

Sistemas agrícolas sugeridos y riesgos climáticos asociados en la provincia de Córdoba (Argentina)

de la Casa, A. C. y A.R. Rodríguez

RESUMEN

A partir de variables agroclimáticas específicas de los sistemas productivos de secano, son clasificados distintos ambientes de la Provincia de Córdoba en zonas agrónomicamente homogéneas.

Con los datos meteorológicos diarios de 6 localidades del período 1968/87, se obtuvo información sobre los sistemas de producción mejor adaptados, como así también las prácticas más convenientes y oportunas, sugeridos de acuerdo al riesgo climático que presenta la actividad agrícola. Es utilizada la técnica de analogías agroclimáticas para analizar la potencialidad de las distintas localidades.

Los resultados ponen de manifiesto un adecuado ajuste de la metodología clasificatoria, a pesar de haberse aplicado fuera de la región semiárida tropical de origen. Son detectadas tres zonas agroclimáticas que incluyen: la primera a Villa Dolores, la segunda a Pilar, Río Cuarto y Laboulaye y la restante a Marcos Juárez y Villa de María de Río Seco.

La inclusión de restricciones de naturaleza térmica (período con heladas), con el objeto de extender el esquema de clasificación a regiones agrícolas de climas templados, sólo modifica en Laboulaye la propuesta original. A las sugerencias de aprovechamiento sobre un eventual atraso en la época de siembra, se les debe asignar un nivel de riesgo que integre los factores hídrico y térmico limitantes.

Palabras clave: zonificación, secano, riesgo, sistemas agrícolas sugeridos.

de la Casa, A. C. y A.R. Rodríguez, 1995. Suggested farming systems and calculated associated risk over Córdoba (Argentina). *Agriscientia*, XII (Special Issue): 23-31

SUMMARY

Are classified different locations in Córdoba Province into agronomically relevant homogeneous classes, with agroclimatic variables as relevant to dry-land agricultural. Agroclimatic attributes for 6 locations were calculated assessing the interpretation of their meaning about agricultural systems, cropping patterns recommended, in relation to the climatic risk associated. The agroclimatic analogue technique is used in this aim.

Results show a good agree with the original methodology, though this region is not tropical. Are detected three relevant homogeneous classes, including the first Villa Dolores, the second Pilar, Río Cuarto and Laboulaye, and the third Marcos Juarez and Villa Maria de Río Seco.

The inclusion of thermic restrictions (frezze period), extending the scheme to template climat, modify original method result al Laboulaye only. Delay suggested in the crop planting time must integrate both hidric and thermic risks.

Key words: zonification, dry-land, risk, suggested farming systems.

A. C. de la Casa y A.R. Rodríguez. *Fac. de Ciencias Agropecuarias, U.N. de Córdoba, C.C. 509. 5000 Córdoba, Argentina.*

INTRODUCCIÓN

Una de las técnicas que permiten arbitrar el ordenamiento agrícola es la transferencia de analogías agroclimáticas (Reddy, 1985). Mediante ella es posible prescribir para una región los sistemas culturales, cultivos o prácticas culturales que se realizan en otras áreas con agroclima de similar riesgo.

Esta analogía es más confiable y orientativa cuando proviene de un procedimiento elaborado a partir de variables que expresan las características más relevantes del sistema productivo, en particular aquellas que representan atributos específicos de riesgo. El resultado de esta metodología constituye un diagnóstico preliminar que debe ser ajustado posteriormente a través de otras técnicas de evaluación agroclimática de mayor detalle.

En base a resultados de investigación evaluados en distintos ambientes semiáridos tropicales (Reddy, 1983 a), para considerar la influencia del factor hidrológico, e introduciendo una restricción de carácter térmica por medio del régimen de heladas, se analiza la potencialidad agrícola de la provincia de Córdoba definiendo zonas homogéneas agrónomicamente relevantes. A través del procedimiento taxonómico tomado de referencia (Reddy, 1983 b, c, 1984 a, b, 1988 y 1993), que flexibiliza la sugerencia de uso por medio de distintas situaciones alternativas, son sugeridos los sistemas agrícolas mejor adaptados, como así también aquellas prácticas agronómicas más convenientes y oportunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las localidades empleadas en el presente análisis son Marcos Juárez, Laboulaye, Río Cuarto, Pilar, Villa de María de Río Seco y Villa Dolores, representativas de distintos ambientes de la provincia. En la Figura 1 puede advertirse la ubicación de estas estaciones meteorológicas y apreciar su uniforme distribución geográfica en procura de barrer la totalidad del territorio.

