

EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA CALIDAD DE LOS DATOS DE RADIACION SOLAR GLOBAL EN LOS PRONOSTICOS DE COSECHA

H. Grossi Gallegos* y G. O. Magrin
Instituto de Clima y Agua, CIRN-INTA
Las Cabañas y Los Reseros, Villa Udaondo
1712 Castelar, Buenos Aires, ARGENTINA

RESUMEN

Continuando con estudios realizados anteriormente en la región de la Pampa Húmeda, se analiza en la localidad de Marcos Juárez, Provincia de Córdoba, la variación producida en la estimación de los rendimientos de trigo al alimentar el modelo CERES-Wheat con datos diarios de radiación solar global de diferente calidad, tanto medidos como estimados a través de diferentes correlaciones lineales. Los resultados obtenidos muestran que las estimaciones mejoran cuando se utilizan correlaciones anuales establecidas localmente, no justificándose en la región el uso de correlaciones mensuales. Por otra parte, la utilización de datos extrapolados provoca errores de importancia que se evalúan.

INTRODUCCION

Además del conocido uso en proyectos para el aprovechamiento de la energía solar, los datos de radiación solar global diaria son necesarios para alimentar modelos fisiológicos utilizados para el pronóstico del rendimiento de cosechas, permitiendo así conocer de antemano las posibilidades de obtención anual de alimentos en una dada región.

Si bien uno de los modelos en uso, el CERES-Wheat, ya fue calibrado y validado para algunas variedades de trigo en diferentes ambientes de la región pampeana (1) hallándose un grado satisfactorio de ajuste, la sensibilidad del mismo a los datos de radiación solar fue ensayada de manera tan sólo preliminar en un trabajo anterior (2).

En el mismo se compararon los rendimientos de trigo calculados cuando se alimentaba el modelo con una serie de datos solares supuestos correctos con los obtenidos cuando se modificaba la radiación en -20%, +20% y +40%. Allí se hallaron, dependiendo de las condiciones ambientales dentro de la misma región, diferencias relativas que iban de -5% a -20% (estas diferencias variaban de acuerdo a que el agua actuara o no como limitante).

En el presente trabajo se estudia en la misma región pampeana, en particular en la localidad de Marcos Juárez (Provincia de Córdoba), el efecto producido en la estimación de los rendimientos cuando el modelo se alimenta diariamente con datos solares de diferente calidad.

* Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET.

MATERIALES Y METODOS

Cuando no se dispone de los datos de radiación solar global diaria medidos en la localidad para la que se corre el modelo lo habitual es estimarla a partir de los datos de heliofanía relativa (si se dispone de ellos), utilizando como constantes de la correlación lineal con el índice de claridad los valores 0,18 y 0,55 sugeridos por FAO para la región (3), para cualquier localidad y época del año.

En un trabajo anterior (4) se determinaron las constantes de ajuste de la ecuación de regresión para las localidades en las que la Red Solarimétrica tenía registros, a nivel mensual y anual, diferenciándose aquellas localidades que podrían utilizar valores únicos para todo el año ya que la no consideración de su variación podía provocar errores de estimación por debajo del 10%. Entre estas últimas estaban las estaciones de Marcos Juárez y Rafaela (Provincia de Santa Fe).

En esta oportunidad se corrió el modelo para Marcos Juárez para los años 1979, 1980, 1981 y 1982, que eran los que ofrecían mayor completitud en la información diaria de radiación y de heliofanía. Las cuatro opciones de entrada fueron: (a) datos diarios medidos, (b) datos diarios estimados a partir de valores diarios de la heliofanía utilizando constantes deducidas en el lugar para una regresión lineal única para todo el año, (c) datos diarios estimados a partir de valores diarios de heliofanía utilizando una regresión lineal establecida en el lugar para cada mes y (d) datos diarios estimados a partir de valores diarios de heliofanía utilizando constantes recomendadas en trabajos internacionales para la región para todo el año.

Las condiciones ambientales supuestas fueron dos: sin limitación de agua ni de nitrógeno en suelo y con limitación hídrica (sólo agua de lluvia) pero no de nitrógeno.

