

# Caracterización de la sequía en pastos anuales en dehesas

## Characterization of pasture drought in dehesas of Spain

J.A. ESCRIBANO RODRÍGUEZ<sup>1</sup> / A.E. GLIGA<sup>2</sup> / J.F. LLORENTE MARTÍNEZ<sup>3</sup> /  
C.G. HERNÁNDEZ DÍAZ-AMBRONA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Sistemas Agrarios AgSystems, Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. CEIGRAM. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, E-28040 Madrid (España). [juanagustin.escribano@upm.es](mailto:juanagustin.escribano@upm.es)  
[carlosgregorio.hernandez@upm.es](mailto:carlosgregorio.hernandez@upm.es)

<sup>2</sup>The University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. Cluj-Napoca (Rumanía). [gligaadrian@gmail.com](mailto:gligaadrian@gmail.com)  
<sup>3</sup>Entidad Estatal de Seguros Agrarios, ENESA, Madrid (España). [jlorenm@marm.es](mailto:jlorenm@marm.es)

**Resumen:** La sequía es un término meteorológico que significa un periodo seco prolongado. El objetivo de este trabajo es caracterizar el fenómeno estacional de la sequía en pastos anuales de dehesa. Durante 2010 y 2011 se realizó un seguimiento del pasto herbáceo en El Cubo de Don Sancho (Salamanca), Trujillo (Cáceres) y Pozoblanco (Córdoba). Se midió la producción herbácea y se caracterizó botánicamente cada zona, además se midió mensualmente la variación del contenido de agua en el suelo mediante un TDR y la precipitación. Los datos de campo de precipitación, humedad del suelo y cantidad de pasto en pie, y los datos estimados de evaporación se han comparado con la evolución del índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección determinado por Agroseguro. Los resultados mostraron un retardo entre la acumulación de agua en el suelo y el crecimiento del pasto, que se transfiere a las medidas del índice de vegetación por teledetección. En los dos años de estudio los periodos de sequía sucedieron al inicio de crecimiento, justo después de la sequía estacional típica del verano.

**Palabras clave:** Agua, pastoreo extensivo, producción.

**Abstract:** Drought is a meteorological term meaning a prolonged dry period. The aim of this study is to characterize the seasonal phenomenon of pasture drought in three different Mediterranean annual grasslands. During 2010 and 2011, botanic composition, herbage production and forage quality were recorded at three Spanish dehesas: El Cubo de Don Sancho (Salamanca), Trujillo (Cáceres) and Pozoblanco (Córdoba). In addition, we measured monthly variation of soil water content using a TDR, collected rainfall data and estimated grassland evapotranspiration. These data were compared with the evolution of the vegetation index provided by Agroseguro to evaluate the incidence of drought in pastures. The results show that at the beginning of the autumn, a long period without rain causes a lack of water recharge in the soil profile that affects production negatively. When precipitation occurs, soil water content is increased and a delay in grassland production and in the vegetation index is reported. In both years of study, at the three types of dehesas, drought happens at the beginning of the growing season, after the common dry period of summer.

**Key words:** Water, rangeland grazing, production.

## INTRODUCCIÓN

La definición de sequía es muy amplia, para poder incluir el gran número de condiciones que existen en la agricultura, y que dependen del balance la pluviometría- evaporación, variabilidad del tiempo, capacidad de retención de agua del suelo, tipo de especies, hábitos de enraizamiento y estado de desarrollo. En zonas con una alta pluviometría, una semana sin lluvia puede causar una pérdida significativa de rendimientos, sin embargo, en zonas semiáridas, este tipo de sequía es común y las prácticas de manejo se modifican para tener en cuenta periodos de tiempo seco más largos de los normales. Se puede hablar también de sequía estacional aquella que ocurre siempre debida a unas mismas condiciones climáticas, como ocurre durante la estación estival en clima mediterráneo.

El término sequía es diferente al déficit hídrico, que ocurre cuando hay un desequilibrio entre suministro de agua del suelo y las necesidades de transpiración, eso

quiere decir que la evapotranspiración real de las plantas es inferior a su evapotranspiración máxima. Aunque el déficit hídrico puede estar causado por una sequía, falta de pluviometría, también puede estar causado por un bajo contenido de agua en el suelo y suele suceder en suelos arenosos con poca capacidad de retención de agua, cuando hay una fuerte demanda evaporativa de la atmósfera y las raíces de la vegetación no son capaces de absorber todo el agua que deberían transpirar. El término sequía se equipara al déficit hídrico cuando es intenso y prolongado y se observa una disminución del crecimiento y, en algunos casos, una modificación del desarrollo.