Para este estudio fueron seleccionados los 20 años de datos del período 1968/1987, provenientes de las estaciones meteorológicas de primer orden operadas por el SMN. De esta forma se asegura la homogeneidad de la información producida. Por otra parte, los resultados obtenidos en Manfredi y Marcos Juárez fueron contrastados con los de un trabajo previo procedentes de distinta fuente (de la Casa y Rodríguez, 1991), con el objeto de verificar el procedimiento.

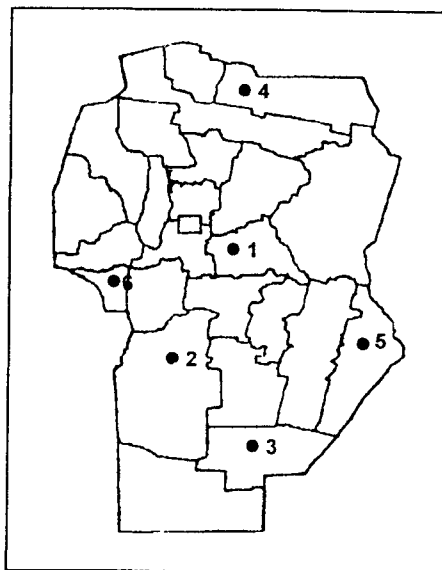


Figura 1: Posición geográfica de las localidades: Pilar (1), Río Cuarto (2), Laboulaye (3), Río Seco (4), Marcos Juárez (5), Villa Dolores (6).

Variables meteorológicas

Precipitación (pp): los datos originales de precipitación corresponden a registros diarios, que dadas las exigencias del método fueron acumulados a nivel semanal, empleando para ello las 52 semanas del calendario civil. No se ha contemplado en este caso la situación de años bisiestos, tomando por semana al período continuo de 7 días en forma sucesiva.

Evapotranspiración potencial (etp): corresponde a valores diarios estimados a través de la metodología de Penman, adaptada por F.A.O. (Frere y Popov, 1986).

Variables agroclimáticas

Éstas son derivadas a partir de los datos meteorológicos. Para su obtención se sigue el procedimiento de cómputo desarrollado en la segunda parte de este proyecto (Moore *et al.*, 1990). La descripción y el análisis de las variables agroclimáticas se realiza con el propósito de explicitar el criterio empleado en su formulación, rescatando los aspectos conceptuales más significativos.

Período disponible de lluvias efectivas (G) (semanas)

Se refiere al lapso de tiempo continuo en el cual se dispone de un suministro adecuado de humedad para el cultivo de secano. Se define como el promedio móvil de 14 semanas de la

relación $pp/etp \geq 0.75$, teniendo en el comienzo de este periodo suficientes lluvias para la siembra [pp/etp (de la curva real) $\geq [0.50]$].

La estación de crecimiento potencial surge de la suma del periodo disponible de lluvias efectivas y del periodo en el cual se dispone de humedad almacenada al final del periodo de lluvias, según la distinta capacidad de almacenaje de agua de los suelos. Esta generalización puede aceptarse para un régimen de precipitaciones concentradas en algún momento del año y, siempre y cuando, la temperatura del aire se mantenga por encima de los umbrales de tolerancia de las especies bajo cultivo.

La longitud de G (semanas) guarda relación con el sistema cultural recomendable para la región y con la productividad agrícola (de la Casa, 1993).

Tabla 1: Clasificación parcial en función del periodo disponible de lluvias efectivas.