Luego de ello, suponiendo que no existe ningún tipo de información de radiación en Marcos Juárez y que se pretende utilizar los de una localidad cercana dentro de la misma región climática en la que se ubica, supuestamente homogénea (por ejemplo Rafaela, Provincia de Santa Fe, distante 165 km), se repite el mismo procedimiento, alimentándose el modelo con las cuatro calidades de radiación para así analizar las diferencias que se obtienen en los rendimientos que se estiman.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para los rindes estimados (kg/ha) en cada uno de los cuatro años y los correspondientes promedios se muestran en la Tabla 1 para el caso de no existir limitaciones, representándose los valores medios en la Figura 1. En la Tabla 2 se muestran los resultados para el caso de existir limitación hídrica en el suelo, representándose los promedios en la Figura 2.

Alimentando el modelo con datos de radiación solar de Rafaela se obtuvieron para Marcos Juárez los resultados que se muestran en la Tabla 3 para el caso de no existir limitaciones, mientras que en la Tabla 4 se presentan los valores obtenidos para el caso de existir limitación hídrica.

AÑO	RADIACION MEDIDA	COEFICIENTES MENSUALES	COEFICIENTES ANUALES	COEFICIENTES FAO
1979	6500	6790	6740	6270
1980	6660	6720	6740	6520
1981	6850	6840	6870	6850
1982	5810	5820	5860	5810
1979-82	6455 (±453)	6542 (±484)	6552 (±466)	6265 (±458)

Tabla 1. Rendimientos anuales y promedio para trigo en Marcos Juárez obtenidos alimentando el modelo con datos de radiación de diferente calidad, sin limitaciones ambientales.

AÑO	RADIACION MEDIDA	COEFICIENTES MENSUALES	COEFICIENTES ANUALES	COEFICIENTES FAO
1979	6530	6600	6560	6270
1980	1720	1830	1820	2030
1981	2360	2290	2190	2570
1982	5830	5800	5840	5620
1979-82	4110 (±242)	4130 (±242)	4103 (±244)	4122 (±213)

Tabla 2. Rendimientos anuales y promedio para trigo en Marcos Juárez obtenidos alimentando el modelo con datos de radiación de diferente calidad, con limitación hídrica.

Para el caso de existir limitación hídrica las subestimaciones observadas son de 9,7%, 13,5%, 18,8 % y 12,2%, mientras que para el promedio el valor resulta subestimado en 12,2%.

Los promedios de radiación solar global para el período en cuestión (esto es, de junio a noviembre) durante esos cuatro años fueron de $14,7 \text{ MJ/m}^2\text{-día}$ para ambas localidades, refirmando la homogeneidad de la región. Un resultado similar se observa comparando los promedios mensuales en cada localidad, año por año: en los primeros meses del período (junio a agosto), Rafaela registró en promedio valores algo mayores, mientras que en los otros tres meses se registró lo contrario; de todas maneras, en ninguno de los casos las diferencias entre los promedios superaron el error instrumental.

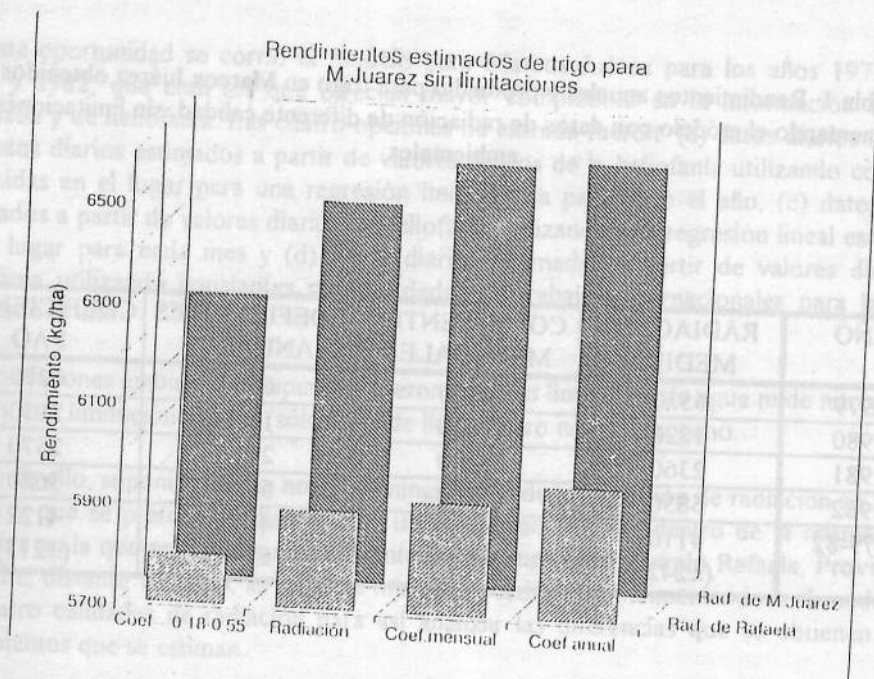


Figura 3. Comparación gráfica de los rendimientos medios estimados para Marcos Juárez, sin limitación hídrica, calculados a partir de datos de radiación locales y de Rafaela.

