

# Comparación entre agroclimas cuasi homólogos de la provincia de Córdoba basada en atributos de riesgo

Antonio de la Casa

## RESUMEN

Distintos procedimientos de clasificaciones agroclimáticas muestran un comportamiento homogéneo en el sector semiárido de la provincia de Córdoba. Tal es el caso de los departamentos Río II y Río IV, que si bien presentan ciertas características semejantes, difieren en otras relacionadas con la productividad de los cultivos y en los niveles de riesgo agrícola.

Se compara el comportamiento productivo de los cultivos de maíz y de sorgo, mediante el uso de un indicador obtenido de la integración del "Período disponible de lluvias efectivas". Esta variable, junto a la "Variabilidad de la semana de siembra" y al "Porcentaje de pérdida de cosechas", integran un sistema taxonómico cuya adecuación es analizada.

El factor de riesgo agrícola de Río II, con un "Porcentaje de pérdida de cosechas" del 21 %, se pone de manifiesto por medio de una relación lineal que presenta menor ordenada al origen y mayor dependencia con la disponibilidad de lluvias efectivas para asegurar rendimientos más elevados.

Las relaciones contrastadas indican diferencias estadísticamente significativas entre los departamentos para ambos cultivos, mientras el sorgo confirma un comportamiento más independiente de la oferta hídrica. Las variables agroclimáticas del procedimiento taxonómico, demuestran su capacidad para interpretar la condición de riesgo de los sistemas productivos de secano, lo que constituye un avance para la planificación agrícola.

**Palabras clave:** taxonomía agroclimática, productividad, riesgo climático, integral del período disponible de lluvias efectivas.

Antonio de la Casa, 1993. A comparison among quasi homologous agroclimatic regions in Córdoba province. Agriscientia, X : 55-61.

## SUMMARY

Different agroclimatic classifications show an homogeneous behavior in the semi-arid lands of Córdoba Province. This is the situation among Río II County and Río IV County, that pointing out some similar agroclimatic characteristics, have other differentials in relation with the productivity of cereal crops and the associated risk of extensive agriculture.

A methodology to compare the productivity behavior among both Counties is proposed for corn and sorghum crops, using an agroclimatic index which integrates the available effective rainy period.

The major agricultural factor risk at Río II is manifested through a little intercept because a higher number of fail cycles and a larger dependence with a good disponibility of effective rains to assurance greater yields.

Significative statistical differences were observed among both Countys for either crops, but sorghum show the most independent behavior with the hidrologic input.

**Key words:** agroclimatic taxonomy, productivity, risk, integral available effective rainy period.

*Antonio de la Casa. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. cc 509. 5000 Córdoba.*

## INTRODUCCIÓN

La llanura oriental en la Provincia de Córdoba presenta problemas relacionados con la productividad de los cultivos, derivados en gran medida de la variabilidad climática. Esta región se caracteriza por la marginalidad de su actividad agrícola de secano, afectando de manera especial a los cultivos de maíz (Sierra y Pórfido, 1980; de la Casa, 1985) y de sorgo.

En dicho sector se encuentran los departamentos Río II y Río IV, para los cuales distintos procedimientos taxonómicos señalan un comportamiento climático homogéneo. Estas metodologías ponen en relieve ciertas condiciones climáticas distintas, pero a raíz de su carácter general o sistemático, carecen del suficiente detalle para distinguir clases climáticas diferentes en los citados departamentos.

Prego (1963) incluye al sector en la Región Agropecuaria Natural que denomina "Semiárida pampeana". Por otra parte, el balance hídrico climático determina similar categoría Subhúmeda Seca. No obstante, mientras el Índice Hídrico en Río IV resulta  $-7.88$ , en Río II presenta un valor de  $-9.10$ , promedio de 7 localidades en ambos departamentos (de la Casa, 1986).

De acuerdo con un estudio sobre la influencia que ejerce la deficiencia de agua en el suelo sobre el rendimiento de maíz, dichos departamentos aparecen conformando un subgrupo intermedio entre las buenas y malas áreas productoras a nivel provincial. De acuerdo con este análisis, se magnifica el rendimiento en Río IV y se lo subestima en Río II, para un valor de deficiencia hídrica media departamental muy semejante en ambos casos (de la Casa, 1985).

