

**ANALISIS RELACIONADOS CON EL HABITO DE DESARROLLO
ALTERNATIVO EN VARIETADES DE TRIGO DE LA
EST. EXP. CARILLANCA¹**

**Analysis related to the alternative growth habit in wheat varieties at the
Carillanca Exp. Sta.**

Cristian Hewstone M.²

S U M M A R Y

Appearance of first node and heading observations, taken with different sowing dates and years at Carillanca (Temuco) and Quilamapu (Chillán) Experiment Stations (INIA), in winter, alternative and spring wheats, were used to determine the differences between them and to describe the alternative habit, by means of linear regressions on sowing dates.

Climatic variables related with these results are analyzed and the variation produced by change of latitude is studied.

INTRODUCCION

Las condiciones de clima en la zona sur de Chile permiten diferenciar dos épocas de siembra para los trigos. La primera, conocida como época invernal, comprende en Carillanca al mes de mayo y primeros días de junio y en ella se siembran variedades de hábito de desarrollo invernal y alternativo. La segunda, denominada época primaveral, se extiende desde agosto hasta la primera quincena de septiembre, sembrándose en ella variedades de hábito de desarrollo alternativo y primaveral.

Entre ambas épocas se extiende un período en que la humedad dificulta o imposibilita las siembras, con 18 días de lluvia en junio y julio y alta precipitación, 232,2 y 219,9 mm mensuales, respectivamente (promedios 1964–1981). Estos meses tienen, además, las menores temperaturas medias mensuales, 7,3° C en junio y 6,8° C en julio (promedios 1962–1981).

Los trigos invernales sembrados en primavera normalmente no espigan, a menos que sean sometidos a un proceso de vernalización, mediante un período de frío ligeramente superior a 0° C, por un plazo más o menos

prolongado. Los trigos primaverales, corrientemente, muestran muy poca o ninguna respuesta a la vernalización, espigando cualquiera sea el período del año en que sean sembrados (Peterson, 1965).

Según Jonard (1951), "un trigo es alternativo cuando puede ser sembrado ya sea en otoño o a comienzos de primavera y, en este último caso, logra cumplir normalmente su ciclo vegetativo". Conviene aclarar que, para los efectos de clasificar a un trigo como alternativo, en Carillanca se le exige que logre cumplir normalmente su ciclo vegetativo cuando se siembra hasta en los primeros días de octubre.

De acuerdo a Jonard (1951), las etapas de desarrollo desde encañado a floración y desde floración a madurez, requieren de un número parecido de días para los tres tipos de hábito de desarrollo de los trigos, marcándose la diferencia entre ellos por la duración del período desde siembra a fines de macolla. Rouanet y Beratto (1980) encontraron en Carillanca una tendencia al aumento del período de siembra—inicio floral e inicio floral—espiguilla terminal, a medida que las variedades fueron más tardías, desde las primaverales a las invernales, tendencia que no se manifiesta para el período espiguilla terminal—espigadura.

En este trabajo se comparan los tres tipos de hábitos de desarrollo y se analiza el hábito alternativo en forma más detallada.

¹ Recepción de originales: 18 de octubre de 1983.

² Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58—D, Temuco, Chile.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron en el estudio las notas de fecha de aparición del primer nudo (estado 6, escala Feekes—Large) y de espigadura, con 50% de espigas visibles (estado 10.3, escala Feekes—Large), tomadas en los ensayos de rendimiento de trigos invernales, alternativos y primaverales sembrados, en una o varias fechas, en diferentes años, en las estaciones experimentales Carillanca (38° 41'S) y Quilmapu (36° 36'S).

Desde 1976 a 1982 se obtuvieron en Carillanca ocho observaciones sobre fechas de espigadura de la variedad invernal Melifén, 20 de la primavera Naofén y 22 de la alternativa Huenufén, más 10 observaciones de fecha de aparición de primer nudo. Se contó, además, con siete observaciones del promedio de fechas de espigadura de 24 variedades y líneas avanzadas alternativas, sembradas en Carillanca en 1981 y 1982, y 12 observaciones sobre fechas de espigadura de Huenufén, tomadas en Quilmapu, entre 1977 y 1982.