Región	Zona	G (semanas)	Sistema cultural
Arida	0	< 5	Pastoral
	1	5 - 8	Simple
	2	8 - 13	Simple/Consociado
Semiárida	3	13 - 18	Consociado/Doble
	4	18 - 21	Doble (M)
	5	> 21	Doble (L)
Subhúmeda	6	> 16	Doble

Referencias:

Simple: un solo cultivo durante el periodo de crecimiento. Consociado: dos cultivos en el mismo lote desfasados en el tiempo (intercultivo).

Doble: dos cultivos en el mismo lote uno a continuación del otro.

M: primer cultivo de ciclo medio.

L: primer cultivo de ciclo largo.

A partir de los valores de G para cada campaña agrícola, se calcula su valor promedio (\bar{G}), desviación estándar (θ) y coeficiente de variación (C%), siendo \bar{G} y C% dos de las variables agroclimáticas que integran el sistema clasificatorio. De acuerdo con el planteo anterior, se aplica la clasificación parcial del área considerando el sistema cultural mas adaptado, según aparece en la Tabla 1.

Momento de siembra y su riesgo asociado (S y δ)

La semana anterior al comienzo de G es considerada la semana de las lluvias de siembra (S), en procura de alcanzar la máxima extensión de aprovechamiento agrícola. Se computa como el número de la semana correlativo desde el comienzo del año. El índice adoptado responde a la condición $pp/etp \geq 0.50$ (curva real), que precede a un periodo húmedo posterior continuo.

Las variables clasificatorias, al igual que en el caso anterior, son S y su desviación estándar (δ). Mientras la semana de comienzo de las lluvias de siembra refleja el momento en el año de inicio probable del ciclo de lluvias, la magnitud de δ representa el riesgo de la operación de siembra. Cuanto mayor sea la dispersión de los valores de S, tanto más riesgosa será la operación de siembra en la región y, al mismo tiempo, habrá una reducción equivalente de la posibilidad de implementar la siembra en seco (la siembra se realiza antes del inicio del ciclo de lluvias y las semillas germinan con las lluvias posteriores), especialmente en suelos de textura gruesa y para una operación de siembra mecanizada. Basada en la magnitud de δ es propuesta la siguiente clasificación parcial, según la Tabla 2.

Tabla 2: Clasificación parcial en función del momento de siembra.

Zona	δ (semanas)	riesgo de siembra	siembra en seco
5	≥ 1.5	Muy bajo	altamente favorable
4	1.5 - 2.0	Bajo	moderadamente favorable
3	2.0 - 3.0	Moderado	favorable
2	3.0 - 6.0	Alto	riesgoso
1	> 6.0	Muy Alto	altamente riesgoso

Periodos húmedos (W) y secos (D) dentro del periodo de lluvias efectivas

Están definidos por el número de semanas en que $pp/etp \geq 1.50$ y $pp/etp \leq 0.50$, para el periodo húmedo (W) y seco (D), respectivamente. Ambos son factores detrimentes del rendimiento, uno por exceso y el otro por deficiencia de agua. También en este caso las

variables agroclimáticas clasificatorias se refieren a sus respectivos valores medios, \bar{W} y \bar{D} , y sus correspondientes desvíos estándar α y β .

Tabla 3: Clasificación parcial respecto al riesgo de anegamiento.

Zona	\bar{W} (semanas)		Riesgo debido al exceso de agua
	$\bar{D} \leq 0.70 W$	$\bar{D} > 0.70 W$	
1	-----	≤ 4	muy bajo
2	≤ 4	-----	bajo
3	-----	4 - 6	bajo moderado
4	4 - 6	-----	moderado
5	-----	6 - 8	moderado
6	6 - 8	-----	moderado alto
7	-----	> 8	moderado alto
8	> 8	-----	alto

El riesgo de anegamiento temporal es calculado según la ocurrencia de periodos húmedos en relación a los periodos secos, que acontecen en el período de lluvias efectivas. Del mismo modo que se realizó con la anteriores variables, es posible discretizar en distintas categorías al espectro de condiciones resultantes y zonificar el área señalando el riesgo asociado al exceso de agua, según lo formula la Tabla 3.

Coefficiente de variación de G (C%).

