

RELACION ENTRE VARIABLES AGROCLIMATICAS Y RENDIMIENTOS DE TRIGO EN LA REGION PAMPEANA

M. Donnari y B. Scian
Dto. de Agronomía - UNS - 8000 Bahía Blanca
E-mail mdonnari@criba.edu.ar

RESUMEN

Se correlacionaron los rendimientos de trigo anuales con variables agroclimáticas derivadas del Modelo de Palmer para tres subregiones ecológicas del trigo. Los rendimientos fueron obtenidos para cada partido y departamento. Se calculó el balance medio regional para las subregiones II, IV y V Sur. Para aplicar a un modelo multivariado se probaron variables tales como: almacenaje total y profundo, déficit de evapotranspiración relativa, índice de anomalías de humedad, índices de stress hídrico y la tendencia como una variable tecnológica. Los índices de anomalía de humedad, de stress hídrico y la tendencia fueron las variables de mejor ajuste siendo los coeficientes de determinación del 86%, 84% y 62% , respectivamente.

Palabras clave: balance hídrico Índice de Anomalía de Palmer rendimiento de trigo

AGROCLIMATIC VARIABLES RELATED WITH WHEAT YIELDS IN THE PAMPEAN REGION

SUMMARY

Wheat yield and agroclimatic variables based on data from Palmer's Model for three ecological sub-region, were correlated. Wheat yield data were obtained for each county. The regional mean balances for sub-regions II, IV and V South were registered. The agroclimatic variables to be fit in a multivariate model were: total and deep moisture storage, relative ETP deficit, anomaly moisture index, moisture stress indices and tendency as technological variable. Results show a good fitting in the three sub-regions for the anomaly moisture index, stress index and tendency being the determination coefficient 86%, 84% and 62% ,respectively.

Key words: water balance Palmer's Anomaly Index wheat yield

INTRODUCCION

La relación que guardan ciertas variables meteorológicas con el rendimiento de los cultivos permite predecir y planificar las actividades agrícolas con un cierto nivel de confianza.

Diversos autores han trabajado con el Modelo de Palmer empleando las variables de humedad que éste genera para estimar los rendimientos de cultivos. Basado en el Índice de Sequía de Palmer, Meyer et al., (1993) desarrollaron un modelo para maíz que probado en Nebraska , demostró tener buena precisión para estimar el rendimiento. Sakamoto (1978) y Sakamoto et al. (1975) emplearon el Índice de Anomalía de

Humedad de Palmer para estimar los rendimientos de trigo en Argentina y Australia. En forma puntual, Scian y Donnari (1995) correlacionaron el Índice de Anomalía de Humedad con los rendimientos reales de trigo para la localidad de Bordenave (Provincia de Buenos Aires).

Bajo condiciones climáticas donde un factor simple como la disponibilidad de agua prevalece en los rendimientos del cultivo, las técnicas de correlación darán buenos resultados y tendrán un valor de predicción explicando entre un 40% a 80% de la variación anual de los rendimientos (Lomas, 1996).

En las regiones argentinas de agricultura en secano, las anomalías de

humedad constituyen, junto a las heladas tardías los riesgos más importantes que afectan a los rendimientos del cultivo de trigo.

En la obtención del Índice de Sequía de Palmer se obtiene como un resultado intermedio el Índice de Anomalia de Humedad, que tiene la característica de responder en forma inmediata a la precipitación mientras que el Índice de Sequía la registra con cierto retraso.

El objetivo del trabajo es seleccionar mediante técnicas de regresión múltiple variables agroclimáticas que utiliza y genera el Modelo de Palmer para relacionarlas con los rendimientos de trigo en las subregiones ecológicas II Sur, IV y V Sur de Argentina.

MATERIALES Y METODOS

Se generaron los balances hidrológicos según el Modelo de Palmer para cada uno de las tres subregiones trigueras empleando valores medios areales de precipitación, Evapotranspiración Potencial y agua útil.

Los datos mensuales de precipitación corresponden a estaciones del Servicio Meteorológico Nacional. Para la región en estudio se computaron aproximadamente 30 localidades.

Los cálculos de la Evapotranspiración Potencial (ETP) se estimaron según el método de Penman-Monteith. Debido a la carencia de datos meteorológicos para la obtención de la misma para cada uno de los años y a la escasa variación interanual que presentan los valores, se trabajó con una ETP climática.

