

PREDICCIÓN COMPUTACIONAL DEL TIEMPO DISPONIBLE PARA EJECUTAR FAENAS AGRICOLAS MECANIZADAS EN LA PROVINCIA DE ÑUBLE, CHILE¹

Computer prediction of days for mechanized fieldwork in Ñuble, Chile

Jorge Riquelme S.² y Edmundo Hetz H.³

SUMMARY

A computer model was applied to a 23 year data base of meteorological information (1965-1987) kept at the Agricultural Experiment Station of the University of Concepción, Chile. The minimum number of suitable days was estimated using the Cumulative Empirical Probability distribution.

The main conclusions obtained are:

- Suitable days for harvesting operations in the irrigated Central Valley are abundant; however suitable days for soil management are scarcer.
- The wheat seeding dates recommendations during may, june and july in the irrigated Central Valley of de Ñuble province are quite risky; these research results should be taken into account for future planning.

Key words: wheat, dry beans, tillage, harvest, modelling.

INTRODUCCION

El elevado costo de la maquinaria agrícola y del combustible para su operación, determina la necesidad de un uso más racional de ésta, mediante una adecuada selección.

El nivel de potencia adecuado para un predio, está determinado por la cantidad de trabajo a realizar (hectáreas) y por el tiempo disponible para efectuarlo (horas). La cantidad de trabajo dependerá principalmente de la superficie cultivada anualmente, de la rotación cultural utilizada y del sistema o intensidad de labranza; el tiempo disponible para efectuar las operaciones, es muy difícil de estimar con exactitud, ya que depende, entre otras cosas, de las condiciones meteorológicas de la región y su variabilidad de año en año y a lo largo de cada uno de ellos (Hughes y Holtman, 1976; Hetz, 1988).

Como la variabilidad de las condiciones climáticas es muy alta, la predicción del número futuro de días trabajables sólo puede efectuarse probabilísticamente (ASAE Standard, 1988).

En el extranjero, existen tablas que indican el número de días apropiados para ejecutar diversas faenas mecanizadas, por semanas o bisemanas climáticas, para diferentes localidades y con diferentes niveles de probabilidad (ASAE Standard, 1988; Nolte, Fausey y Skaggs, 1982 y Rosenberg y otros, 1982). Estos datos fueron generados a partir de registros diarios o simulaciones mediante modelos computacionales que utilizan datos meteorológicos y parámetros de suelo (Hetz, 1988).

Esta investigación corresponde a la continuación del trabajo publicado por Hetz y Riquelme (1989).

El objetivo de este trabajo fue determinar el tiempo disponible para ejecutar operaciones agrícolas mecanizadas, en el valle central de Ñuble, con diferentes niveles de probabilidad por períodos.

MATERIALES Y METODOS

En esta publicación, el modelo computacional desarrollado y validado por Hetz y Riquelme (1989), sirvió para transformar el registro de lluvia del año 1965 a 1987, en días apropiados o no apropiados para ejecutar faenas agrícolas mecanizadas. Los datos fueron los registrados por la Estación Agrometeorológica de la Universidad de Concepción, en Chillán.

¹Recepción de originales: 30 octubre de 1990.

Trabajo financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción - Proyecto 20.23.08.

²Estación Experimental Quillamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

³Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Casilla 537, Chillán, Chile.

Una vez que se contó con esta gran base de datos de días apropiados, se obtuvo la probabilidad de días apropiados, utilizando una distribución de probabilidades empíricas acumulativas, la que para ser construida, según Rosenberg y otros (1982), se siguen cuatro etapas:

1. El número de días apropiados para cada período de tiempo y año, se suman para formar observaciones del número de días trabajables en cada período de tiempo.
2. Las frecuencias de días apropiados son ordenados de menor a mayor; se les asigna una probabilidad tomando como premisa que la K-ésima observación ordenada, es una medición de la fracción $K/(N+1)$ (Anderson, 1977).
3. Esta probabilidad asignada, es uniformada por el promedio de las probabilidades asociadas con los valores ordenados.
4. El número de días apropiados al nivel de probabilidad 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 y 0,90, se obtiene por interpolación lineal. El nivel de probabilidad de 0,80, por ejemplo, representa el mínimo número de días apropiados que pueden esperarse que ocurra en ocho de cada 10 años.