La información necesaria para establecer el subgrupo del sistema clasificatorio se basa en la variabilidad que manifiesta el periodo disponible de lluvias efectivas. La cuarta clave identificatoria se puede obtener de la Tabla 4.

Peligro esperado de pérdida de cosechas (A%)

Se define en términos porcentuales, por el número de años en relación al total de la serie, con el periodo disponible de lluvias (G) menor a 5 semanas. Un periodo consecutivo de 35 días (5 x 7), marca el lapso de tiempo mínimo necesario para el cumplimiento de la fase reproductiva de un cultivo.

La expresión de este riesgo agrícola general no es considerada específicamente para definir una división del sistema clasificatorio en las

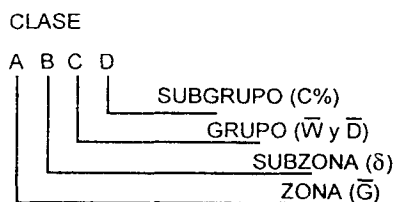
áreas semiáridas. De todos modos constituye otro elemento referencial de la aptitud agroclimática a partir del cual es posible ajustar la planificación agrícola.

Tabla 4: Clasificación parcial respecto a C%

Región	Zona	Coefficiente de variación (C%)	Riesgo
	1	≥ 150	Muy bajo
	2	100 - 150	Bajo
	3	75 - 100	Bajo moderado
semiárida	4	50 - 75	Moderado
	5	25 - 50	Moderado
	6	< 25	Moderado alto

Sistema de Clasificación

El sistema clasificatorio tomado de base para realizar la transferencia de analogías agroclimáticas, prevé para las clases semiáridas una codificación numérica de 4 dígitos. El primero define la zona (A), el segundo la subzona (B), luego el grupo (C) y finalmente el subgrupo (D) (Reddy, 1988, 1993), según el siguiente esquema:



La zona queda definida por medio del valor de la variable \bar{G} , según el cuadro de categorías antes mencionado (Tabla 1). La subzona se define a partir de la variable δ de acuerdo con la clasificación respectiva (Tabla 2). Con los valores de W y D (Tabla 3) se identifica al grupo y con $C\%$ al subgrupo de cada clase.

Éstas y el resto de variables agroclimáticas, permiten realizar una zonificación individual respecto a cada elemento, considerando los factores de riesgo específicos del sistema agrícola de secano, a saber:

G y C% Sistema cultural. Nivel de insumos.
S y δ Momento de siembra.

W y D	Problemas de anegamiento. Elección de cultivos.
A%	Riesgo agrícola. Nivel de insumos.

Los aspectos mencionados reflejan buena parte de la problemática agronómica de secano. El análisis de la aptitud agroclimática de una localidad se hace en una base continua de tiempo, considerando los factores de incidencia agronómica por el valor medio o su dispersión, de acuerdo con la naturaleza del problema. La variabilidad de algunos fenómenos climáticos en ambientes semiáridos, en particular la precipitación, configura una fuente de diferenciación tanto o más importante que los estadígrafos de posición.

Además del riesgo agrícola general, cada factor señalado tiene su propio riesgo asociado, que si bien no participa directamente del esquema clasificatorio, es aplicado para aconsejar modalidades más convenientes o recomendaciones alternativas.

Son consideradas tres situaciones generales dicotómicas: tipo de suelo (de alta o baja capacidad de almacenaje de agua), comienzo anual del ciclo de lluvias (lluvias tempranas o tardías) y régimen de ocurrencia de la precipitación (lluvias de verano o lluvias de verano e invierno). Aunque algunas de estas situaciones no presentan una delimitación absolutamente objetiva, es importante señalar la ventaja operativa que representa dicho ordenamiento, dando lugar a distintas recomendaciones o sugerencias tácticas sobre sistemas de cultivo, especies o modelos culturales, vinculadas en forma estrecha con particulares situaciones regionales.