Se utilizaron datos de rendimientos de trigo a nivel partido y departamento a partir de 1979. Los mismos fueron proporcionados por la Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Si bien en esta información no se indican los cultivares empleados ni la incidencia de plagas y enfermedades, se ajusta a la variación de las condiciones climáticas y edáficas.

Se observó que en la campaña 1985-86 los rendimientos fueron relativamente bajos en toda la región pampeana a pesar de haberse obtenido una buena cantidad de agua acumulada según el Modelo de Palmer. Por este motivo se reajustaron los rendimientos de ese año con valores promedio.

El modelo estadístico empleado fue el método de regresión múltiple cuya ecuación general se expresa:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum b_i x_i + b_t T$$

donde $\hat{Y} = b_0 + \sum b_i x_i + b_t T$
 \hat{Y} : donde:
 b_0 :
 b_i :
 x_i : \hat{Y} : rendimiento estimado
 b_t : b_0 : constante
 T : b_i : coeficientes de la variable independiente
 x_i : variables climáticas independientes
 b_t : coeficiente del término de tendencia
 T : tendencia

regresión es conocido como regresión "stepwise", que introduce y elimina las variables independientes de una por vez, a partir de un conjunto de variables potenciales.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 a), b) y c) se presenta la serie de anomalías de humedad Z mensual para cada una de las subregiones. En el mismo gráfico se muestran las anomalías de precipitación acumuladas en el lapso de septiembre a noviembre, por ser el período crítico del trigo con respecto al agua, y los rendimientos medios.

Puede observarse como acompañan los rendimientos a las disponibilidades de agua así como un exceso de agua produce una reducción en los rendimientos. Esto es lo que sucedió en 1985 donde la situación climática produjo una buena implantación del trigo, luego el mismo se vió afectado por las

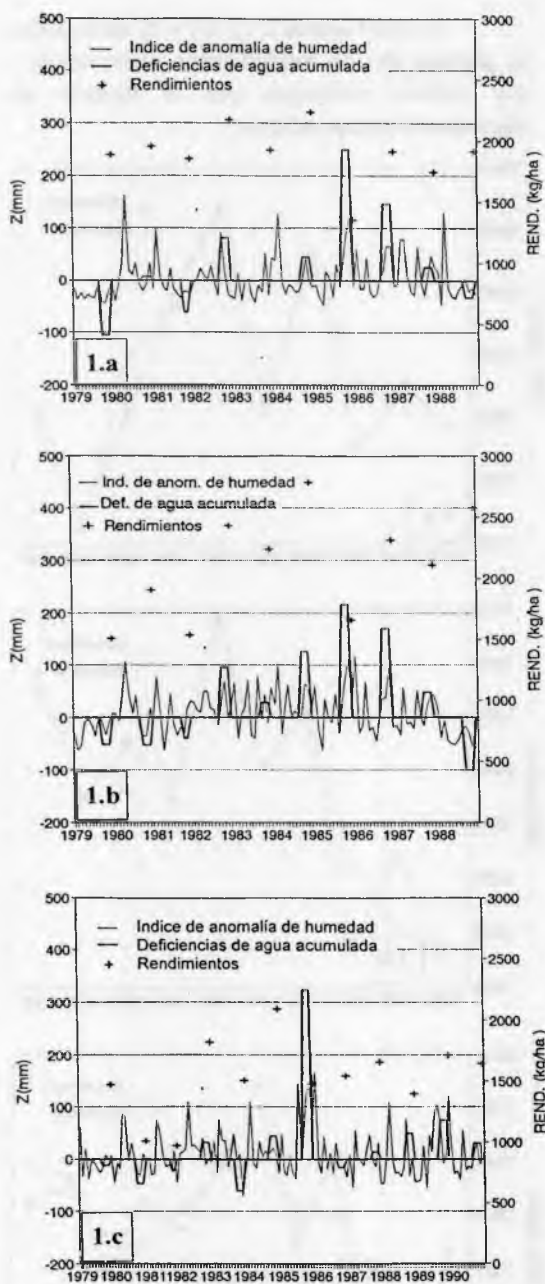


Figura 1. Serie de anomalías de humedad, deficiencias de agua acumulada y rendimientos para las regiones a) II Sur, b) IV y c) V Sur.

abundantes precipitaciones, anegaciones e inundaciones junto a heladas y altas

temperaturas que pudieron incidir en los rendimientos (comunicación personal de J.L. Ibaldi - Asociación de Cooperativas Argentinas- Bahía Blanca). Así también en los años 1988-1989 las sequías severas redujeron la producción nacional de granos en más de un 30%, (Sierra et al., 1993).

