modifican el número de espiguillas por espiga, Whinghiri y

Kemp (1980) consideran que este efecto se debe a un aumento de la tasa diaria de producción y no a una modificación del período de diferenciación.

El código decimal propuesto por Zadoks, *et al.* (1974), para la descripción de los cereales, es una ampliación de la clave propuesta por Feekes (Large, 1954), y se basa en caracteres morfológicos externos. Los distintos estados pueden complementarse, pero no reemplazarse por más detalles tales como peso de las plantas, índice de área foliar o disecciones apicales.

Nerson, *et al.* (1980), proponen una clasificación de ápices de crecimiento, la cual podría complementar el código decimal, puesto que la descripción de las plantas, en función de hojas y macollos durante el período vegetativo, no es lo suficientemente precisa.

La determinación de los estados tempranos de desarrollo apical requiere de su observación en la lupa, lo cual resulta poco práctico, si no se tiene un buen conocimiento del instrumento y de la técnica de disección de las plantas.

En el presente trabajo se describen algunas características morfológicas, que reflejan en forma sencilla y práctica los estados apicales y se discuten sus posibles aplicaciones.

Las variables estudiadas fueron: número de hojas, número de macollos, altura desde la base de la planta a la última lígula del eje principal, altura del primer y segundo macollo, largo del ápice y número de días desde la emergencia del cultivo.

Con el fin de facilitar el análisis e interpretación de los datos obtenidos, la información recopilada se dividió en dos partes. La primera consta del análisis de las variables según los cultivares y en la segunda se discute el efecto de la época de siembra en un solo cultivar.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado en la Estación

Experimental Regional Agropecuaria Balcarce (E.E.R.A. Balcarce) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), durante el ciclo agrícola 1982/83.

Se utilizaron muestras de trigo pan (*Triticum aestivum L.*), provenientes de los ensayos de la Red Oficial de Ensayos Territoriales (R.O.E.T.).

Se muestrearon seis cultivares, seleccionados por sus diferentes ciclos de desarrollo. Las características de cada uno de ellos se presentan en el Cuadro 1. Todos los cultivares fueron estudiados en la cuarta época de siembra de la R.O.E.T., excepto Buck Pucara, cultivar para el cual se siguió la evolución del meristema apical a través de cuatro épocas de siembra. Las fechas de siembra y emergencia de las cuatro épocas se describen en el Cuadro 2.

Mediciones efectuadas

Para la descripción de las plantas se siguió el criterio del Código Decimal de Zadoks, *et al.* (1974).

El muestreo consistió en arrancar 2 plantas una vez por semana, de cada una de las 5 repeticiones, de las cuales se utilizaron 7, previendo pérdida de plantas durante la disección.

Se contaron sobre cada planta solamente las hojas que se encontraron sobre el eje principal, teniendo especial cuidado de excluir los macollos y sus hojas. Una hoja se consideró expandida cuando se observó su lígula o el borde de la próxima hoja. (Figura 1 a). En los casos en que por haberse secado ocurrieron ausencias de hojas, los macollos primarios sirvieron para determinar la existencia y posición de la hoja perdida.

Los macollos se contaron tan pronto como emergieron. Los denominados macollos del rizoma o del coleóptilo fueron eliminados del recuento.

El recuento de nudos se efectuó por simple observación, o palpándolos previa extracción de las vainas de las hojas (Figura 1 c).

La altura del eje principal se tomó desde la base de la planta, donde cambia de color de blanco a verde hasta la última lígula (Figura 1 b). Igual procedimiento fue seguido para tomar la altura del primer y segundo macollo.

Los ápices de crecimiento fueron expuestos por disección y observados en una lupa con un aumento de 70 x.

Durante los estadios tempranos del desarrollo apical, estado vegetativo, se usó para la clasificación el criterio de su forma y grado de elongación. Luego del estado de doble

CUADRO 1: Características de los cultivares de trigo (Siembra 2/7)

Tipo	Corto	Ciclo Intermedio	Largo
Semienano	Buck Ñandú San Agustín INTA	Trigal 800	Buck Pucará
Tradicional	-	Buck Cencerro	Buck Namuncurá

CUADRO 2: Fecha de siembra y emergencia para las cuatro épocas. (Buck Pucará)

Fecha	Epoca 1	Epoca 2	Epoca 3	Epoca 4
Siembra	30-4	20-5	9-6	2-7
Emergencia	8-5	31-5	29-6	24-7

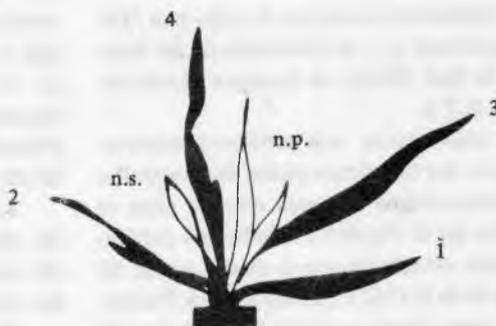


Figura 1a: El eje principal y cuatro hojas desarrolladas numeradas están dibujadas en negro.
n.p.: primer macollo n.s.: segundo macollo.