Rodríguez y de la Casa (1990) muestran en la llanura oriental de la provincia de Córdoba la presencia de dos ambientes. Uno corresponde a la condición de equilibrio hídrico durante todo el año (BII mo), con Río Cuarto como exponente típico. En cambio Pilar, perteneciente al Dpto. Río II, integra la región BI mo, en la que predomina una mayor cantidad de meses con deficiencia hídrica. Sin em-

bargo, ambas localidades no presentan diferencias en la magnitud de la deficiencia hídrica anual, ni en su régimen pluvial.

A través de su metodología para determinar la aptitud agroclimática de la República Argentina, De Fina (1992) incluye a las localidades de Pilar y Río Cuarto en el mismo distrito 38/31 4/1 (distrito provincial 15 y nacional 66). No obstante, el monto de precipitación anual, o de cada semestre por separado, es mayor en Río Cuarto.

Por último, a partir de la clasificación agroclimática de la provincia de Córdoba (de la Casa y Rodríguez, 1994), basada en la metodología de zonificación propuesta por Reddy (1983 a y b; 1993), se determinó que Pilar y Río Cuarto pertenecen a la misma clase agroclimática. Sin embargo, mientras el "Período disponible de lluvias efectivas" y el "Número de semanas húmedas y secas" son semejantes, ciertas diferencias en la "Variabilidad de la semana de siembra" y en el "Porcentaje de pérdida de cosechas", hacen sospechar de una diferente condición agroclimática, que resulta en la distinta aptitud productiva de dichas áreas.

Es de particular interés que los procedimientos de zonificación agroclimática sean capaces de rescatar los rasgos más relevantes de la actividad agrícola, en particular aquellos vinculados con su situación de riesgo. Así es posible obtener representaciones fidedignas de las condiciones ambientales y productivas.

Se propone profundizar la interpretación de las variables clasificatorias pertenecientes a un modelo taxonómico específico de los sistemas agrícolas de secano. Los resultados indagados sobre el diferente comportamiento productivo detectado en distintas áreas de una misma clase agroclimática y correspondiente a un territorio parcialmente homogéneo (cuasi homólogo). Es analizado con mayor exactitud el factor de riesgo agrícola en los cultivos de maíz y de sorgo, a partir de atributos que la clasificación agroclimática de Reddy considera diferentes, con el objeto de prescribir las alternativas de uso más convenientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El comportamiento productivo de los cultivos de maíz y sorgo es analizado a partir de datos de rendimiento unitario de las series de estimaciones agropecuarias para los departamentos Río II y Río IV. La extensión disponible de la serie se prolonga desde 1957/58, aunque sólo son consideradas 19 campañas sucesivas, a partir de 1968/69 y hasta 1986/87, en razón de la disponibilidad de información meteorológica.

Los datos meteorológicos básicos corresponden a las estaciones Pilar y Río Cuarto, pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, las cuales son consideradas representativas de los departamentos Río II y Río IV, respectivamente.

Las relaciones agroclimáticas se ponen de manifiesto a través de un análisis de correlación y regresión simple, por medio de las cuales son representados los comportamientos productivos de cada cultivo en ambos departamentos. No es analizada la acción detrimento del exceso hídrico, porque se asume que las relaciones en estudio se manifiestan antes del máximo de la función.

Las variables independientes del análisis corresponden a la integración de la curva del promedio móvil de 14 semanas de la relación PP/ETP semanal para el "período disponible de lluvias efectivas" (G), siendo PP y ETP la precipitación pluvial y la evapotranspiración potencial según Penman, respectivamente.

Los cálculos y consideraciones particulares de las variables aplicadas que permiten utilizar el sistema de clasificación agroclimática para determinar sistemas agrícolas por analogía fue detallado en un trabajo previo (Moore, et al, 1991). La nómina de ellas es la siguiente:

G: Período disponible de lluvias efectivas (semanas).

$\delta$ : Desviación estándar de la semana de siembra (semanas).

D/W: Relación entre el número de semanas secas (D) y húmedas (H).

C: Coeficiente de variación de G (%).

A: Pérdida de cosecha (%).

"Período disponible de lluvias efectivas" (G) se denomina al lapso en semanas cuando el promedio móvil de 14 semanas de la relación PP/ETP supera el valor de 0,75, teniendo en su inicio un valor semanal real mayor a 0,50. El factor de riesgo, ponderado por la variable "Pérdida de cosecha" (A), corresponde al porcentaje de ciclos con ausencia de G respecto del total considerado.