Se probaron las variables agroclimáticas para los distintos meses dentro del ciclo de cultivo tales como almacenaje total y profundo, déficit de evapotranspiración relativa, índice de anomalía de humedad (Z), índice de stress hídrico (P-ETP).

Debido a que se dispuso de pocos años de rendimiento que limitan el número de variables a incorporar en el modelo, se consideraron nuevas variables que fueran combinaciones lineales de las originales: así se obtuvieron términos cuadráticos y promedios pesados. Estos últimos se obtuvieron multiplicando los valores de Z por el coeficiente kc de cultivo de cada mes. Se incorporó la tendencia como una variable tecnológica.

Las variables seleccionadas, las ecuaciones y los coeficientes del modelo de regresión correspondientes a cada una de las regiones se presentan a continuación.

REGION II Sur

$$\hat{Y} = 1975 - 0,19 Z7Y8C + 2,87 Z9Y10P + 24,3 P-ETP6Y7$$

$$R^2 = 86\%$$

$$\text{Error Std} = 69 \text{ kg/ha}$$

donde:

$$Z7Y8C \text{ (promedio pesado y cuadrático para julio y agosto)} = \frac{(kc(Z)_{jul}^2 + kc(Z)_{ago}^2)}{(kc_{jul} + kc_{ago})}$$

$$Z9Y10P \text{ (promedio pesado para septiembre y octubre)} = \frac{((kc Z)_{sep} + (kc Z)_{oct})}{(kc_{sep} + kc_{oct})}$$

$$P-ETP6Y7 \text{ (promedio junio y julio)} = \frac{((P-ETP)_{jun} + (P-ETP)_{jul})}{2}$$

REGION IV

$$\hat{Y} = 1996 + 129 \text{ TEND} - 0,38 Z7^2 + 5,73 Z7Y8P$$

$$R^2 = 84\%$$

$$\text{Error Std} = 200 \text{ kg/ha}$$

donde Z7Y8P (idem Región II Sur) para julio y agosto.

TEND = tendencia lineal

REGION V Sur

$$\hat{Y} = 1248 + 103 \text{ TEND} + 12 Z9Y10P - 0,08 Z9Y10C$$

$$R^2 = 62\%$$

$$\text{Error Std} = 232 \text{ kg/ha}$$

donde Z9Y10P y Z9Y10C (idem Región II Sur).

Las ecuaciones de regresión obtenidas no son función de variables meteorológicas directas, como la precipitación y la temperatura, sino que encierran en una sola variable las contribuciones que aportan los factores térmicos e hídricos a los rendimientos.

El Índice de Anomalia de Humedad para los meses de julio a octubre, en distintas combinaciones, es el que refleja mejor la variabilidad de los rendimientos en toda la región.

En particular para la Región II Sur el Índice de Stress Hídrico influye durante junio y julio. Durante los años analizados los rendimientos no se ven afectados por la tecnología indicando que ésta no pudo compensar el exceso de humedad observado, (Sierra et al., 1995).

Los mejores ajuste resultaron para las regiones II Sur y IV mientras que en la región V Sur se logró alcanzar un 62% de la explicación de la variabilidad anual de los rendimientos.

En las Figuras 2 a), b) y c) se muestra la marcha de los rendimientos observados y los valores estimados por el modelo de regresión correspondiente.