Resulta evidente entonces que las diferencias diarias entre los valores de radiación solar global registrados en cada localidad son los responsables de las diferencias obtenidas en cada corrida, lo cual era esperable ya que, del estudio de la variabilidad espacial de los valores de radiación obtenidos por la Red Solarimétrica en la Pampa Húmeda (5) resultó que, con un nivel de confianza del 67%, el coeficiente de variabilidad de los valores diarios a una distancia de 165 km entre las estaciones era de 23%.

AÑO	RADIACION MEDIDA	COEFICIENTES MENSUALES	COEFICIENTES ANUALES	COEFICIENTES FAO
1979	5899	5945	5989	5808
1980	6270	6143	6158	6009
1981	6272	6422	6456	6302
1982	5135	5182	5243	5060
1979-82	5893 (±537)	5920 (±531)	5963 (±519)	5795 (±530)

Tabla 3. Rendimientos anuales y promedios para trigo en Marcos Juárez obtenidos alimentando el modelo con datos de radiación de diferente calidad extrapolados de Rafaela, sin limitaciones ambientales.

AÑO	RADIACION MEDIDA	COEFICIENTES MENSUALES	COEFICIENTES ANUALES	COEFICIENTES FAO
1979	5899	5945	5989	5808
1980	1487	1493	1458	1575
1981	1916	1764	1701	1955
1982	5116	5181	5200	5043
1979-82	3608 (±223)	3593 (±229)	3587 (±234)	3595 (±214)

Tabla 4. Rendimientos anuales y promedio para trigo en Marcos Juárez obtenidos alimentando el modelo con datos de radiación de diferente calidad extrapolados de Rafaela, con limitación hídrica.

Las Figuras 3 y 4 muestran las diferencias obtenidas con el modelo de pronóstico cuando se lo alimentó con datos de radiación solar medidos o estimados en Rafaela, sin y con limitación hídrica.

Comparando sólo los resultados del modelo para el caso de ser alimentado con datos de radiación medida en Rafaela con los valores hallados para datos medidos en Marcos Juárez, las diferencias observadas varían con las condiciones ambientales y de un año a otro. Es así que, para el caso de no existir limitante hídrica, se subestiman los rendimientos en 9,2%, 5,8%, 8,4% y 11,6% respectivamente, mientras que para el promedio de los cuatro años la subestimación es del 8,7%.

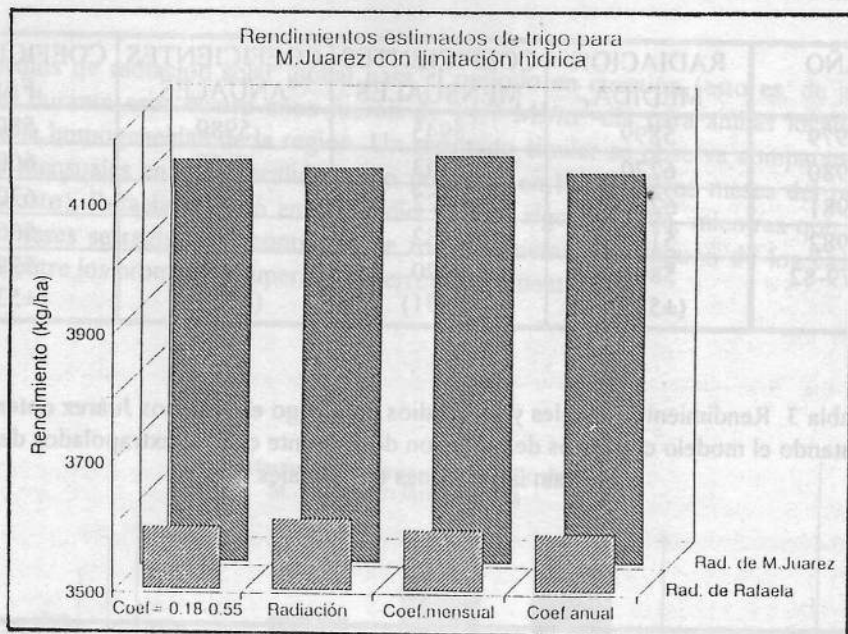


Figura 4. Comparación gráfica de los rendimientos medios estimados para Marcos Juárez, con limitación hídrica, calculados a partir de datos de radiación locales y de Rafaela.

