

[ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS]

Distribución de la aridez en los regadíos de Andalucía

Javier Estévez

Natividad Ruiz

Pedro Gavilán

Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía

La agricultura de regadío constituye para Andalucía un sector estratégico para su desarrollo económico y social. Las características climáticas de esta comunidad provocan un déficit hídrico estructural donde las demandas previstas superan a los recursos disponibles. En este trabajo se ha realizado un estudio sobre la distribución de la aridez en los regadíos de Andalucía mediante el uso de un índice bioclimático, determinando las zonas más vulnerables a la degradación del paisaje y más susceptibles de sufrir un proceso de desertificación

La limitada disponibilidad de recursos hídricos en Andalucía y el aumento de la superficie regada hasta alcanzar una cifra superior a las 900.000 ha (Junta de Andalucía, 2003), han provocado una situación claramente deficitaria, con la única excepción de la zona regable situada en la cuenca del Guadiana. Esta situación va unida a las características típicamente mediterráneas de Andalucía como son la desfavorable variedad interanual de las precipitaciones o la coincidencia estival de altas temperaturas y ausencia de lluvias. Si dentro de este marco poco alentador incorporamos el problema añadido del aumento incontrolado de la demanda de agua, Andalucía muestra un déficit hídrico estructural que se estima en torno al 15-20% (Corominas et al., 2001).

La Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIAA) que actualmente gestiona y explota el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Junta de Andalucía (IFAPA), está compuesta por casi un centenar de estaciones meteorológicas automáticas que fueron instaladas para dar cobertura a la superficie de regadío de Andalucía. Esta Red ha impulsado de forma muy activa los trabajos de asesoramiento al regante en los diferentes servicios locales de esta Comunidad Autónoma. Gracias a esta

Red, se almacenan los registros climáticos necesarios para calcular el valor de la evapotranspiración de referencia ET_0 siguiendo el método recomendado por la FAO (Allen *et al.*, 1998).

Dentro de los índices bioclimáticos que se utilizan para caracterizar la aridez del paisaje, existe uno que relaciona la precipitación anual con la evapotranspiración de referencia. Este índice P/ET_0 ha sido utilizado en la evaluación de la aridez a nivel global (UNEP, 1992) y actualmente es el adoptado por la “Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía” de la ONU. Este índice depende exclusivamente de factores climáticos y no tiene en cuenta las características hidrofísicas del suelo y la vegetación. Las variables climáticas que se utilizan para el cálculo de este índice son: temperatura, radiación solar, humedad relativa, velocidad del viento y precipitación. Este índice se emplea habitualmente en la lucha contra la desertificación (degradación del suelo y la vegetación). En la **Tabla 1** se muestran los valores relacionados con el tipo de clima.

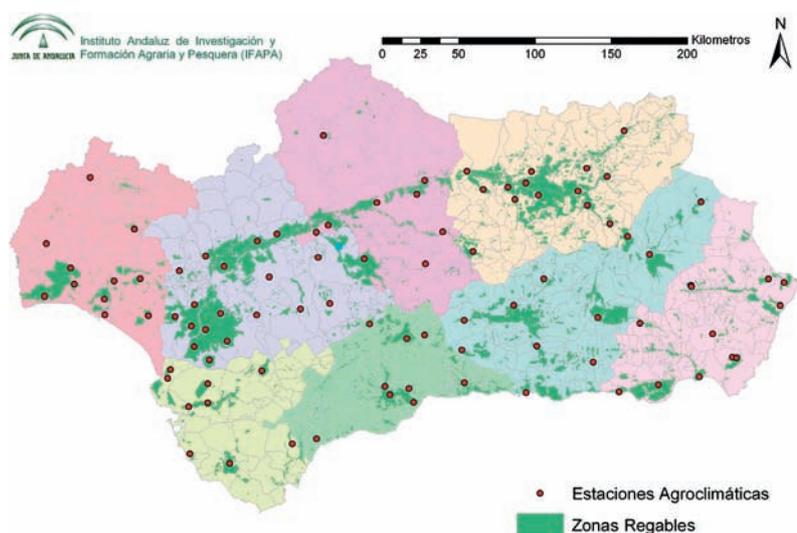
En el presente trabajo se ha realizado un análisis a escala regional de la distribución de este índice de aridez para 91 estaciones de la RIAA desde su implantación en el año 1999-2000 hasta el año 2007.