El procedimiento de cálculo de días apropiados, se realizó en un computador IBM PS-50Z, utilizando un programa desarrollado por la Unidad de Servicios Computacionales de la Estación Experimental Quilamapu del INIA.

CUADRO 1. Número de días apropiados por períodos bisemanales para el manejo de suelo en el Valle Central regado de la Provincia de Ñuble, Chile. Días/bisemanas

TABLE 1. Number of appropriate days per biweekly periods for soil management in the irrigated Central Valley of the Ñuble provinces, Chile. Days/2 weeks

Bisemanas climáticas	Fecha	Media	Desv. estan.	C.V. (%)	Nivel de probabilidad				
					50%	60%	70%	80%	90%
1	07 May.- 20	6,9	4,0	58,0	7,0	6,6	5,2	2,0	0,4
2	21 May.- 03 Jun.	5,4	3,0	55,6	6,0	6,0	2,6	2,0	0,8
3	04 Jun.- 17	6,3	3,7	58,7	7,0	5,6	4,0	3,6	0,0
4	18 Jun.- 01 Jul.	5,7	3,8	66,7	6,0	5,0	4,0	0,8	0,0
5	02 Jul.- 15	6,1	4,2	68,9	6,0	5,0	3,2	2,4	0,0
6	16 Jul.- 29	6,7	3,7	55,2	6,0	4,6	3,0	3,0	2,4
7	30 Jul.- 12 Ago.	6,6	3,3	50,0	5,0	4,6	4,0	4,0	3,0
8	13 Ago.- 26	8,7	3,1	35,6	8,0	8,0	8,0	6,8	4,4
9	27 Ago.- 09 Sep.	8,7	3,6	41,4	9,0	6,6	6,0	5,0	4,0
10	10 Sep.- 23	9,1	2,8	30,8	8,0	8,0	7,0	6,8	6,0
11	24 Sep.- 07 Oct.	9,6	2,5	26,0	10,0	9,6	8,2	8,0	5,8
12	08 Oct.- 21 Oct.	10,0	2,7	27,0	10,0	9,6	9,0	7,8	7,0
13	22 Oct.- 04 Nov.	11,0	2,6	23,6	12,0	10,6	9,2	8,8	6,2
14	05 Nov.- 18 Nov.	12,0	2,0	16,7	12,0	12,0	11,0	10,0	8,0
15	19 Nov.- 02 Dic.	12,0	2,4	20,0	12,0	12,0	11,0	9,8	7,4

RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros 1 y 2 se muestra el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de cinco probabilidades estimadas del mínimo de días apropiados esperados para períodos bisemanales, para ejecutar operaciones mecanizadas de manejo de suelo y cosecha.

Las cinco probabilidades estimadas, indican el mínimo número de días apropiados esperados con esa frecuencia. Se debería esperar al menos este mínimo de días o más. Por ejemplo, el mínimo de días esperados para cosechar fréjol en la bisemana climatológica Nº 10 (Cuadro 2), con una probabilidad del 0,80, es de 7,8 días. Entonces, al menos 7,8 días o más, deberían presentarse en 80 de 100 años, y menos de 7,8 días deberían ocurrir en 20 de 100 años.

De acuerdo con el análisis estadístico, se aprecia una gran variabilidad para las bisemanas de manejo de suelo desde el 7 de mayo al 12 de agosto, siendo igual o superior a un 50%. Por el contrario, durante el período de cosecha, las bisemanas presentaron una menor variabilidad. Esto indica un mayor riesgo de decisión en el período de manejo de suelo.