La repercusión de las heladas es analizada por la superposición entre el período disponible de lluvias efectivas y el período con heladas. La disminución del tiempo favorable para la actividad de secano es indicada por el porcentaje de reducción de \bar{G} .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los seis casos analizados ponen de relieve el carácter transicional del clima en la provincia, desde las clases áridas hacia el Oeste y las subhúmedas en el Este, compartiendo algunos atributos comunes. Los resultados permitieron agrupar a Pilar, Río Cuarto y Laboulaye por un lado, Marcos Juárez y Villa de María de Río Seco por otro y Villa Dolores, en las tres zonas homogéneas detectadas. El factor térmico no permitió detectar ambientes distintos en el rango latitudinal considerado.

La información procesada de Pilar es similar a la obtenida para Manfredi, estación distante a 20 km, en un trabajo anterior (de la Casa y Rodríguez, 1991). La homogeneidad resultante convalida el tratamiento de datos efectuado.

Los resultados de Villa de María de Río Seco ubican a esta localidad en la misma clase agroclimática de Marcos Juárez (5-4 1 5 4). Sin embargo, su cotejo con la condición local pone de manifiesto cierto desajuste que requiere de un análisis particular.

La Tabla 5 presenta el resumen de las variables agroclimáticas clasificatorias y la Tabla 6 el detalle de la valoración efectuada sobre la ocurrencia de heladas en cada localidad.

La repercusión negativa de las heladas aparece como un factor de manifestación regional opuesto al de la disponibilidad de humedad. Mientras que Villa Dolores, en el Oeste de la provincia, presenta independencia entre ambos factores, hacia el Este se produce la mayor frecuencia de casos con superposición. De todas formas, la variable "período disponible de lluvias efectivas libre de heladas" ($G/Hel.$), en todos los casos es menor al 17% (Tabla 6). Este procedimiento taxonómico se manifiesta particularmente adecuado para representar el comportamiento de los sistemas de producción más influenciados por el régimen de lluvias monzónico (estival), donde predominan los cultivos megatérmicos.

La ocurrencia de heladas durante el período de aprovechamiento agrícola potencial no modificó, excepto en Laboulaye, la ubicación de las distintas localidades según el sistema taxonómico original.

Sistemas agrícolas sugeridos

A) De carácter específico

*** 1 2 1 2 (Villa Dolores):** Es la primera clase incluida dentro de las semiáridas y tanto su ubicación geográfica como taxonómica, indica la proximidad con el límite de las clases áridas vecinas del oeste (de la Casa y Rodríguez, 1991). Este límite corresponde a una extensión \bar{G} de 5 semanas, y aunque las áreas áridas presentan un uso agrícola de secano potencial, el elevado factor de riesgo implícito, impone restricciones marcadas en el nivel de insumos aconsejables de usar. De acuerdo con la experiencia local, la actividad agrícola de secano queda principalmente limitada a una escala de consumo familiar.

La variable \bar{S} , presenta una ocurrencia media la última semana del año ($S=51,5$). Sin

embargo, la dispersión de esta variable ($\delta = 3.9$ semanas) es lo suficientemente grande como para ubicarla en la categoría de riesgosa respecto a la siembra en seco.

Las sugerencias de uso y manejo agroclimático proponen para el ciclo de lluvias predominantemente estival, cuando estas acusan un comienzo anterior a δ y en suelos de alta o baja capacidad de retención, el intercultivo de sorgo o poroto en el primer caso y mijo perla, maní o poroto en el segundo. En suelos de buena capacidad de retención y una vez que el comienzo de las lluvias ha superado el valor de \bar{S} , puede ser conveniente realizar la práctica de barbecho para cultivar sorgo, mijo perla o caupi durante el otoño (posterior a las lluvias), procurando no introducirse en el período con heladas. En cambio, en suelos de baja retención hídrica y lluvias tardías, es recomendable un único (simple) cultivo de mijo perla, maní o poroto.

Se advierte en todos los casos la necesidad de usar variedades de ciclo corto que permitan cubrir el reducido período de lluvias disponibles, eventualmente extendido por el almacenaje remanente de agua en el suelo.