De las curvas de PP/ETP es integrado gráficamente el valor del período disponible de lluvias efectivas (integral de G), entre comienzo y fin del ciclo de cada campaña agrícola potencial. Esta variable es considerada el indicador agroclimático continuo de situaciones productivas desde inadecuadas hasta favorables para cultivos de ciclo estival. El otro indicador es el valor anual acumulado por debajo de la curva de promedio móvil con el objeto de considerar la condición hidrológica del resto del año.

El conjunto de variables agroclimáticas clasificatorias fueron determinadas siguiendo la metodología original de Reddy (1983 a, 1983 b), sin el ajuste por limitaciones térmicas debido a su escasa incidencia en esta región (de la Casa y Rodríguez, 1994). A modo de síntesis el mismo se conforma de la siguiente manera:

Clase	$\left\{ \begin{array}{l} \bar{G} \\ \frac{\delta}{D/W} \\ C \end{array} \right.$	Zona
		Subzona
		Grupo
		Subgrupo

La falta de especificidad de esta metodología taxonómica hace aceptable su empleo indistinto para los cultivos de maíz y de sorgo. El interés de aplicarla se debe al carácter específico que presentan sus variables clasificatorias para interpretar globalmente al sistema agrícola de secano desde una concepción analógica. Se considera que otras técnicas de análisis agroclimático poseen una mayor capacidad predictiva, y que mediante su empleo puede profundizarse en las causas que determinan el rendimiento de cada particular situación edafoclimática.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las clases taxonómicas de Pilar y Río Cuarto, según aparece en la Tabla 1, sólo difieren a nivel de

**Tabla 1:** Variables Agroclimáticas Clasificatorias para Pilar y Río Cuarto.

	$\bar{G}$	$\delta$	$D/W$	C %	A %	Clase
Pilar	16,6	5,8	6,0/4,2	67	21	3 2 3 4
Río Cuarto	16,6	10,9	6,5/4,6	59	16	3 1 3 4

subzona, a causa de la diferente variabilidad en la semana de siembra ( $\delta$ ). La variable A % también presenta una diferencia apreciable del 23 %. Sin embargo, la heterogeneidad advertida no es suficiente para justificar categorías taxonómicas distintas, al punto que las sugerencias de uso originales (Reddy, 1993), son similares en ambos casos. Estos resultados confirman que se trata de ambientes casi homólogos.

Las relaciones agroclimáticas entre el rendimiento departamental de maíz y la integral del período disponible de lluvias efectivas ponen de manifiesto una correlación lineal estadísticamente significativa ( $P < 0,01 \%$ ) en Río II, mientras que el coeficiente de correlación obtenido para Río IV corresponde a una asociación menos confiable ( $P < 0,05 \%$ ) (Figura 1).

Además de la aceptable relación estadística, se aprecia que en Río II la ordenada al origen es 334 kg/Ha menor y el coeficiente angular 1,81 kg/unidad de G mayor que el de Río IV. Cuando se analiza al cultivo de sorgo (Figura 2), los distintos coeficientes de regresión obtenidos, atribuibles a las específicas relaciones bioclimáticas de satisfacción y tolerancia propias de cada especie, conservan el mismo patrón en ambos departamentos.

A pesar de las diferencias advertidas, al incluir a ambas localidades en igual zona agronómica homogénea, se aprecia que el sistema taxonómico aplicado tampoco alcanza a delimitar la región con suficiente exactitud. En cambio, el empleo de las variables clasificatorias para expresar el comportamiento productivo de las áreas analizadas, permite valorar con mas detalle la situación de riesgo climático de los sistema de producción agrícola extensivos.

Para analizar este diferente comportamiento, que se pone de manifiesto a través de las distintas recetas de regresión obtenidas, fueron comparados los respectivos indicadores agroclimáticos, durante el ciclo y el resto del año.

Los resultados que aparecen en la Figura 3, indican que el promedio de la integral anual de la curva del promedio móvil de 14 semanas de la relación PP/ETP es 640 en Río IV y 624 en Río II. El período disponible de lluvias efectivas (G), con una extensión similar de 16,6 semanas, resulta mayor en Río II (ver leyendas de la fig. 3). Según esto, la condición hidrológica de Río II presenta mayor disponibilidad durante el período de cultivo de las especies de ciclo estival (maíz y sorgo), manteniendo la situación relativamente menos húmeda el resto del tiempo. La lectura inversa corresponde a Río IV.