Observando los datos del Cuadro 1, se destaca el poco tiempo disponible para ejecutar operaciones de manejo de suelo, cuando se trabaja a un nivel del 80%. Esto demuestra que las recomendaciones de siembra de trigo durante los meses de mayo a

CUADRO 2. Número de días apropiados por períodos bisemanales adecuados para cosecha en el Valle Central regado de la Provincia de Ñuble, Chile. Días/bisemanas

TABLE 2. Number of appropriate days per biweekly periods for harvesting in the irrigated Central Valley of the Ñuble provinces, Chile. Days/2 weeks

Bisemanas climáticas	Fecha	Media	Desv. estan.	C.V. (%)	Nivel de probabilidad				
					50%	60%	70%	80%	90%
1	03 Dic.- 16	12,0	3,2	26,7	14,0	13,0	12,0	10,8	7,0
2	17 Dic.- 30	12,0	1,9	15,8	13,0	13,0	12,0	10,0	9,0
3	01 Ene.- 14	13,0	1,0	7,7	14,0	13,6	12,2	12,0	12,0
4	15 Ene.- 28	13,0	2,4	18,5	14,0	13,6	13,0	11,0	9,8
5	29 Ene.- 11 Feb.	12,0	1,5	12,5	12,0	12,0	12,0	11,0	10,0
6	12 Feb.- 25	13,0	1,4	10,8	14,0	13,0	13,0	12,0	12,0
7	26 Feb.- 11 Mar.	13,0	1,1	8,5	14,0	13,0	13,0	12,0	12,0
8	12 Mar.- 25	12,0	2,0	16,7	12,0	12,0	11,2	10,0	9,4
9	26 Mar.- 08 Abr.	12,0	1,6	13,3	12,0	12,0	12,0	11,0	10,4
10	09 Abr.- 22 Abr.	10,0	3,0	30,0	11,0	9,6	9,0	7,8	4,4
11	23 Abr.- 06 May.	9,7	3,4	35,1	10,0	9,6	9,6	6,8	3,8

julio (INIA, 1990), son bastante riesgosas y requieren de una adecuada planificación. También se aprecian bisemanas que son mejores que otras, como la bisemana N° 3 del Cuadro 1, que indica, con una probabilidad del 80%, 3,6 días disponibles en comparación con la semana siguiente que sólo ofrece 0,8 días.

Realizado el mismo análisis para los meses de cosecha (Cuadro 2), encontramos, a un nivel de probabilidad de 90%, un gran número de días disponibles; sólo son riesgosas las bisemanas N° 10 y 11, necesarias para la cosecha de fréjol, arroz y maíz, lo que implica utilizar máquinas de mayor capacidad o un mayor número de ellas dentro de la planificación agrícola.

De este modo, los datos obtenidos pueden ser de gran utilidad para los agricultores, investigadores, transferencistas, arrendadores de maquinaria o prestadores de servicio, a los que les permite planificar y organizar en mejor forma sus actividades.

El siguiente ejemplo muestra un tipo de utilización para la información generada. Una de las tecnologías que el INIA recomienda para el valle central de Ñuble, es la segunda siembra. Esta técnica consiste en sembrar una variedad de trigo precoz, de tal manera que se realice la cosecha la última quincena de diciembre, para de inmediato sembrar fréjol en el mismo período. Con este sistema, en el mismo suelo se puede cosechar dos cultivos en una temporada.

De acuerdo a una comunicación personal (Pedro del Canto, INIA), se fijan las actividades anotando de inmediato el tiempo disponible.

1. Siembra de trigo variedad Ciko las dos últimas semanas de junio (18 de junio al 1 de julio). Con una probabilidad del 0,80 se tiene sólo 0,8 días disponible.
2. Cosecha de trigo en la última semana de diciembre (24 al 30 de diciembre). Si la probabilidad es 0,90, hay 3 días disponibles.
3. Siembra de fréjol la primera semana de enero (1 al 7 de enero). Cuando la probabilidad es 0,80 habrán 7 días disponibles.
4. Cosecha de fréjol la primera semana de abril. Con una probabilidad del 0,90, se tiene 4 días disponibles.

Como se puede apreciar el limitante del sistema se encuentra en la siembra del trigo, para la cual sólo existen 0,8 días disponible en esa época.

Tomando en consideración que el predio posee una sembradora de 21 discos, con espaciado entre hileras de 17,8 cm, y trabaja generalmente a una velocidad de 9 km/hr y con una Eficiencia de Campo del 70%, podemos obtener una Capacidad Efectiva de Trabajo de 2,4 ha/hr; trabajando 8 hr en 0,8 días disponibles, con un equipo de este tamaño, sería posible sembrar 15,4 hectáreas.