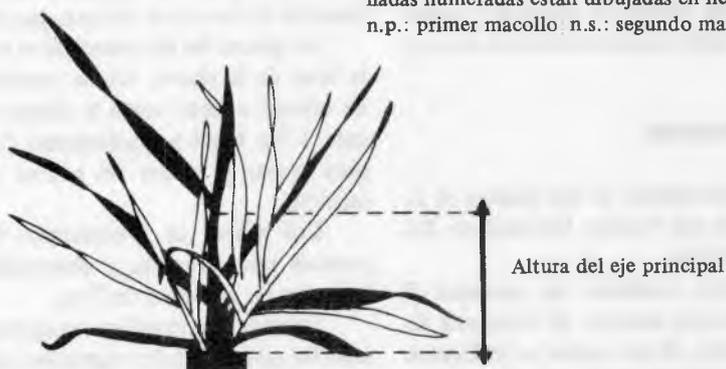


Figura 1b:

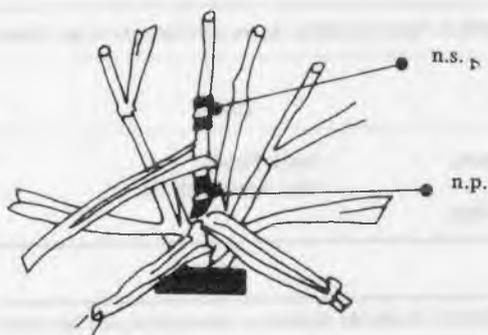


Figura 1c: Primero y segundo nudo detectable; (n.p.; n.s.).

Figura 1: Ilustración de las mediciones efectuadas según el Código Decimal de Zadoks, *et al.* (1974).

arruga, las espiguillas más evolucionadas (sexta y séptima desde la base) determinaron la forma por la cual los ápices fueron clasificados (Nicholls y May, 1963).

La clasificación de los estados de desarrollo del meristema apical, usado en éste trabajo, es la descrita por Barnard (1955). (Cuadro 3).

CUADRO 3: Clasificación de los estados de desarrollo del meristema apical de trigo (Barnard, 1955)

Estados	
I	— Apice vegetativo con primordio foliar
II	— Elongación del meristema apical
III	— Doble arruga
IV	— Arruga superior con primordios de espiguillas
V	— Primordio de glumas
VI	— Primordio de Lemmas
VII	— Primordio de flores
VIII	— Iniciación de anteras y carpelos en las primeras flores

RESULTADOS Y DISCUSION

Cultivares

El número de hojas mostró una relación lineal con los estados de desarrollo apical (Figura 2). Los coeficientes de regresión oscilaron entre el 68 y 84 por ciento para cada uno de los cultivares. Un R^2 del 62 por ciento fue obtenido cuando se analizó la información de todos los cultivares.

En la Figura 2 se observa que entre 2 y 3 hojas todos los cultivares presentaron el estado I de desarrollo apical, mientras que entre 4 y 7 hojas se encontraron ápices en estado vegetativo con primordios foliares (estado I), hasta ápices con estambres y pistilos en las primeras flores (estado VIII).

El número de hojas sobre el eje principal resultó ser un criterio poco preciso para la determinación de los estados apicales, debi-

do principalmente a que el desarrollo apical fue más rápido que la aparición de las nuevas hojas. A similar resultado llegó Tottman (1977).

El número de macollos por planta se relacionó en forma positiva con los estados de desarrollo apical $r = 0,28$, siendo significativa dicha asociación a un nivel de probabilidad de 0,05. Este valor puede considerarse bajo, ya que como se aprecia en la Figura 3, todos los cultivares alcanzaron con 1 a 1,5 macollos por planta el estado I de desarrollo apical, mientras que con 2 macollos se encontraron ápices desde el estado I hasta el estado VIII. Estos resultados indican que el comienzo del período de macollaje podría reflejar los primeros estados de desarrollo apical.

Es de destacar que a través de los sucesivos muestreos, no se encontró una tasa de incremento constante en el número de macollos por planta.