Se establecieron las rectas de regresión del número de días desde siembra a aparición del primer nudo y a espigadura, sobre las fechas de siembra, para cada uno de estos grupos de observaciones. Las sumas de algunas variables del clima, para los períodos siembra—primer nudo y siembra—espigadura de la variedad Huenufén, en los diferentes años y ambas estaciones experimentales, fueron utilizadas para establecer rectas de regresión sobre las fechas de siembra, con el objeto de buscar posibles relaciones entre las variables y los períodos.

En base a datos calculados o tomados en la Estación Meteorológica de Carillanca, se consideraron las sumas de:

- Horas de sol teóricas, calculadas para la latitud de Carillanca;
- Unidades térmicas solares, según la fórmula de Caprio (1971);
- Radiación, medida con actinógrafo y expresada en cal/cm²/día;
- Horas de sol, medidas con heliógrafo; y
- Temperaturas medias, base 0° C y base 5° C, calculadas según la fórmula: (temp. máxima + temp. mínima)/2 — T base.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los tipos de hábito de desarrollo

Es posible establecer rectas de regresión del número de

días desde siembra a espigadura sobre las diferentes fechas de siembra en uno o más años, para una variedad de trigo o grupo de ellas. En la Figura 1, se exponen las rectas de regresión calculadas para Melifén, Naofén y el promedio de las 24 variedades y líneas avanzadas alternativas, consideradas como de buena adaptación para las condiciones de siembra en la zona sur.

La variación del período desde siembra a espigadura es muy grande para cada uno de los tres tipos de hábito, alcanzando el rango para las observaciones extremas, a 68 días en Melifén, 90 en los trigos alternativos y 93 en Naofén. La pendiente de la recta es mayor en Melifén que en Naofén, teniendo los alternativos un valor intermedio, y está inversamente relacionada con la amplitud del período de espigadura, ya que, mientras más se acerque a —1 su valor, más agrupadas se presentarán las espigaduras de las distintas fechas de siembra.

Melifén se caracteriza por permanecer en estado de macolla cuando se siembra en los primeros días de septiembre, posiblemente como consecuencia de temperaturas mayores que las requeridas para su vernalización. Resultados parecidos fueron encontrados por Rouanet y Beratto (1980), en Carillanca, y Cortázar (1981), en La Platina, para distintos grupos de variedades. El requerimiento de frío de vernalización es muy bajo o no se manifiesta en los trigos de hábito alternativo y primaverales, que son capaces de cumplir su

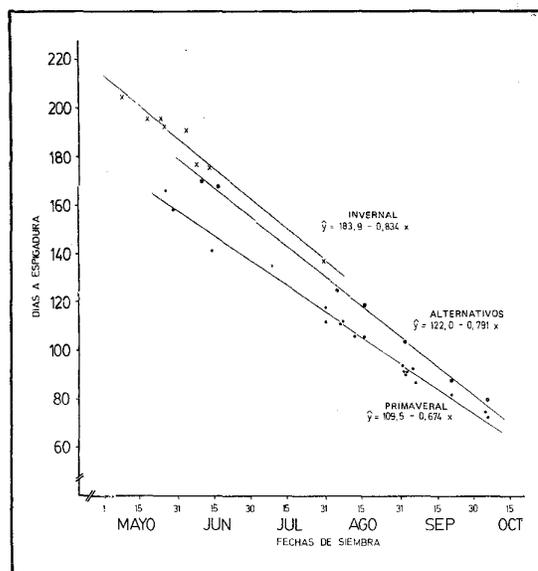


FIGURA 1. Rectas de regresión número días siembra—espigadura sobre fechas siembra. Invernal = cv. Melifén; alternativos = promedio 24 variedades y líneas hábito alternativo; y primaverales = cv. Naofén.

FIGURE 1. Regression lines seeding—heading days on seeding date for winter, alternative and spring wheats.

ciclo completo sembrados hasta en los primeros días de octubre.