*** 3 1,2 3 4 (Pilar, Río Cuarto y Laboulaye):** Con lluvias concentradas en el semestre cálido, presenta una aptitud o potencialidad adecuada para el sistema cultural de intercultivo o de doble cultivo. El sistema agrícola de intercultivo se refiere en términos estrictos a cultivar en un mismo lote dos o más especies de diferente ciclo, según diversos esquemas geométricos que permitan las labores agrícolas (Ofori y Stern, 1987). Sin embargo, si se extiende este concepto a su máxima expresión, puede considerarse como tal al sistema cultural que empleando una especie por lote (cultivo simple), se integre con dos o más parcelas. Esto representa una modalidad que contribuye a disminuir el riesgo potencial y es una práctica común en la región.

La situación más favorable, con un suelo de alta capacidad de retención y lluvias tempranas (anterior a \bar{S}), permite el sistema de intercultivo o doble cultivo empleando especies tales como maíz, poroto o sorgo. En cambio, para suelos de baja capacidad de retención, las especies sugeridas son maní, poroto, sisal, sorgo o mijo perla. La adecuación del intercultivo o doble cultivo depende del ciclo de las variedades usadas. Sin embargo, la propuesta de un sistema de doble cultivo ocasional, no se considera para esta región una alternativa válida de no mediar sistemas de labranza reducida

o en terrenos sistematizados, que permiten aumentar la disponibilidad hídrica.

Con lluvias tardías (con un inicio posterior a \bar{S}), además del intercultivo puede ser conveniente en suelos de alta capacidad de almacenaje, barbechar temprano en la estación de lluvias para cultivar con posterioridad durante el otoño. Las especies sugeridas son sorgo (en especial según la modalidad mencionada), poroto o maíz. Cuando el suelo es de baja retención, más recomendables son los cultivos de poroto, maní, sisal, sorgo o mijo perla. El atraso de la siembra aumenta progresivamente el riesgo por las primeras heladas, lo cual significa una limitante propia del área en consideración y restringe la aplicación de esta modalidad.

*** 4,5 1 >3 5,6:** Es la clase taxonómica más próxima a las obtenidas en Marcos Juárez (4 1 5 4) y Villa de María de Río Seco (4 1 5 5). A medida que C% muestra mayor dispersión, el sistema clasificatorio lo considera propio de un régimen de precipitación con lluvias en verano e invierno. Esto es válido en Marcos Juárez pero no en el caso de Río Seco.

El sistema aconsejado en todos los casos es el de doble cultivo, modificado únicamente por la elección de especies al considerar suelos de alta o baja capacidad de retención. En el primer caso resulta más apropiado maíz, poroto y batata, en tanto para el segundo corresponde mandioca, maíz, poroto y maní.

Es muy difícil distinguir en esta región un momento de siembra en el año que pueda considerarse como tal. Por esa razón no se incluye el elemento de diferenciación entre lluvias anticipadas y tardías.

No se considera en la metodología original un cultivo secuencial (doble) de trigo-soja, muy difundido en la región asociado con la labranza mínima. El trigo en un sistema de doble cultivo, esta contemplado dentro de las clases subhúmedas, muchas de cuyas características resultan compartidas por Marcos Juárez, circunstancia que confirma la situación de transición climática.

Mención especial requiere Río Seco, cuyo comportamiento agroclimático durante el período analizado resulta notoriamente distorsionado con respecto a su estado climático de largo plazo. La recomendación en este caso particular, antes de incluir la información producida en el esquema de zonificación, es la revisión del funcionamiento operativo de la

estación (lo que no parece puesto en dudas por el SMN) o la redefinición de su área de cobertura.

B) De carácter general

* Introducción de nuevas especies o variedades

Surgen como promisorias de cultivo, particularmente hacia el límite árido, las especies de sorgo, mijo perla, poroto y maní, en este último caso con variedades de ciclo muy corto, aprovechando la mayor disponibilidad térmica. Otra especie poco difundida en la región, no indicada en particular dentro de las regiones homogéneas determinadas, pero correspondiente a clases intermedias, es el cártamo.

En el caso del poroto, se asume como tal una definición genérica, pudiendo corresponder a distintas especies tales como soja, lupino, *Phaseolus* sp., etc.