La producción de macollos se relacionó con los cultivares. Así, los cultivares de ciclo largo Buck Pucará y Buck Namuncará, dado su mayor potencial de macollaje, mostraron en promedio el mayor número de macollos por planta, 3 y 3,4 respectivamente, a diferencia de Buck Ñandú y San Agustín INTA, de ciclo corto, cuyos valores promedio fueron de 2,1 y 1,8 respectivamente.

De lo indicado se puede deducir que las denominaciones de macollaje y pleno macollaje, criterios a veces utilizados, además de no reflejar los estados apicales en forma precisa presentan serios inconvenientes para su determinación.

La altura del eje principal, en cambio, presentó una de las mejores relaciones con los estados del apice. La relación encontrada fue de tipo cuadrática, esta función explicó entre el 91 y 96 por ciento de la variación observada en los estados del ápice para los distintos cultivares. Cuando se analizaron todos los cultivares el modelo explicó el 87 por ciento.

Como se aprecia en la Figura 4, en el momento que el eje principal mide 6 cm el

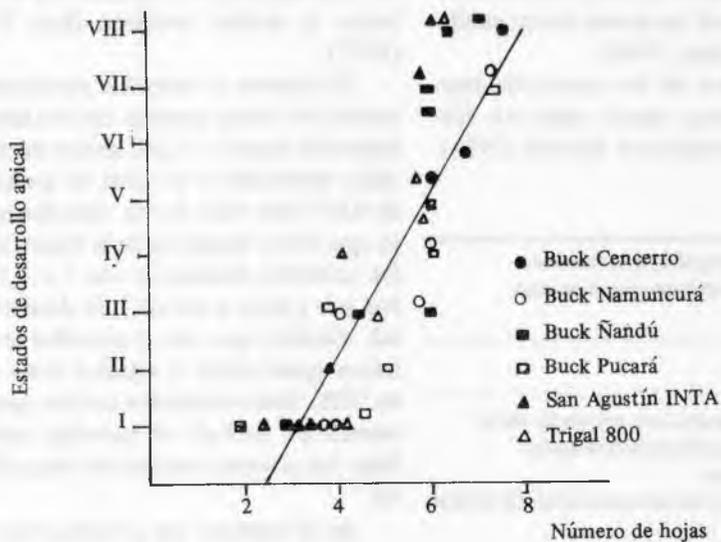


Figura 2: Relación entre los estados de desarrollo apical y el número de hojas sobre el eje principal en cultivares de trigo. Cada punto graficado representa el promedio de 7 plantas.

$$(y = -2,95150 + 1,36156 x. R^2 = 62\%) *$$

* Significativo P = 0,05

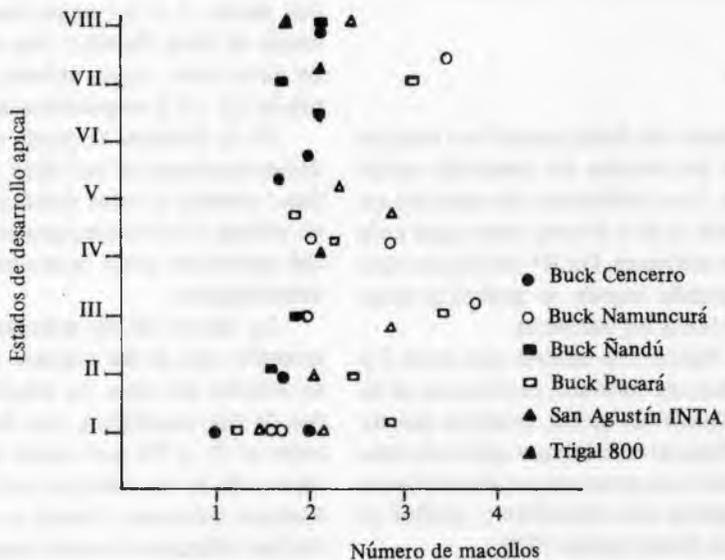


Figura 3: Relación entre los estados de desarrollo apical y el número de macollos por planta en cultivares de trigo.