Tabla 1:
Evaluación del Índice de aridez

Clima	Índice de Aridez
Hiperárido	< 0.05
Árido	0.05 – 0.20
Semiárido	0.20 – 0.50
Sub Húmedo Seco	0.50 – 0.60
Húmedo	> 0.65

Fuente: UNEP (1992). World Atlas of Desertification. Edwards Arnold. London

Figura 1:
Estaciones Agroclimáticas de la RIAA y zonas regables de Andalucía



Materiales y métodos

Las 91 estaciones meteorológicas automáticas están repartidas cubriendo las diferentes zonas regables de Andalucía (**Figura 1**).

Para calcular el índice de aridez en primer lugar se han integrado las series temporales de cada variable en una base de datos conjunta y realizar así los cálculos necesarios. Para cada estación meteorológica se ha calculado el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración de referencia media anual:

$$I = \frac{\bar{P}}{ET_0}$$

I = Índice de aridez

\bar{P} = Precipitación media anual (mm/año)

ET_0 = Evapotranspiración de referencia media anual (mm/año)

La ecuación de la evapotranspiración de referencia FAO-56 para cómputo diario es:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

ET_0 = Evapotranspiración de referencia (mm d⁻¹)

Δ = Pendiente de la curva de la presión de saturación del vapor de agua con la temperatura, calculada a la T^a del aire (kPa °C⁻¹),

R_n = Radiación neta (MJ m⁻² d⁻¹), calculada como diferencia de la radiación neta de onda corta, con albedo=0.23 y la radiación saliente de onda larga,

G = Flujo de calor en el suelo (MJ m⁻² d⁻¹),

T = Temperatura media diaria del aire (°C),

U_2 = Velocidad media diaria de viento (m s⁻¹) a 2 m de altura,

$e_s - e_a$ = Déficit de saturación de la presión de vapor de agua en el aire (kPa),

γ = constante psicrométrica (kPa °C⁻¹)



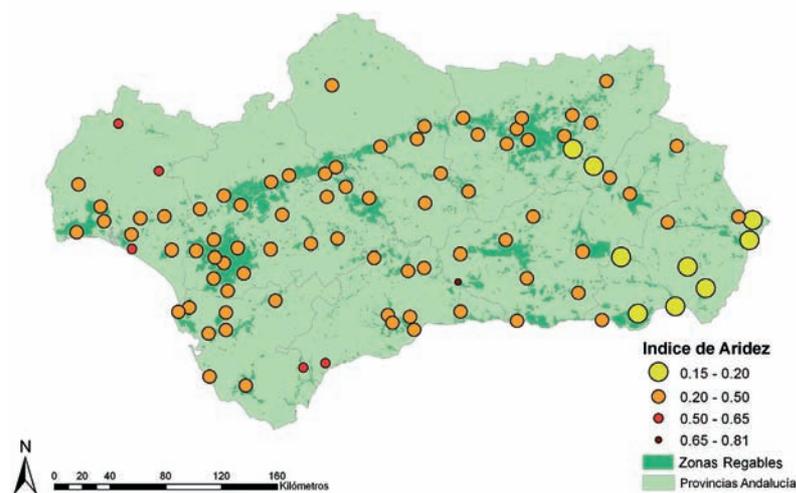
Andalucía muestra un déficit hídrico estructural que se estima en torno al 15-20%

Resultados y discusión

Los valores del índice de aridez más bajos se han dado en la zona de Almería, con un mínimo de 0.15 en la estación situada en Almería capital. El valor más alto en el promedio de los años analizados se ha encontrado en la estación de Zafarraya, en la provincia de Granada, con un índice de 0.81, provocado por las elevadas precipitaciones anuales en los años 2001 y 2003 (por encima de los 1000 l/m²). Ésta ha sido la única zona clasificada como “húmeda” de todas las estaciones agroclimáticas evaluadas.

En la **Figura 2** se ha representado la distribución geográfica de los índices de aridez para las diferentes estaciones agroclimáticas de la RIAA. La provincia con mayor número de estaciones agroclimáticas “áridas” según la clasificación de la **Tabla 1** es Almería. También hay dos estaciones en Jaén, San José de los Propios y Huesa donde se han obtenido valores por

Figura 2:
Distribución geográfica del Índice de Aridez en los regadíos de Andalucía (1999-2006)





Las zonas regables cuyos índices de aridez sean más bajos demandarán una mayor cantidad de agua para solventar las necesidades hídricas de los cultivos