Melifén presenta un ciclo de siembra a espigadura algo más largo, entre 6 y 8 días, y una pendiente ligeramente mayor, es decir, menor dispersión en sus fechas de espigadura, que los trigos alternativos. En ambos tipos de trigos el ciclo es lo suficientemente largo como para que la espigadura de las primeras fechas de siembra se produzca a fines de noviembre, cuando la posibilidad de ocurrencia de heladas que puedan dañar la floración es mínima y las condiciones de mayor temperatura y menores precipitaciones permiten un normal desarrollo del grano. Distinto es el caso de Naofén, cuyos corto ciclo y baja pendiente de la recta se traducen en una mayor dispersión de sus fechas de espigadura, las que, para siembras invernales, se producen los primeros días de noviembre, cuando los factores del clima mencionados son aún muy desfavorables. Por esta razón, sólo se recomienda para la zona sur las siembras de trigos de primavera a partir de agosto, con lo cual se compensa la diferencia de adaptación con los otros hábitos de desarrollo. En Efecto, Naofén sembrado el 10 de agosto espiga el 28 de noviembre, al mismo tiempo que los trigos alternativos sembrados el 10 de junio.

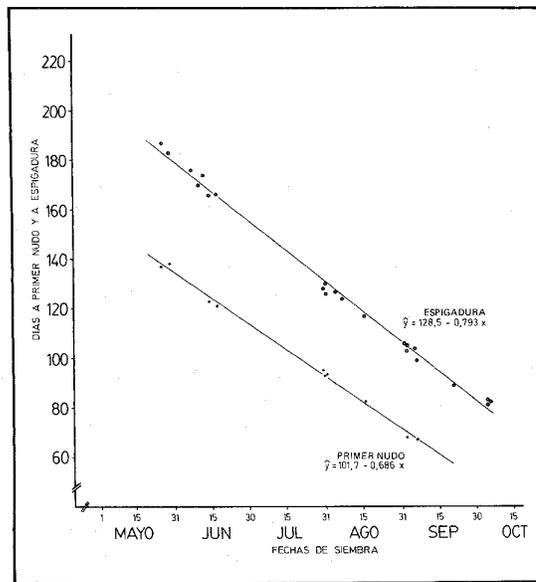


FIGURA 2. Rectas de regresión número días siembra—primer nudo y espigadura, sobre fechas de siembra. Cv. alternativo Huenufén.

FIGURE 2. Regression lines seeding—first node and heading days on seeding dates. A lternative cv. Huenufén.

Llama la atención que, observaciones de diferentes años y distintas fechas de siembra, presenten un ajuste tan elevado a las rectas de los respectivos tipos de hábitos de desarrollo. Las desviaciones estándares desde la regresión son de 3,46 días para Melifén, 3,10 días para Naofén y 1,96 días para el promedio de las 24 variedades y líneas avanzadas alternativas. Esto sugiere que el período desde siembra a espigadura pudiera ser constante para cada variedad en cada fecha de siembra y, posiblemente, dependiente de alguna variable del clima igualmente constante en diferentes años, pero cuyo efecto acumulado sea semejante para distintas fechas de siembra, hipótesis que se analiza más adelante.

El hábito de desarrollo alternativo

Para un análisis más detallado de este hábito, se escogió a la variedad Huenufén, como la que mejor lo representa en la zona sur y cuya adaptación en diferentes localidades ha sido comprobada. Su recta de regresión del número de días desde siembra a espigadura sobre las fechas de siembra, corresponde casi exactamente a la del promedio de las 24 variedades y líneas avanzadas alternativas y se muestra en la Figura 2, junto a la correspondiente al número de días desde siembra a aparición del primer nudo.

Ambas rectas convergen ligeramente hacia las fechas de siembra más avanzadas, siendo la diferencia entre

ellas de aproximadamente 44 días, el 10 de junio, y 35 días, el 10 de septiembre. Esta diferencia representa a las etapas de encañado (estado 6 a 10 Feekes—Large) y una parte del espigamiento (estado 10.1 a 10.3 Feekes—Large). Para las mismas fechas, sin embargo, la duración del período desde siembra a primer nudo, que corresponde a las etapas de emergencia y macolla, es de 128 y 65 días respectivamente. De acuerdo a la información disponible, el período desde siembra a emergencia del coleoptilo presenta una diferencia de 18 días en mayo y junio, 13 en agosto y 10 en septiembre, la que es proporcionalmente comparable a lo observado de siembra a primer nudo. Por lo tanto, la variación del ciclo desde siembra a espigadura del trigo de hábito alternativo sembrado en diferentes fechas, se debe a una amplia variación del número de días de la etapa de siembra a primer nudo y una limitada variación de las restantes etapas.