CONCLUSIONES

En primer lugar, analizando los rendimientos promedio hallados para Marcos Juárez (con datos de radiación locales de diferente calidad) se puede observar que, para condiciones ambientales no limitantes, el uso de las constantes determinadas localmente mejora los resultados de las estimaciones con respecto a las constantes de FAO; para el caso de limitación hídrica la mejora no es tan apreciable y en ninguno de los dos casos se justifica el uso de las constantes mensuales.

En la estimación de los valores anuales aparecen conductas diversas: cuando no existen limitantes, los rendimientos estimados resultan ligeramente superiores o inferiores a los calculados con la radiación medida si se utilizan las constantes anuales o las de FAO, respectivamente. Pero en el caso de existir limitación hídrica (años 1980 y 1981) las constantes de FAO sobrestiman los rendimientos ya que subestiman el incremento de la demanda ambiental y, en consecuencia, reducen el grado de "stress" hídrico. En síntesis, puede afirmarse que los coeficientes de FAO tienden a "suavizar" los rendimientos, subestimando los máximos y sobrestimando los mínimos (en la Figura 5 se presenta un ejemplo visual de lo dicho).

En lo que respecta al efecto de extrapolar valores de radiación medidos o estimados en una estación cercana dentro de la misma región climática, si bien se ha evaluado sólo un par de

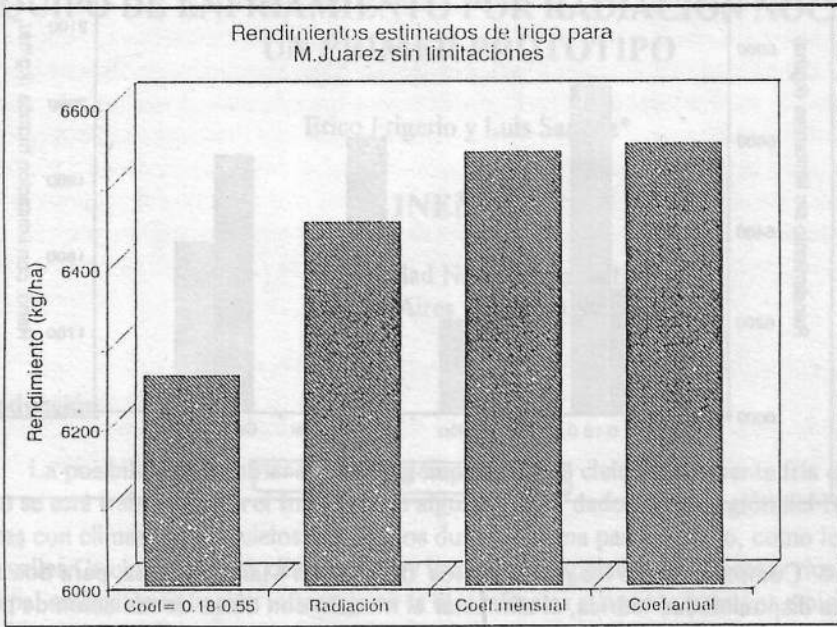


Figura 1. Representación de los promedios de los rendimientos estimados de trigo para Marcos Juárez sin limitaciones ambientales, utilizando datos de radiación de diferente calidad.