Estados de desarrollo apical

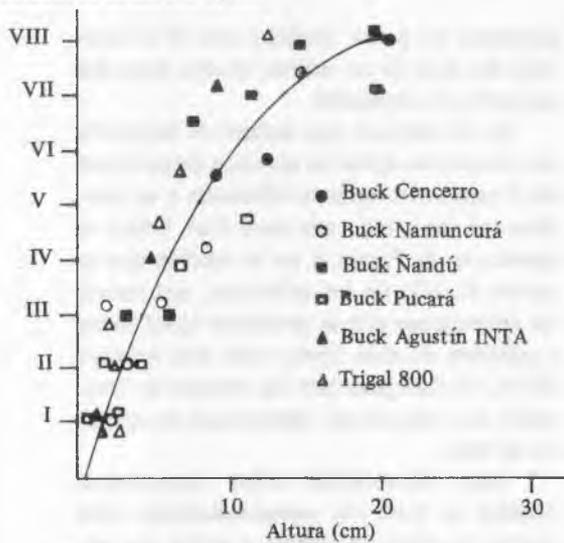


Figura 4: Relación entre los estados de desarrollo apical y la altura del eje principal en cultivares de trigo.
 $(y = -0,02949 + 0,79783 * x + 0,01989 * x^2, R^2 = 87\%)$
 * Significativo $p = 0,05$

ápice se encuentra en diferenciación de espiguillas (estado IV) y cuando los estambres y pistilos aparecen en las primeras flores (estados VIII), la altura oscila entre 15 y 20 cm coincidiendo con la aparición del primer y segundo nudo.

Es de destacar, que el cultivar San Agustín INTA presentó dicha relación entre 10 y 15 cm y una semana antes que el resto de los cultivares.

A diferencia de estos resultados Tottman (1977) encontró que el estado de diferenciación de espiguillas, se producía cuando la altura del eje principal era de 5 cm y que cuando esta altura era de 10 cm, el ápice de crecimiento presentaba estambres y pistilos en las primeras flores y se detectaban los primeros nudos en variedades de trigo de invierno.

Por otro lado, una longitud de más de 5 cm del eje principal coincidió con el alargamiento de las vainas de las hojas y la diferenciación de espiguillas (estado IV) en el ápice de crecimiento; este resultado coincide con lo encontrado por Tottman y Makepeace (1979), quienes sugieren que el momento de erección del pseudotallo propuesto por Za-

doks, *et al.* (1974) en el Código Decimal es mejor descrito considerando esta medida.

Una relación cuadrática fue encontrada entre el largo del ápice y los estados de desarrollo apical. Esta relación explicó entre el 88 y 99 por ciento de la variación observada entre los cultivares. Un R^2 de 94 por ciento fue obtenido cuando se analizó la información de todos los cultivares en forma conjunta.

La Figura 5 sugiere que cuando el largo del ápice es de 1,5 a 2 mm el ápice se encuentra en diferenciación de espiguillas (estado IV) y la aparición de los estambres y pistilos en las primeras flores (estado VIII), coincide con un largo de 3,5 a 4 mm.

Los resultados indican que el largo del ápice refleja muy bien los estados apicales, pero presenta como inconveniente para su uso agronómico rutinario, el tener que diseccionar las plantas y la necesidad de disponer de

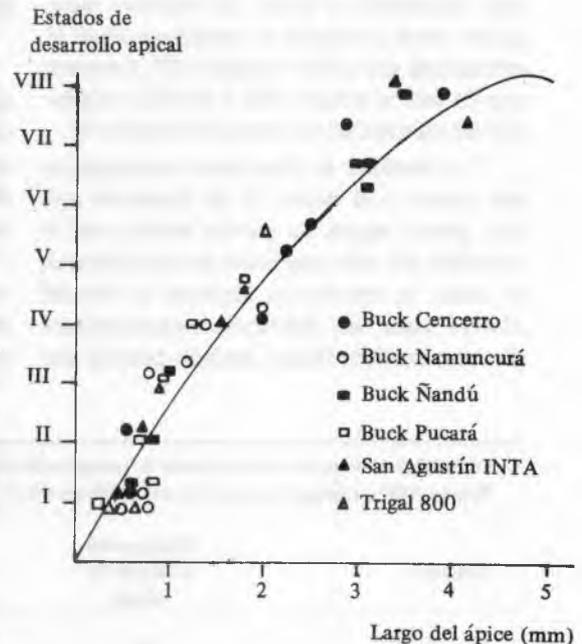


Figura 5: Relación entre los estados de desarrollo apical y el largo del ápice en cultivares de trigo
 $(y = 0,22616 + 2,98273 * x - 0,2451 * x^2, R^2 = 94\%)$
 * Significativo $p = 0,05$

51-63

una lupa para la medición de la longitud del mismo.

Las alturas del primero y segundo macollo mostraron una buena correlación con la altura del eje principal, con valores de $r = 0,95$ y $r = 0,86$ respectivamente siendo las asociaciones significativas a $p = 0,05$. La relación encontrada demostró que a mayor altura del eje principal aumentó también la altura del primer y segundo macollo.

Cabe destacar que no se realizó la disección de los macollos para observar sus ápices de crecimiento.