Considerando que las observaciones corresponden a varios años y distintas fechas de siembra, resalta el elevado ajuste que presentan a las correspondientes rectas, con desviaciones estándares desde la regresión de 2,8 días para siembra a espigadura y de 1,6 días para siembra a primer nudo. Para que esta situación se produzca, cualquier variable del clima que influya sobre la aparición del primer nudo y de la espigadura tiene que tener la particularidad de que sus valores sean constantes para una misma fecha en diferentes años.

Si se supone además que dichos efectos se producen cuando se alcanza una determinada dosis o acumulación de esta variable, las sumas debieran ser similares para distintas fechas de siembra. Por lo tanto, la variable que mejor se relacione con la aparición del primer nudo y espigadura será aquella cuya suma presente una recta de regresión sobre las fechas de siembra con pendiente 0 ó cercana a 0 y el menor coeficiente de variación, para los períodos desde siembra a primer nudo, desde siembra a espigadura y desde primer nudo a espigadura, ya que es también un período prácticamente constante para las diferentes fechas de siembra.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de las variables del clima consideradas. En él no aparece la suma de las unidades térmicas solares, que fue

descartada porque es mayor a medida que se avanza en la época de siembra, alcanzando en algunos años a ser cuatro veces superior la suma de la época de siembra de octubre en relación a la de mayo, lo que se debe a que un solo día de diciembre puede presentar valores varios cientos de veces superiores a las sumas mensuales de invierno o principios de primavera.

Las variables que más se acercan a los requisitos exigidos son las sumas de la radiación y de las temperaturas medias de base 5° C. La suma de horas de sol teóricas y de temperaturas medias de base 0° C presentan altos coeficientes de variación y sus valores de t son muy elevados. La suma de horas de sol presenta valores de t moderados o no significativos, pero altos coeficientes de variación. Esta variable está correlacio-

CUADRO 1. Información de variables de clima y sus rectas de regresión sobre fechas de siembra. Variedad alternativa Huenufén, para diferentes etapas de desarrollo. Carillanca

TABLE 1. Information on climatic variables and their regression lines on date of seeding. Alternative wheat cv. Huenufén, for different development stages. Carillanca

Variables	n	\bar{y}	C.V. %	b	Sy · x	t ¹
Siembra a primer nudo						
– Suma de horas de sol teóricas.	10	1160	19,0	– 5,69	26 h	– 25,67**
– Radiación	4	29379	8,4	– 29,46	2730 ²	– 0,69
– Suma de horas de sol	10	419	13,6	– 1,10	41 h	– 3,12*
– Suma de temp. medias base 0° C.	10	913,1	15,8	– 3,57	45,2° C	– 9,13**
– Suma de temp. medias base 5° C.	10	419,5	8,8	– 0,54	32,3° C	– 1,95
Siembra a espigadura						
– Suma de horas de sol teóricas	22	1606	19,9	– 7,08	35 h	– 41,70**
– Radiación	15	49839	10,6	– 92,64	3324 ²	– 4,73**
– Suma de horas de sol	22	704	15,7	– 1,77	78 h	– 4,64*
– Suma de temp. medias base 0° C.	22	1336,9	15,8	– 4,65	30,8° C	– 31,08**
– Suma de temp. medias base 5° C	22	706,6	7,7	– 1,03	28,7° C	– 7,39**
Primer nudo a espigadura						
– Suma de horas de sol teóricas.	10	550	14,4	– 1,75	44 h	– 4,61**
– Radiación	4	20927	7,3	– 34,71	1026 ²	– 2,16
– Suma de horas de sol	10	262	17,1	– 0,16	47 h	– 0,39
– Suma de temp. medias base 0° C.	10	494,7	11,4	– 1,13	38,1° C	– 3,43**
– Suma de temp. medias base 5° C.	10	307,0	10,3	– 0,54	25,2° C	– 2,49*

¹ Prueba de t para H₀: B = 0

² cal/cm²/día

* P = 0,05

** P = 0,01

nada con la suma de temperaturas de base 5° C, con un valor $r = 0,4845$ y una probabilidad $P > 0,05$.