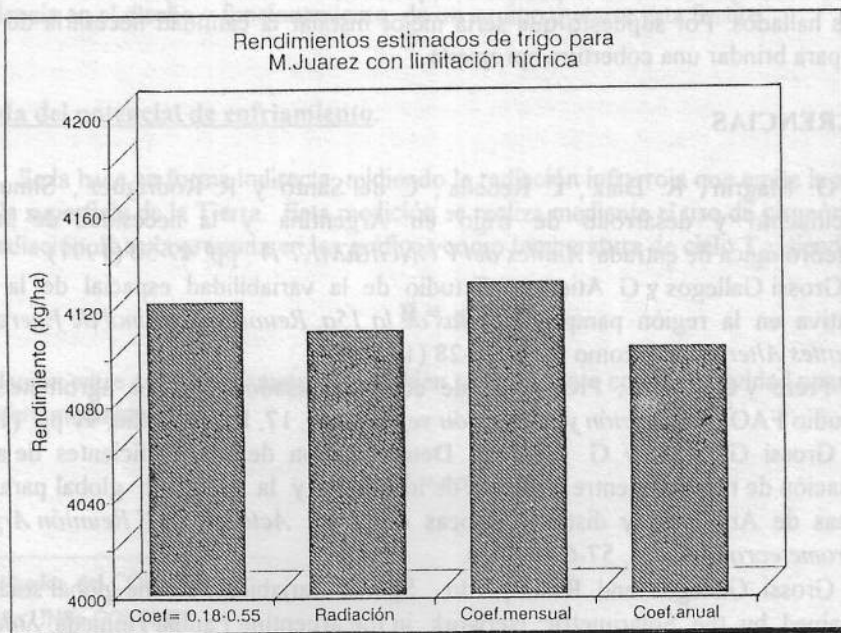


Figura 2. Representación de los promedios de los rendimientos estimados de trigo para Marcos Juárez con limitación hídrica, utilizando datos de radiación de diferente calidad.

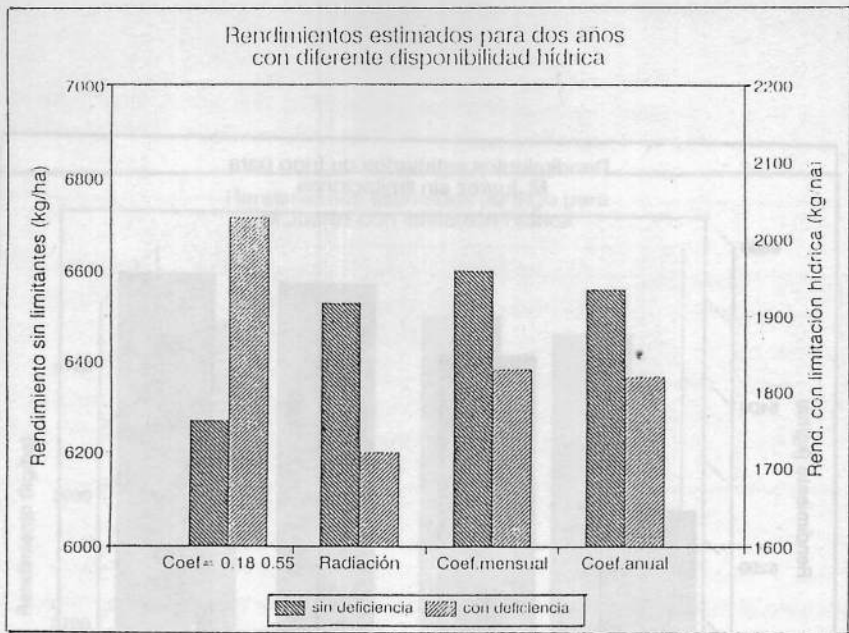


Figura 5. Comparación de los rendimientos de trigo en Marcos Juárez, para dos años con distinta disponibilidad hídrica, al alimentar el modelo con datos de radiación de diferente calidad.

estaciones dentro de la Pampa Húmeda y en un número limitado de años, los errores hallados aconsejan evitar en lo posible esta práctica o tenerlos muy en cuenta al analizar los valores hallados. Por supuesto que sería mejor instalar la cantidad necesaria de estaciones como para brindar una cobertura apropiada.

REFERENCIAS

1. G. O. Magrin, R. Díaz, C. Rebella, C. del Santo y R. Rodríguez, Simulación del crecimiento y desarrollo de trigo en Argentina y la necesidad de información meteorológica de entrada. *Anales del CONGRESO MET IV*, pp. 49-50 (1991).
2. H. Grossi Gallegos y G. Atienza, Estudio de la variabilidad espacial de la heliofanía relativa en la región pampeana. *Actas de la 15a. Reunión Nacional de Energía Solar y Fuentes Alternativas*, tomo I, pp. 21-28 (1992).
3. M. Frère y G. Popov, Pronóstico de cosecha basado en datos agrometeorológicos. Estudio FAO: *Producción y protección vegetal* No. 17, Roma, Italia, 99 pp. (1980).
4. H. Grossi Gallegos y G. Atienza, Determinación de los coeficientes de ajuste de la ecuación de regresión entre las horas de insolación y la radiación global para diferentes zonas de Argentina y distintas épocas del año. *Actas de la V Reunión Argentina de Agrometeorología*, pp. 57-62 (1991).
5. H. Grossi Gallegos and R. Lopardo, Spatial variability of the global solar radiation obtained by the Solarimetric Network in the Argentine Pampa Húmeda. *Solar Energy*, Vol. 40, No. 5, pp. 397-404 (1988).