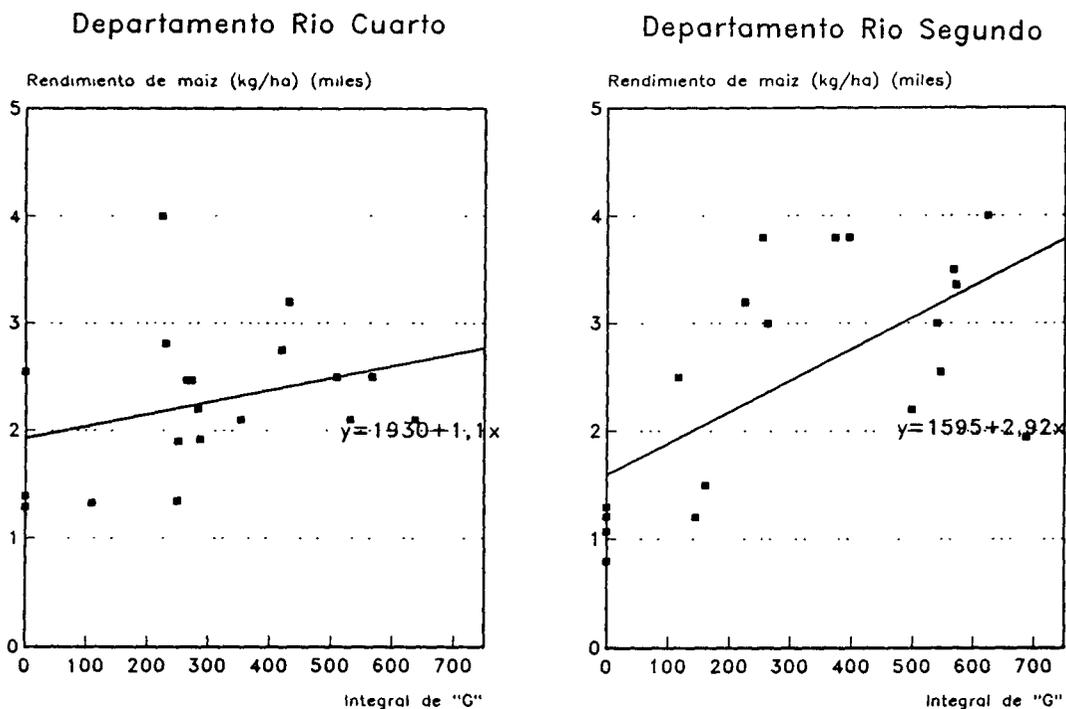


Figura 1. Relación entre el rendimiento de maíz en los departamentos Río II y Río IV y la integral del Período disponible de lluvias efectivas.