La estrategia de aprovechamiento en áreas de un reducido tiempo de disponibilidad hídrica, sería mediante cultivares de ciclo corto, bajo nivel de insumos y baja densidad de siembra. En suelos con mayor capacidad de retención de agua, el período de aprovechamiento podría extenderse potencialmente. Tal condición edáfica permitiría incorporar la práctica de barbecho durante el comienzo del período de lluvias efectivas, cultivando con posterioridad. La ocurrencia de heladas tempranas, por otra parte, no debe prolongar en exceso el tiempo destinado a esta recarga.

* De los sistemas culturales

Los sistemas culturales recomendados van desde el cultivo simple, en el Oeste y con suelos zonales de textura gruesa, hasta el doble cultivo propio de la región del Este provincial. En general, todo el sector presenta una condición agroclimática donde debería prevalecer el sistema de intercultivo o intersiembra. Su expresión en la región se ha manifestado tradicionalmente a través de la diversificación de cultivos para reducir el riesgo económico. En términos estrictos, en cambio, se plantea la conveniencia de siembras intercalares de distintas especies en un mismo lote y según diversos modelos geométricos.

Siendo la deficiencia de agua la limitante más importante de la producción de secano

(Kogan, 1986), la conveniencia se lograría desfasando en el tiempo los períodos críticos de los cultivos para obtener mayor rentabilidad por unidad de superficie o por unidad de recurso, al aumentar la eficiencia en el uso del agua. El intercalado de especies de porte alto (maíz o sorgo) con especies de porte bajo (soja o maní), crea modificaciones microclimáticas que mejoran las condiciones de cultivo (Radke y Burrows, 1970).

Aunque el factor de riesgo dominante es la sequía, también debe ser considerada la posibilidad de anegamiento temporal o escurrimiento superficial asociado a la topografía del terreno. Es decir que la precipitación presenta la intensidad característica de los regímenes monzónicos típicos. El agua de escurrimiento, en terrenos convenientemente sistematizados, puede ser almacenada para efectuar riegos complementarios.

Las prácticas tendientes a aumentar la reserva hídrica del suelo, teniendo en cuenta los elevados valores de δ y C de todo el sector, constituyen técnicas necesarias para disminuir el riesgo de sequía dominante, especialmente en un clima asincrónico como el de la región agrícola argentina. En este orden se inscriben el barbecho, la labranza mínima o alguna de sus variantes. Asimismo, la práctica de siembra en seco resulta riesgosa o bien impracticable.

CONCLUSIONES

El empleo de la metodología de Zonificación Agroclimática resultó una herramienta adecuada para la diferenciación de tres zonas homogéneas agrónomicamente relevantes en la provincia de Córdoba.

La incorporación al análisis del factor térmico, modificó la ubicación de Laboulaye respecto del esquema clasificatorio original. En cambio, la sugerencia de aprovechamiento referida al eventual atraso en la época de siembra, presenta un nivel de riesgo que integra los factores hídrico y térmico limitantes, resultando en un modelo más acotado que el de referencia.

El procedimiento adoptado se considera apropiado a los efectos de las transferencias tecnológicas, encontrando cierta correspondencia entre las sugerencias originales y los sistemas existentes. Otros aspectos aun no considerados en la práctica, como la intersiembra, constituyen un aporte técnico a los efectos de disminuir el riesgo climático predominante en la explotación de secano.

Tabla 5: Variables agroclimáticas clasificatorias para las localidades del estudio.

VARIABLES AGROCLIMATICAS CLASIFICATORIAS										
LOCALIDADES	\bar{G}	θ	\bar{S}	δ	\bar{W}	α	\bar{D}	β	A%	C%
VILLA DOLORES	6.3	6.3	51.5	3.2	1.7	1.8	2.2	2.4	44.4	100
PILAR	16.6	11.3	44.4	5.8	4.2	3.3	6.0	4.5	21.0	68
MARCOS JUAREZ	24.2	14.8	45.4	12.5	6.5	3.9	9.7	6.3	10.5	61
LABOULAYE	19.6	11.6	48.3	11.4	5.2	3.5	8.8	6.1	5.2	59
RIO CUARTO	16.6	9.9	49.7	10.9	4.6	3.0	6.5	3.8	15.7	59
V. DE MARIA DE RIO SECO	22.2	6.1	48.8	3.5	6.3	2.4	8.2	3.0	0.0	28

Tabla 6: Porcentaje de años del Período de lluvias efectivas afectado por primeras y últimas heladas. Extensión del Período disponible de lluvias efectivas libre de heladas y su reducción porcentual respecto a \bar{G} .