En relación a la cosecha de trigo, si ésta se realiza con una cosechadora combinada, con plataforma de 13 pies de ancho y considerando una producción 60 qm/ha, es posible conseguir un rendimiento efectivo de dicha máquina, de 1,4 ha/hr. Asimismo, si se trabajan

10 hr diarias, se podría cosechar 14 ha; sería posible, entonces, cosechar un máximo de 42 hectáreas en los 3 días disponibles.

Observando el Cuadro 1, se puede concluir que el período recomendado para la siembra de trigo, no es el más adecuado, sino lo sería la bisemana anterior o posterior.

Como se puede apreciar, la información obtenida permite adecuar, en mejor forma, las épocas de siembra recomendadas o seleccionar variedades que presenten su óptima época de siembra en aquel período.

CONCLUSIONES

- El tiempo disponible para ejecutar operaciones de cosecha en el valle regado de Ñuble, no presenta limitaciones. En cambio, durante el período de

manejo de suelo (mayo-julio), los días apropiados son bastante reducidos. Es necesario considerar este factor al hacer una cuidadosa selección de los equipos necesarios para completar a tiempo la labor.

- Las observaciones de días apropiados para cultivos, permiten concluir que las recomendaciones de siembra de trigo durante los meses de mayo, junio y julio, en el valle regado de la provincia de Ñuble, tienen un factor de riesgo muy alto que deben tenerse en cuenta en futuras planificaciones agrícolas.

- La información obtenida, permite seleccionar con más seguridad el período adecuado para la siembra de una variedad de trigo precoz. Decisión importante para los sistemas de segunda siembra recomendados en el valle regado.

RESUMEN

Se aplicó un modelo computacional que determina días apropiados para ejecutar faenas agrícolas mecanizadas, a una base de datos de 23 años de información meteorológica, desde el año 1965 a 1987 de la Estación Meteorológica de la Universidad de Concepción en Chillán. Luego se estimó el mínimo de días apropiados por períodos bisemanales, utilizando la distribución de probabilidades empíricas acumuladas.

Las principales conclusiones que se desprenden de este trabajo son:

- Los días apropiados para ejecutar operaciones de cosecha en el valle regado son abundantes, no así los días para manejo de suelo.

- Las recomendaciones de siembras convencionales de trigo durante los meses de mayo, junio y julio, para el valle regado de la provincia de Ñuble, son muy riesgosas y debe tenerse presente la información del modelo para futuras planificaciones agrícolas.

Palabras claves: trigo, fréjol, labranza, cosecha, modelamiento.

LITERATURA CITADA

ASAE-AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, STANDAR, 1988. Agricultural Machinery Management Data. Yearbook. St. Joseph, Michigan, EUA.

ANDERSON, J. R. 1977. Agricultural Decision Analysis. Ames, Iowa State University. 192 p.

HETZ H., EDMUNDO y RIQUELME S., JORGE. 1989. Desarrollo y validación de un modelo computacional al que determina días apropiados para ejecutar faenas agrícolas mecanizadas. Agro Sur 17(2): 95-104.

HETZ H., EDMUNDO. 1988. Tiempo disponible para ejecutar operaciones agrícolas mecanizadas en Ñuble Central 1982-1987. Agro-Ciencia 4(1): 59-65.

HUGHES, H. and HOLTMAN, J. B. 1976. Machinery complements selection based on time constraints. Transactions of the ASAE 19(15): 812-814.

INIA-INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1990. Trigo recomendación de variedades temporada 1990/1991. Serie Quilamapu Nº 22. Chillán-Chile.

NOLTE, B., FAUSEY, N. and SKAGGS, R. 1982. Time available for field work in Ohio. ASAE Paper 82-2.076.

ROSENBERG, S. E., ROTZ, C. A., BLACK, J. R. and MUHTAR, H. 1982. Prediction of suitable days for field work. ASAE Paper 82-1.032. 17p.