Paralelamente se tomó el número de días desde la emergencia del cultivo, presentando una buena correlación con los estados del ápice con valores de $r = 0,88$, siendo la relación significativa a $p = 0,05$.

El análisis parcial de cada cultivar demuestra que en los cultivares de ciclo corto, los estados de desarrollo apical, se cumplen en un tiempo menor que en los cultivares de ciclo intermedio y largo. Las mayores variaciones entre cultivares se producen desde la emergencia del cultivo al estado IV, mientras que de éste al estado VIII y de allí a espigazón las diferencias son menores (Cuadro 4).

La cantidad de días entre la emergencia del cultivo y el estado IV de desarrollo apical, parece seguir un patrón acorde con la duración del ciclo vegetativo de los cultivares, o como lo mencionan Halloran y Pennell (1981) según sus diferentes requerimientos de vernalización. Dicho período tiene la im-

portancia de poder predecir con él la duración del ciclo de un cultivar mucho antes del momento de espigazón.

Es de destacar que durante el desarrollo del meristema apical se aprecian detenciones en el mismo, el ápice se diferencia y se mantiene en ese estado por unos días. Como se aprecia en la Figura 6 en la medida que se acorta el ciclo de los cultivares, son menos las detenciones que se producen hasta llegar a cultivare de ciclo corto como San Agustín INTA, el cual pasa por los estados de desarrollo sin encontrarse detenciones en ninguno de ellos.

Esta información cobra importancia cuando se trata de recomendaciones para ciertas prácticas de manejo e indica que cultivares como San Agustín INTA, nos brindan un tiempo reducido para tomar decisiones debido a la rapidez con que se suceden los distintos estados de desarrollo apical.

Epoca de siembra

No hubo efecto de la época de siembra sobre las variables analizadas. Como se aprecia en las Figuras 7, 8, 9 y 10, la altura del eje principal y el largo del ápice siguen siendo los criterios más satisfactorios para indicar los estados apicales.

Con respecto al número de días desde la emergencia del cultivo, se relacionó nuevamente en forma positiva ($r = 0,87$) con los estados apicales en todas las épocas de siem-

CUADRO 4: Número de días desde la emergencia del cultivo a Estado IV, Estado IV a Estado VIII y Estado VIII a Espigazón, para los seis cultivares de trigo.

Cultivar	Emergencia a Estado IV (días)	Estado IV a Estado VIII (días)	Estado VIII a Espigazón (días)
Buck Pucará	58	15	35
Buck Namuncura	58	15	35
Buck Cencerro	51	22	30
Trigal 800	51	14	36
San Agustín INTA	44	14	30
Buck Ñandú	46	19	33