Las mediciones de la radiación se iniciaron en Carillanca en 1978, por lo cual se cuenta con un número muy bajo de observaciones para el período desde siembra a primer nudo. Por esta razón, se estima prudente no adelantar conclusiones hasta completar un número mayor de observaciones.

En la Figura 3 se presentan las rectas de regresión de las sumas de temperaturas de base 5° C sobre las fechas de siembra para los períodos de siembra a primer nudo, siembra a espigadura y primer nudo a espigadura, agregando con fines comparativos las rectas determinadas para Huenufén. Se aprecia que esta variable climática presenta bajos coeficientes de variación y desviaciones estándares de la regresión, así como pendientes similares de las rectas para los períodos siembra—primer nudo y primer nudo a espigadura, aspectos que resaltan su relación con el hábito de desarrollo de Huenufén y concuerdan con los resultados de Cortázar (1981). Sin embargo, la significancia de la pendiente de las rectas de regresión de los períodos

primer nudo—espigadura y siembra—espigadura estaría indicando la necesidad de buscar otra variable que se ajuste mejor a los requisitos que plantean las rectas de Huenufén.

Efecto de localidad

En la Figura 4 se presentan las rectas de regresión del número de días desde siembra a espigadura sobre las

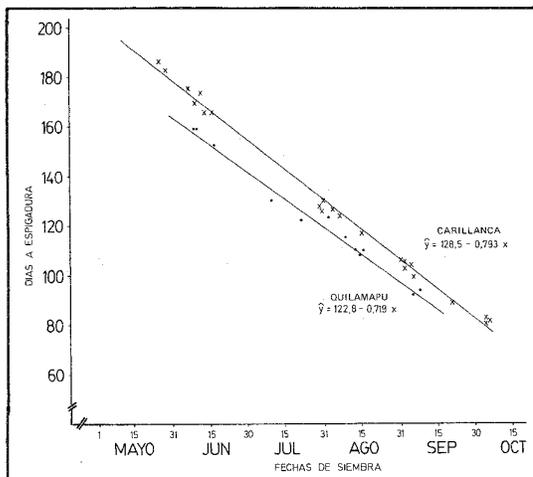


FIGURA 4. Rectas de regresión número días siembra—espigadura sobre fechas de siembra. Huenufén en Carillanca y Quilamapu.

FIGURE 4. Regression lines seeding—heading days on seeding dates of cv. Huenufén at Carillanca and Quilamapu.

fechas de siembra de la variedad Huenufén en las localidades de Carillanca y Quilamapu. Se observa que en Quilamapu el ciclo es más corto y la pendiente de la recta es ligeramente menor que en Carillanca. Las desviaciones estándares desde la regresión son semejantes en ambas localidades, 2,8 días.

De acuerdo a lo anterior, los cambios de localidad que impliquen diferente latitud, producirían variaciones en la duración del período desde siembra a espigadura y un cambio en la pendiente de la recta de regresión determinada sobre las fechas de siembra, posiblemente como consecuencia de diferencias de sumas de temperaturas sobre 5° C entre ambas localidades.

CONCLUSIONES

Es posible determinar una recta de regresión del número de días desde siembra a aparición del primer nudo o a espigadura sobre las fechas de siembra de uno o más años, para una variedad de trigo en una localidad. Una vez determinada esta recta, es posible utilizarla para predecir, con un estrecho margen de error, probables fechas de aparición de primer nudo y de es-

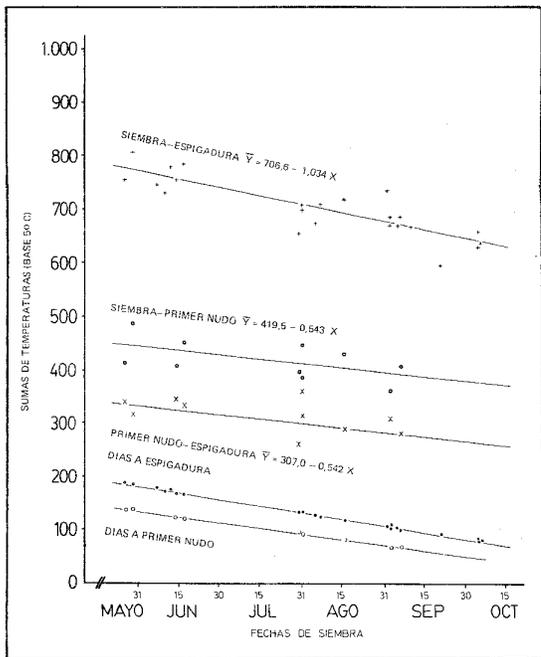


FIGURA 3. Rectas de regresión sumas temperaturas medias base 5° C para siembra—primer nudo, siembra—espigadura y primer nudo—espigadura y días siembra—primer nudo y espigadura sobre fechas siembra. Cv. Huenufén.