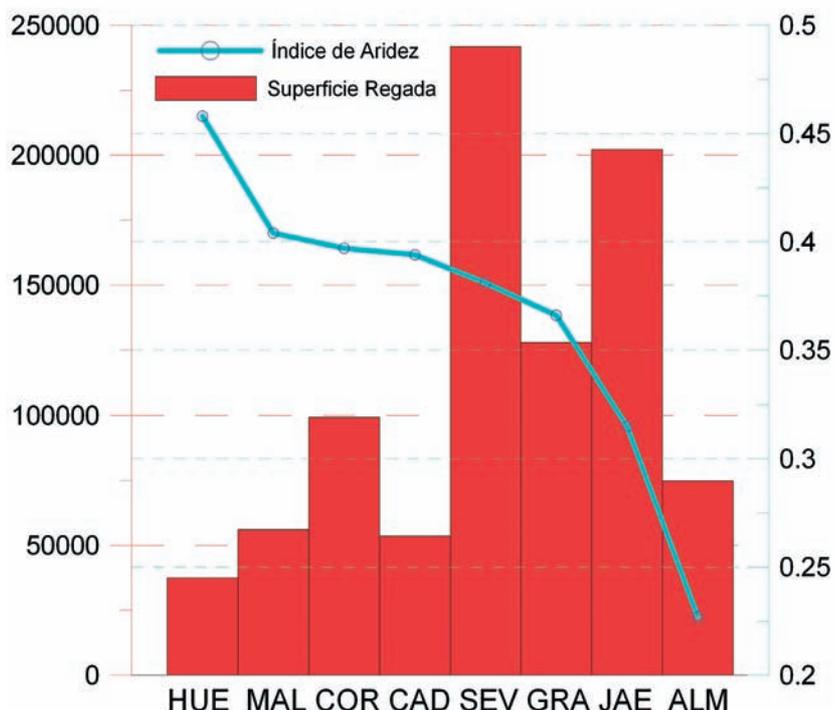
debajo de 0.20 y que corresponden a zonas “áridas”. Las estaciones emplazadas en Aroche (Huelva), El Campillo en Zalamea de la Real (Huelva), Estepona (Málaga) y Jimena de la Frontera (Cádiz) son las que han mostrado unos índices correspondientes a un clima “sub húmedo seco”, tomando valores por encima de 0.50. A lo largo del valle del Guadalquivir es donde se encuentran los valores más homogéneos, siendo esta zona “semiárida” en todas las estaciones. Por último cabe destacar que no se ha registrado ninguna zona clasificada como “hiperárida” dentro de los regadíos de Andalucía.

En la **Figura 3** se han representado los valores medios por provincia del índice de aridez y la superficie regada en cada una de ellas. En esta figura se puede estimar el número de hectáreas de regadío en Andalucía clasificadas según su índice de aridez medio por provincia. Se puede



Figura 3:

Distribución por Provincias del Índice de Aridez medio y de la superficie regada (ha) en Andalucía: HU (Huelva), MAL (Málaga), COR (Córdoba), CAD (Cádiz), SEV (Sevilla), GRA (Granada), JAE (Jaén) y ALM (Almería)



observar como la provincia con mayor índice de aridez (0.45) es Huelva y es la que tiene menor superficie regada de Andalucía (37452 ha). No ocurre así con Almería o Jaén, que siendo las provincias más áridas, han tenido un fuerte crecimiento en la superficie regada en estos últimos años debido a los invernaderos en Almería y los recientes riegos en el olivar de Jaén.

En vista de los resultados obtenidos se puede concluir que en términos globales, la aridez en Andalucía va aumentando de oeste a este. El presente estudio resulta de gran utilidad para un primer análisis de cara al seguimiento de este índice de aridez a corto y medio plazo en las zonas regables de nuestra comunidad. Aquellas zonas cuyo índice vaya disminuyendo, serán las más susceptibles de sufrir un proceso de desertificación, por lo que resultará de vital importancia tomar las medidas necesarias para mitigar este fenómeno.

Las zonas regables cuyos índices de aridez sean más bajos demandarán

una mayor cantidad de agua para solventar las necesidades hídricas de los cultivos, por lo que este índice se muestra también como un indicador muy útil para estimar la demanda de recursos hídricos en los diferentes regadíos de nuestra comunidad.

[Bibliografía]

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper nº 56. Roma.

Corominas, J., Cuevas, R., 2001. Los regadíos de Andalucía después de la sequía y ante la Agenda 2000. Curso “Modernización de la Agricultura”. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

Junta de Andalucía, 2003. Inventario y caracterización de los Regadíos en Andalucía 2002. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

UNEP, 1992. World Atlas of Desertification. Edwards Arnold. London •