Estados de desarrollo apical

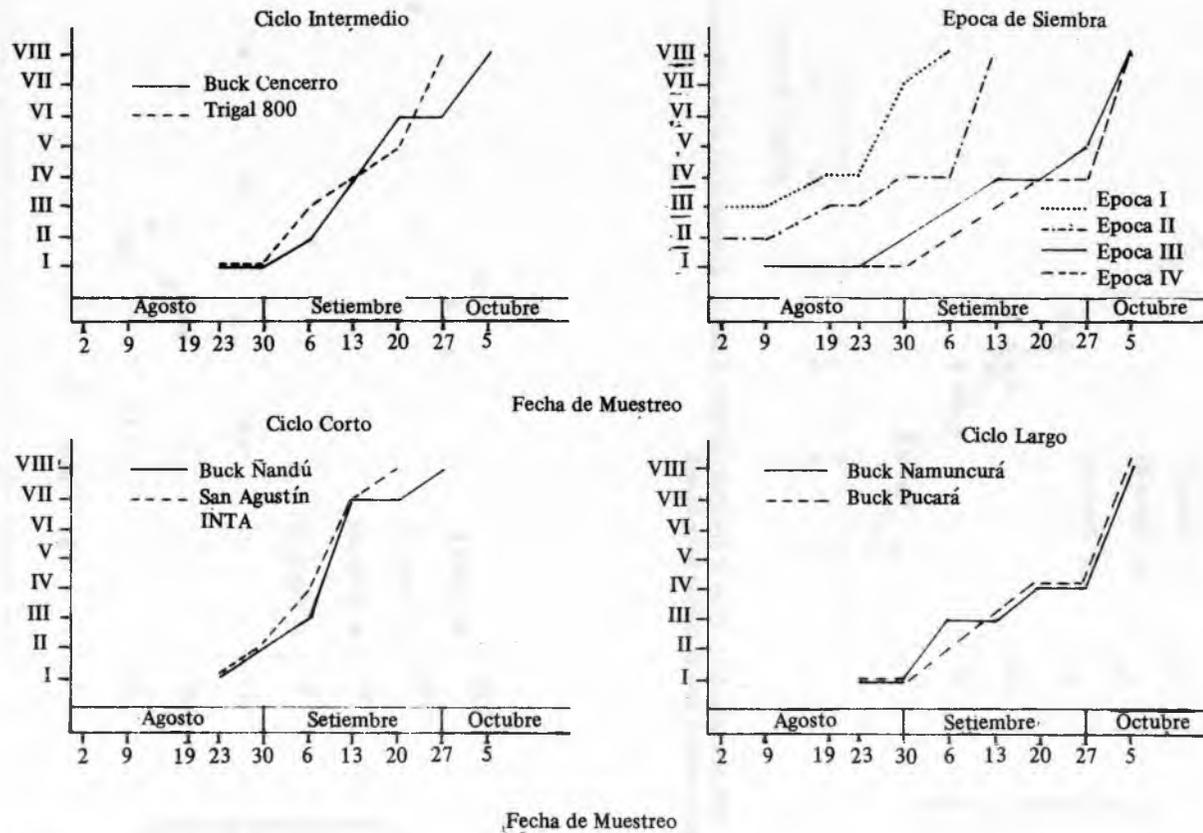


Figura 6: Evolución del meristema apical en seis cultivares de trigo y cuatro épocas de siembra.

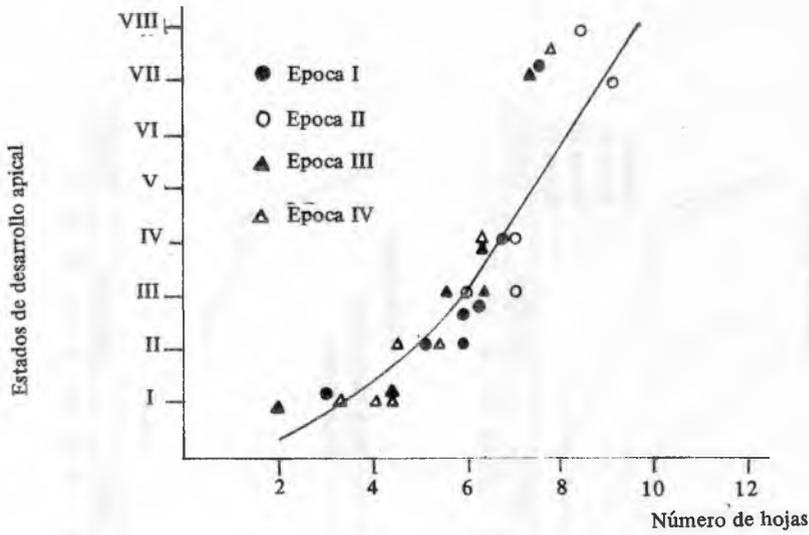


Figura 7: Relación entre los estados de desarrollo apical y el número de hojas sobre el eje principal en cuatro épocas de siembra para el cultivar Buck Pucará.

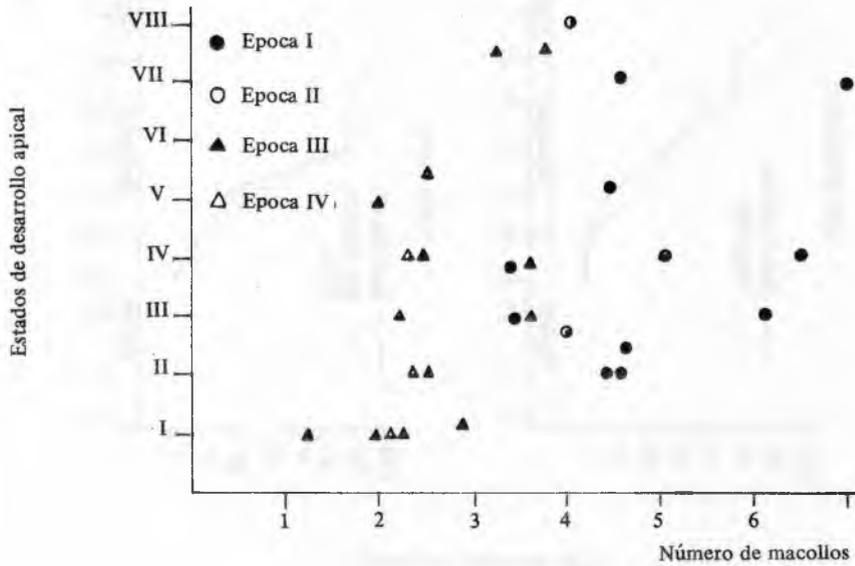


Figura 8: Relación entre los estados de desarrollo apical y el número de macollos por planta en cuatro épocas de siembra para el cultivar Buck Pucará.