	Villa Dolores	Villa M. Río Seco	Pilar	Río Cuarto	Marcos Juárez	Laboulaye
Primeras Heladas	0	40	5	10	30	15
Últimas Heladas	0	0	5	10	10	15
G l/Hel (semanas)	6.3	19.8	15.6	15.6	20.2	16.6
Porcentaje de reducción	0	11	7	7	17	15

Se advierte que si bien la sequía representa el principal riesgo agrícola, el anegamiento temporario también es un factor detrimento a tener en cuenta en cualquiera de las zonas determinadas.

La gran variabilidad de la "semana de siembra", dificulta poner en práctica pronósticos de siembra con cierto grado de seguridad. La operación de siembra en seco no debería ser implementada.

BIBLIOGRAFIA

de la Casa, A. y A. Rodríguez, 1990. Zonificación agroclimática de la provincia de Córdoba. Primera parte: Condiciones de aridez y humedad en la región central de Argentina y su repercusión agrícola. Inédito.

de la Casa, A. y A. Rodríguez, 1991. Zonificación agroclimática de la provincia de Córdoba. Tercera parte: sistemas agrícolas sugeridos y sus riesgos

climáticos asociados en tres localidades de la provincia de Córdoba. AADA. Actas V Reunión Argentina de Agrometeorología: 177-191.

de la Casa, A., 1993. Comparación entre agroclimas cuasi homólogos de la provincia de Córdoba basada en atributos de riesgo. AGRISCIENTIA, Vol X:55-61.

Frere, M. y G.F. Popov, 1986. Early agrometeorological crop yield assessment. FAO: Plant Production and Protection. Paper 73.

Kogan, F.N., 1986. Climate constraints and trends in global grain production. Agricultural and Forest Meteorology, 37: 89-107.

Moore, F., A. de la Casa, A. Rodríguez, G. Sanchez, 1991. Zonificación Agroclimática de la Provincia de Córdoba. Segunda parte: Sistema de administración y procesamiento de datos. IBM-UNC. Resúmenes II Encuentro Académico Tecnológico: 36.

Ofori, F. y W.R. Stern, 1987 Cereal-legume intercropping systems. Advances in Agronomy, 41:41-90.

Radke, J.K. and W.C. Burrows, 1970. Soybean plant response to temporary field windbreaks. *Agron. Journal*, 62: 424-429.

Reddy, S.J., 1983a. Climatic classification. The semiarid tropics and its environment. A review. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasilia, 18(8): 823-847.

Reddy, S.J., 1983b. Agroclimatic classification of the semiarid tropics. I: A method for the computation of classificatory variables. *Agricultural Meteorology*, 30: 185-200.

Reddy, S.J., 1983c. Agroclimatic classification of the semiarid tropics. II: Identification of classificatory variables. *Agricultural Meteorology*, 30: 201-219.

Reddy, S.J., 1984a. Agroclimatic classification of the semiarid tropics. III: Characteristics of variables relevant to crop production potential. *Agricultural Meteorology*, 30: 269-292.

Reddy, S.J., 1984b. Agroclimatic classification of the semiarid tropics. IV: Classification of India, Senegal and Upper Volta. *Agricultural Meteorology*, 30: 293-325.

Reddy, S.J., 1985. Agroclimatic models and their role in the agricultural planning in developing countries. *Conferencia II Reunión Argentina de Agro-meteorología*. FCA, UNC. Córdoba, Argentina. 59 pp.

Reddy, S.J., 1988. Agroclimatic classification of the semiarid tropics. V: Methodology and classification. *Inédito*. 42 pags.

Reddy, S.J., 1993. Agroclimatic/Agrometeorological techniques. As Applicable to Dryland Agriculture in Developing Countries. By S. Jeevananda Reddy. 205 pp.