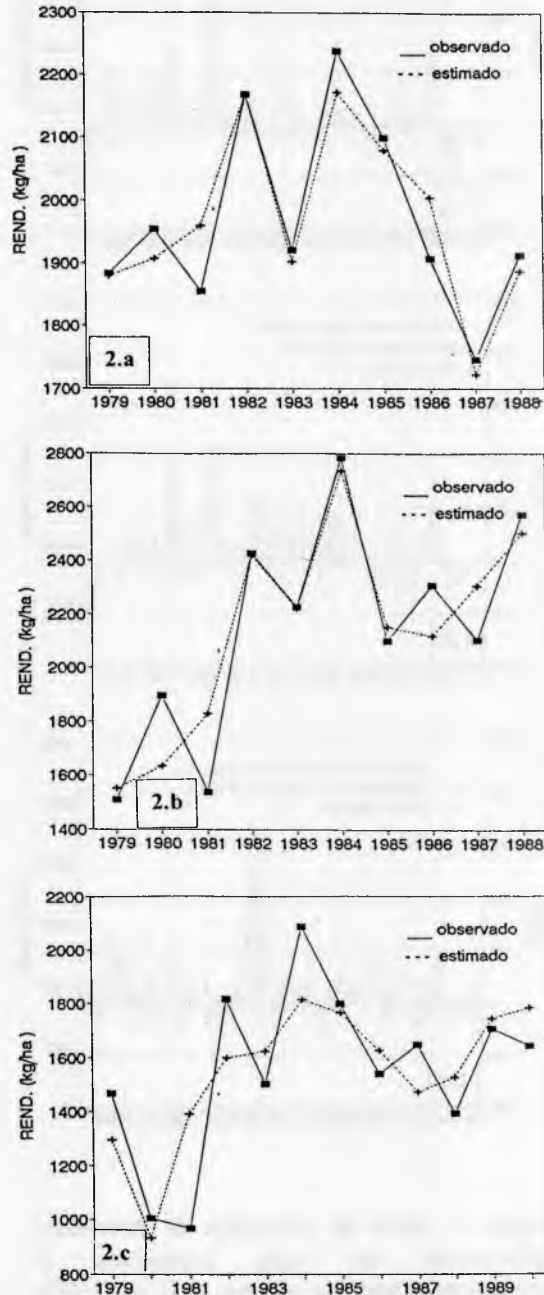


Figura 2. Rendimientos observados y estimados para las regiones a) II Sur, b) IV y c) V Sur.

Los pocos años de información de rendimientos impidieron la verificación de estos modelos.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede decir que no sólo en su aplicación puntual sino también para amplias áreas de cultivo el empleo de Índices Hídricos medios tales como el de Anomalía de Humedad de Palmer y el de Stress son variables apropiadas para estimar los rendimientos a escala regional.

Se considera que el número de localidades de acuerdo a la dimensión de las regiones es el adecuado debido a la homogeneidad de las mismas.

Los coeficientes de determinación obtenidos demuestran la bondad de las estimaciones para las regiones II Sur y IV con valores del 86% y 84% respectivamente, mientras que en la V Sur alcanzó un valor de 62%.

BIBLIOGRAFIA

- Lomas, J.** 1996. Agricultural Meteorology Potential Developments and Actual Applications, Conferencia en VII Congreso Argentino de Meteorología y VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología. Buenos Aires.
- Meyer, S.J., K.G. Hubbard and D.A. Wilhite,** 1993. A Crop specific drought index for corn: I Model development and validation. *Agron.J.* 86:388-395.
- Palmer, W.C.** 1965. Meteorological drought. U.S. Dep. Commerce, Weather Bur., Res. Paper 45, 58pp.
- Sakamoto, C.M.,** 1978. The Z index as a variable for crop yield estimation. *Agr. Meteorol.* 19:305-313
- Sakamoto, C.M. and R.E. Jensen.** 1975. Wheat climate models for Argentina and Australia. Final Report submitted to the Environmental Data Service, Center for Climatic and Environmental Studies Service Center, National Weather Service, NOAA, Auburn University, Auburn, Ala.
- Scian, B y M. Donnari.** 1995. El índice de anomalía de humedad Z y su relación con el rendimiento de trigo en Bordenave (Buenos Aires, Argentina). *AgriScientia*. Vol XII (Número especial).
- Sierra, E.M., M.E. Fernandez Long y C. Bustos.** 1993/94. Cronología de inundaciones y sequías en el noreste de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Fac. de Agronomía.* UBA Tomo 14 N°3.
- Sierra, E.M., M. Conde Prat y S. Perez.** 1995. La migración de cultivos de granos como indicadores del cambio climático 1941-93 en la región pampeana argentina. *Revista de la Fac. de Agronomía.* UBA. Tomo 15 N° 2-3.