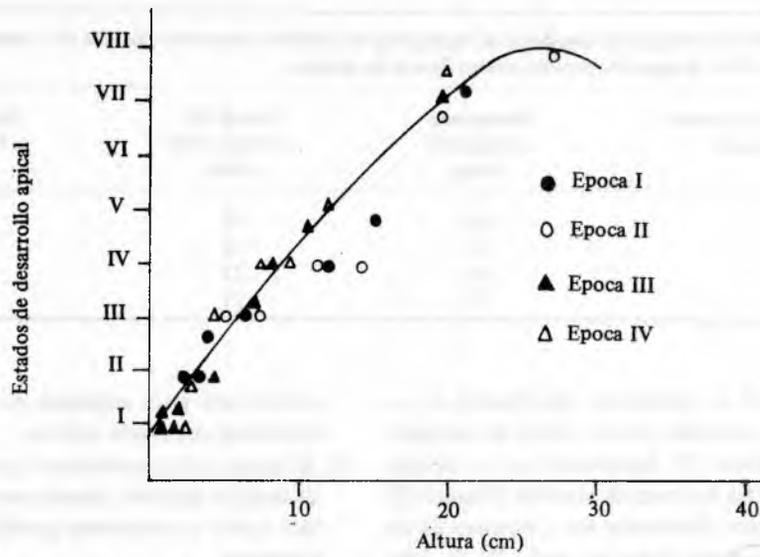


Figura 9: Relación entre los estados de desarrollo apical y la altura del eje principal en cuatro épocas de siembra para el cultivar Buck Pucará.
 $(y = 0,63325 + 0,41858 * x - 0,00562 * x^2, R^2 = 89\%)$
 * Significativo $p = 0,05$

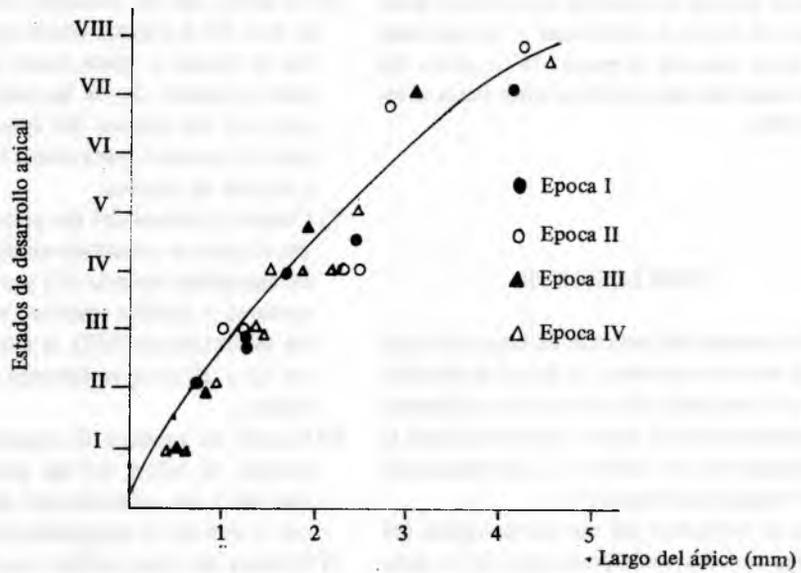


Figura 10: Relación entre los estados de desarrollo apical y el largo del ápice en cuatro épocas de siembra para el cultivar Buck Pucará.
 $(y = -0,10317 + 2,55932 * x - 0,18167 * x^2, R^2 = 91\%)$
 * Significativo $p = 0,05$

CUADRO 5: Número de días desde la emergencia del cultivo a Estado IV, Estado IV a Estado VIII y Estado VIII a Espigazón, para los cuatro épocas de siembra

Epoca de Siembra Buck Pucará	Emergencia a Estado IV (días)	Estado IV a Estado VIII (días)	Estado VIII a Espigazón (días)
I	103	18	46
II	91	14	41
III	76	22	30
IV	58	15	35

bra, siendo la asociación significativa a $p = 0,05$. La cantidad de días desde la emergencia al estado IV disminuyen en la medida que se atrasa la época de siembra (Cuadro 5). Las mayores diferencias en el número de días se encuentran hasta el estado IV de desarrollo apical, no siendo importantes las mismas de estado IV a VIII y de allí a espigazón.