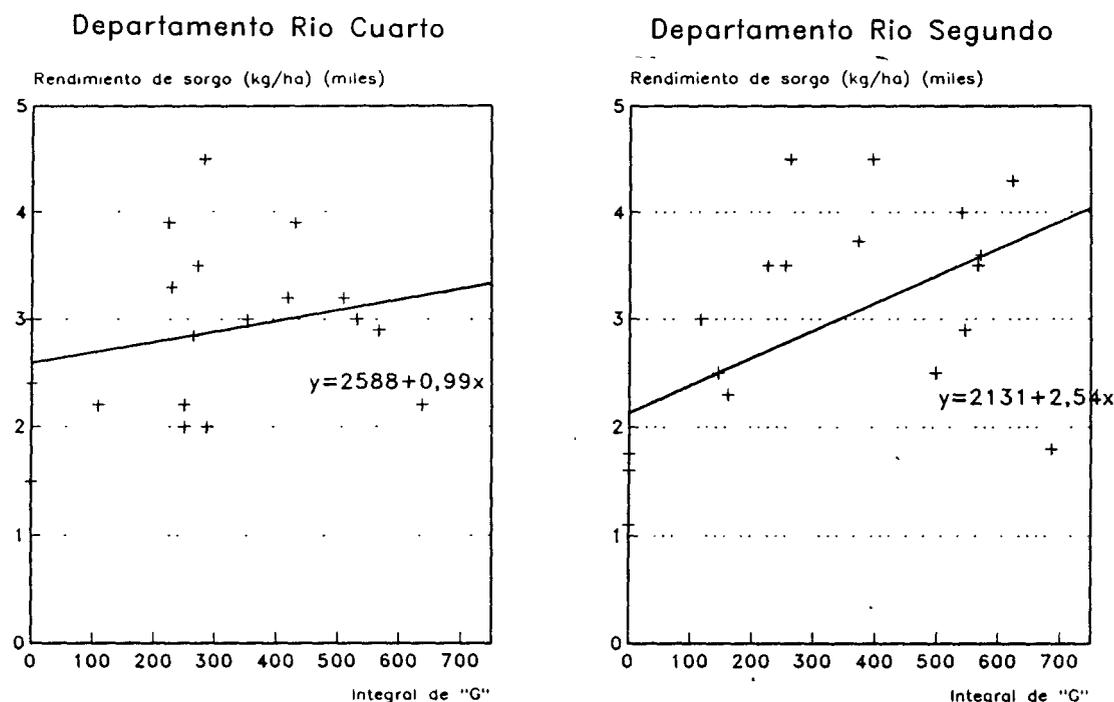


Figura 2. Relación entre el rendimiento de sorgo en los departamentos Río II y Río IV y la integral del Período disponible de lluvias efectivas.

El nivel de riesgo agrícola en Río IV se corresponde con un mayor valor de la ordenada al origen debido a sólo 3 ciclos productivos fallidos en lugar de los 4 contabilizados en Río II. En lugar de una expresión nula, la pérdida de cosecha debe interpretarse como un valor de rendimiento no rentable. En otras palabras, Río IV asegura un nivel de cosecha mas elevado el año que presenta un ciclo de lluvias insuficientes.

Por otro lado, el valor promedio de la integral durante el período disponible de lluvias efectivas revela que Río II presenta un mayor potencial para los cultivos estivales. Sin embargo, la menor ordenada al origen, y la marcada pendiente positiva de su comportamiento agroclimático, ponen de manifiesto una mayor dependencia de los rendimientos con las condiciones hídricas imperantes durante la época de lluvias.

Dicha dependencia no resulta tan decisiva en Río IV. Es más, la situación de menor concentración prolonga el resto del tiempo una condición hidrológica mas equilibrada. El valor de 10,8 semanas para  $\delta$  en Río IV, frente a las 5,8 semanas de Pilar, es otra evidencia en tal sentido.

Por último, resulta interesante constatar que tanto las series de rendimiento como el índice agroclimático C, presentan menor variabilidad en Río IV. Esto expresa a otro componente de la diferente aptitud productiva que distingue a cada depar-

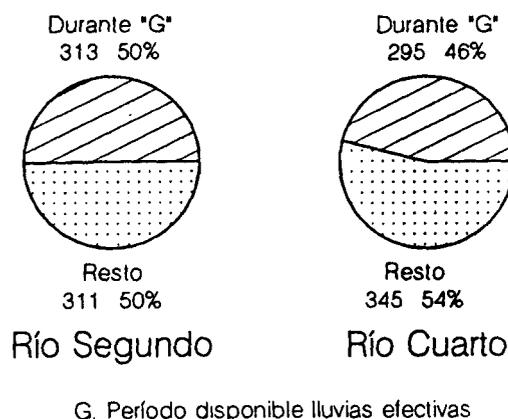


Figura 3. Esquema de la división del año calendario para el promedio que comprende a la integral del período disponible de lluvias efectivas en los Departamentos Río II y Río IV.

**Tabla 2.** Coeficientes estadísticos obtenidos de las relaciones r: Coeficiente de correlación. Sig. Est.: Significación estadística (Prueba de t). ns: no significativa.

Departamento	Cultivo	Intercepción	Pendiente	r	Sig. Est.
Río II	Maíz	1595,83	2,92	0,63	> 99 %
	Sorgo	2131,90	2,54	0,54	> 95 %
Río IV	Maíz	1930,73	1,11	0,30	ns
	Sorgo	2588,78	0,99	0,24	ns

tamento. Mientras una mayor integral del período disponible de lluvias efectivas favorece las condiciones productivas de Río II, lo que le confiere mayor potencialidad desde este punto de vista, en Río IV se da una menor dependencia entre las condiciones agroclimáticas y los rendimientos de maíz o sorgo, lo que justifica el factor de riesgo agrícola más atenuado. Viglizzo (1989) define a la diferente interacción sistema-ambiente de Río II y Río IV, de alta y baja sensibilidad, respectivamente.

Siguiendo la misma línea de razonamiento, los resultados alcanzados confirman al maíz como cultivo más dependiente de una mayor disponibilidad hídrica que el sorgo. Estadísticamente cabría analizar la diferencia entre cultivos sólo en el Dpto. Río II, en donde los coeficientes de correlación indican una relación significativa. Sin embargo, el resultado en el Dpto. Río IV conserva igual tendencia, siendo el sorgo el cultivo que muestra mayor independencia en ambos casos (Tabla 2). Según esto, se justifica la decisión de cultivar sorgo granífero en lugar de maíz cuando las lluvias acusan un comienzo posterior a la fecha media de comienzo del período disponible de lluvias efectivas, o cuando los suelos son de baja capacidad de retención hídrica, según el esquema de sugerencias original. La misma alternativa se propone para zonas climáticas semiáridas del Oeste de África (Sivakumar, 1988).