FIGURE 3. Regression lines sum temperatures (base 5° C), for seeding—first node, seeding—heading, and seeding—first node and seeding—heading days on seeding dates. Cv. Huenufén.

espigadura, lo que puede ser conveniente para programar algunas prácticas de cultivo, o prevenir algunos riesgos, como la espigadura en un período con elevada frecuencia de heladas.

La variedad invernal Melifén en Carillanca posee un ciclo de siembra a espigadura algo más prolongado que el de los trigo alternativos y la pendiente de su recta de regresión es ligeramente más pronunciada que la de éstos, lo que implica mayor concentración de las fechas de espigadura. Melifén no logra encañiar cuando es sembrada a comienzos de septiembre, pero los trigos alternativos logran completar su ciclo hasta cuando son sembrados en los primeros días de octubre. En ambos tipos de trigo el ciclo es lo suficientemente largo como para que la espigadura de las siembras en invierno se produzcan a partir de fines de noviembre, cuando las condiciones del clima se presentan con menos riesgos y más favorables para el desarrollo del grano. No sucede lo mismo con la variedad primaveral Naofén, cuyo corto ciclo de siembra a espigadura y baja pendiente de la recta de regresión se traducen en que sólo a partir de las siembras de agosto su espigadura se produce en un momento favorable.

La variedad alternativa Huenufén presenta pequeña variación de primer nudo a espigadura, a lo largo de las diferentes fechas de siembra, por lo cual la duración de la etapa siembra a primer nudo es la principal determinante de la amplia variación del período desde siembra a espigadura para diferentes fechas de siembra.

Las desviaciones estándares desde la recta de regresión para los períodos desde siembra a primer nudo y a espigadura, son notablemente bajas, considerando que las observaciones se han tomado en distintas fechas de siembra y en diferentes años. La variable del clima que mejor cumple con las condiciones determinadas por el comportamiento de las rectas de regresión es la suma de temperaturas medias de base 5º C. Hasta la fecha, se cuenta con escasas observaciones de la radiación, otra variable promisoría.

Huenufén, sembrada en localidades de diferente latitud, presenta diferencias en la duración del ciclo de siembra a espigadura y las rectas de regresión sobre las fechas de siembra cambian ligeramente su pendiente, siendo similares las desviaciones estándares desde la regresión.

RESUMEN

Observaciones sobre fechas de aparición del primer nudo y espigadura, tomadas en diferentes fechas de siembra y años en las Estaciones Experimentales Carillanca (INIA) y Quilmapu (INIA), en trigos invernales, alternativos y primaverales, fueron usadas para determinar las diferencias entre ellos y describir el hábi-

to alternativo, mediante rectas de regresión sobre las fechas de siembra.

Se analizan variables del clima relacionadas con estos resultados y se estudia la variación producida por cambio de latitud.

LITERATURA CITADA

CAPRIO, J.M. 1971. The Solar-thermal unit theory in relation to plant development and potential evapotranspiration. Montana Agricultural Exp. Sta. Circular 251. 10 p.

CORTAZAR S., R. 1981. Relación entre sumas de temperaturas sobre 5º C y largo del período siembra-espigadura en trigos de primavera e invierno en la Estación Experimental La Platina en 1978. Simiente 51 (1-2): 24-27.

JONARD, P. 1951. Les blés tendres cultivés en France. INRA, Paris. 491 p.

PETERSON, R.F. 1965. Wheat. Interscience Publisher, New York. 422 p.

ROUANET M., J.L. y BERATTO M., E. 1980. Estudio de la respuesta de doce genotipos de trigo a diferentes ambientes. Simiente 50 (3-4): 123.