En la Figura 6 se observa que en la medida que se atrasa la época de siembra se pierden detenciones, reduciéndose además la duración del período de desarrollo apical. En todas la épocas de siembra del cultivar Buck Pucara el ápice se diferencia y se mantiene por unos días en el estado IV a partir del cual desarrolla sin interrupciones hasta el estado VIII.

CONCLUSIONES

- 1) La duración del período de desarrollo apical varía en relación a la época de siembra y a la longitud del ciclo de los cultivares, presentándose la mayor variación desde la emergencia del cultivo a la diferenciación de espiguillas (estado IV).
- 2) En la evolución del meristema apical del trigo se observan detenciones en el desarrollo, para algunos estados.
- 3) El número de macollos por planta no indica estado apicales, pero siguiendo un patrón acorde al ciclo de los cultivares y a la época de siembra. Quizás

resulte una guía adecuada en un estudio individual para cada cultivar.

- 4) El número de macollos por planta no indica estados apicales, siendo una característica sujeta a variaciones genéticas y/o ambientales.
- 5) El número de hojas sobre el eje principal resultó ser un criterio poco preciso en la determinación de los estados apicales, debido principalmente a que el desarrollo apical fue más rápido que la aparición de las nuevas hojas.
- 6) La altura del eje principal, medida desde la base de la planta, donde cambia de color de blanco a verde, hasta la última lígula, presentó una de las mejores relaciones con los estados del ápice. Esta relación se mantuvo para todos los cultivares y épocas de siembra.
- 7) Cuando la altura del eje principal es de 6 cm el ápice se encuentra en diferenciación de espiguillas (estado IV) y cuando los estambres y pistilos aparecen en las primeras flores (estado VIII), la altura oscila entre 15 y 20 cm y se detectan los primeros nudos.
- 8) Cuando se produce la erección del pseudotallo, la altura del eje principal es de más de 5 cm, coincidiendo dicha medida con el esbozo de espiguillas (estado IV).
- 9) El largo del ápice reflejó muy bien los estados apicales. Una longitud del mismo de 1,5 a 2 mm, coincidió con la diferenciación de espiguillas (estado IV) y la aparición de estambres y pistilos en las primeras flores, con un largo de 3,5 a 4 mm.

Estas conclusiones son válidas para un año de ensayo, pero aunque se necesitan experiencias bajo una gama más amplia de condiciones de cultivo y a través de años, las conclusiones obtenidas indican que podría utilizarse la altura del eje principal en reemplazo de las actuales recomendaciones, basadas en número de hojas, número de macollos, principio, pleno o fin de macollaje.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Barnard, C., 1955. Histogenesis of the inflorescence and flower of *Triticum aestivum* L. *Australian Journal of Botany*. 3: 1-20.
- 2) Halloran, G. M. and A. L. Pennell, 1981. Duration and rate of development phases in wheat in two environments. *Annals of Botany*, 49: 115-121.
- 3) Kirby, E. J. M., 1979. Primodium initiatum at the shoot apex in four australising varieties of spring wheat in response to sowing date. *Journal of Agricultural Science* 93: 203-215.
- 4) Large, E. C., 1954. Growth stages in cereals. Illustrations of the Feekes scale. *Plant Pathology*. 3: 128-129.
- 5) Milthorpe, F. L. y J. Moorby, 1982. Introducción a la fisiología de los cultivos. Ed. Hemisferio Sur. 259 pp.
- 6) Nerson, M., Sibony and M. J. Pinthus, 1980. A scale for the assessment of the development stages of the wheat spike. *Annals of Botany*. 45: 203-204.
- 7) Nicholls, P. B. and L. H. May, 1963. Studies on the growth of the varley apex. Interrelationships between primordium formation apex length and spikelet development. *Australian Journal of Biological Science*. 16: 561-571.
- 8) Single, W. V., 1964. The influence of nitrogen supply on the fertility of the wheat ear. *Australian Journal Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 4: 165-168.
- 9) Tottman, D. R., 1977. The identification of growth stages in winter wheat with reference to the application of growth regulator herbicides. *Annals of Applied Biology*. 87: 213-224.
- 10) Tottman, D. R. and R. J. Makepeace, 1979. An explanation of the decimal code for the growth stages of cereals with illustrations. *Applied Biology*. 93: 221-234.
- 11) Whingniri, E. E. and D. R. Kemp, 1980. Spikelet development and grain yield of the wheat ear in response to applied nitrogen. *Australian Journal of Agricultural Research*. 31: 637-647.
- 12) Zadoks, J. C.; T. T. Chang and C. F. Konzak, 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 14: 415-421.