El punto en común del sistema clasificatorio de Reddy con los antecedentes presentados en Introducción, es el carácter sistemático racional del procedimiento, por lo cual subsiste la limitación para demarcar ambientes distintos. El aporte más relevante se encuentra en la naturaleza y definición de las variables agroclimáticas empleadas. La especificidad de los atributos para interpretar los sistemas agrícolas de secano por medio del riesgo climático implícito, se constituye en el principal avance taxonómico del método.

## CONCLUSIONES

Los atributos seleccionados para ponderar la condición de riesgo agrícola, pertenecientes a un procedimiento de clasificación agroclimática, permitieron determinar diferencias en el comportamiento productivo de maíz y sorgo en los ambientes cuasi homólogos de Río II y Río IV.

En el Departamento Río II los rendimientos medio departamentales de maíz y de sorgo tienen una dependencia significativa con el indicador de la oferta hídrica, habiéndose encontrado independencia en Río IV para idénticos supuestos.

Esta diferente aptitud se asocia al mayor valor de la integral del período disponible de lluvias efectivas, la menor ordenada al origen y mayor pendiente de las relaciones agroclimáticas, que determinan en conjunto mayor potencial y riesgo para los cultivos estivales en Río II y una situación opuesta en Río IV.

Comparando el comportamiento de los cultivos de maíz y sorgo, se demuestra que el segundo presenta una aptitud productiva que resulta más dependiente de la oferta hídrica y, por consiguiente, debe ser utilizado preferentemente cuando el período potencial de cultivo acusa un comienzo tardío o el suelo es de baja capacidad de almacenaje de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- de la Casa, A.C., 1985. La deficiencia del agua en el suelo con respecto al cultivo del maíz en la Región Semiárida de la provincia de Córdoba. Actas III Reunión Argentina de Agrometeorología: 133-148. Córdoba, 1987.
- de la Casa, A.C. 1986. Estudio Agroclimático de la Región Semiárida de la Provincia de Córdoba. Informe Final Beca de Iniciación CONICET. Inédito.
- de la Casa, A.C. y A.R. Rodríguez, 1994. Zonificación Agroclimática de la Provincia de Córdoba, Tercera Parte: Sistemas Agrícolas Sugeridos y sus Riesgos Climáticos Asociados. Resumen remitido a la VI Reunión Argentina de Agrometeorología.

- De Fina, A.L., 1992. Aptitud Agroclimática de la República Argentina. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.
- Moore, F., A.C., de la Casa, A.R. Rodríguez y G. Sánchez, 1991. Zonificación Agroclimática de la Provincia de Córdoba, Segunda Parte: Sistema administrativo de datos y generación de información agroclimática. Actas Segundo Encuentro Académico Tecnológico. IBM-UNC: 102 págs.
- Prego, A.J., 1963. Las tierras áridas y semiáridas de Argentina. Informe Nacional. IDIA 163.
- Reddy, S.J., 1983a. Agroclimatic classification of the semiarid tropics: I. A method for the computation of classificatory variables. *Agric. Meteorol.* 30 : 185-200.
- Reddy, S.J., 1983b. Agroclimatic classification of the semiarid tropics: II. Identification of classificatory variables. *Agric. Meteorol.* 30: 201-219.
- Reddy, S.J.[ed], 1993. Agroclimatic/Agrometeorological techniques. As Applicable to Dry-land Agriculture in Developing Countries. By S. Jeevananda Reddy. 205 págs.
- Rodríguez, A.R. y A.C. de la Casa, 1990. Regiones Hídricas de la República Argentina. *Rev. Cs. Agropec.* VII : 31-40. Córdoba, 1990.
- Sierra, E.M. y O.D. Pórfido, 1980. Factores que afectan los rendimientos en el Región Maicera Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía*, 1 (2) : 49-64, 1980.
- Sivakumar, M.V.K., 1988. Predicting rainy season potential from the onset of rains in Southern Sahelian and Sudanian climatic zones of west Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*, 42 : 295-305.
- Viglizzo, E.F., 1989. La interacción Sistema-Ambiente en condiciones extensivas de producción (Conferencia). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 9 (4) : 279-294.