Para un pasto herbáceo de tipo anual adaptamos los tres patrones de sequía de Jordan y Miller (1980). El primer caso es el más común y el que determina el comportamiento de los pastos herbáceos anuales. Está caracterizado por la presencia de una sequía terminal y estacional: se produce después del período de crecimiento más importante durante el cual el abastecimiento de agua ha sido el adecuado y termina con la senescencia de la planta. En pastos anuales, la supervivencia o persistencia de las plantas se consigue a través de la semilla que es capaz de sobrevivir al periodo prolongado de falta de agua. Esta situación es característica de las zonas de latitudes medias con lluvias en invierno y primavera, como sucede en climas mediterráneos en los cuales el final de la primavera y comienzos de verano traen consigo niveles altos de evaporación y poca lluvia, un adelanto de este periodo provoca que las semillas no lleguen a madurar y se reduce la persistencia del pasto (Olea, 1988). El segundo caso viene determinado por una gran incertidumbre en el comienzo de la estación lluviosa. Esa sequía inicial prolonga el estado de latencia seminal y por tanto retrasa el inicio del crecimiento que sucederá más tarde, cuando las temperaturas sean más bajas. En este caso el crecimiento inicial se retrasa, impidiendo que haya una buena otoñada, e incluso favoreciendo una mala germinación, por lo que se produce una reducción en la producción de otoño e invierno. El ciclo productivo es más corto y se hace en condiciones más desfavorables. Por último, el tercer caso es característico de muchas zonas (húmedas y semiáridas), en los que los totales de precipitación estacional pueden ser adecuados, pero la variabilidad durante la estación de crecimiento es alta. Las sequías pueden ocurrir en cualquier momento a lo largo de esta estación cuando, por otra parte, la temperatura y la radiación son propicias para el crecimiento del cultivo. La incidencia sobre el crecimiento es variable y sobre la persistencia también, dependiendo del momento en que éstas sucedan.

En general, los pastizales están adaptados a los patrones usuales de sequía del clima mediterráneo. La diversidad de especies con ciclos de crecimiento diferentes hace que los efectos de la sequía sean menores, aunque la falta de agua siempre supone una reducción de la producción. El objetivo de este trabajo es caracterizar los patrones de sequía de los pastos de tres dehesas españolas ubicadas en tres tipos climáticos diferentes y compararlos con el índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección determinado por Agroseguero para cada una de las tres comarcas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se ha realizado en tres dehesas (tabla 1) situadas en el Cubo de Don Sancho (Salamanca), Trujillo (Cáceres) y Pozoblanco (Córdoba), correspondientes a los tipos climáticos III, II y I según Sánchez de Ron *et al.* (2007) respectivamente. El ensayo comenzó en mayo de 2010 y terminó en diciembre de 2011. En cada dehesa se marcó una parcela de 60 m × 60 m, excluida del pastoreo para llevar a cabo la toma de datos. Las parcelas estaban desprovistas de arbolado para facilitar el seguimiento satelital y la toma de datos en campo. Se tomaron datos de las estaciones meteorológicas más cercanas del Servicio de Asesoramiento al Regante (SIAR), de la Red de Asesoramiento al Regante de Extremadura (REDAREX) y de la Agencia Estatal de Meteorología (AE-MET) para caracterizar el clima de cada localidad. Además se dispuso de un pluviómetro automático HOBO-200 en cada parcela. El contenido de humedad del suelo en porcentaje de volumen se determinó mediante medida directa con un sensor TDR 300 smm (*Time Domain Reflectance*) del tipo *Soilmoisture Equipment Corp 6050×1 Trase System I* previamente calibrado. En cada parcela se midieron, mensualmente durante la actividad vegetativa del pasto, en tres puntos al azar y a tres profundidades acumulativas (20 cm, 40 cm y 60 cm), los valores de porcentaje de agua en volumen y la constante dieléctrica del suelo. El contenido de agua para cada horizonte se calculó por diferencia de los valores acumulados, expresándose en milímetros de agua y en porcentaje volumétrico. Se calculó la evapotranspiración actual como el valor mínimo de la evapotranspiración de referencia obtenida de la estación meteorológica correspondiente y la suma de la precipitación menos el incremento de la reserva de agua en el suelo entre dos muestreos consecutivos.

Tabla 1. Características topográficas, climáticas, y edáficas de las dehesas estudiadas.

Provincia	Salamanca	Cáceres	Córdoba
Comarca	Vitigudino	Trujillo	Pedroches
Altitud (msnm)	756	564	579
Temperatura media anual (°C)	15	15	18
Precipitación media anual (mm)	504	472	638
ET <sub>0</sub> (mm/día)	4,67	3,67	3,20
Litología	Granito	Pizarra	Granito
Tipo de suelo	<i>Dystric cambisol</i>	<i>Eutric cambisol</i>	<i>Dystric cambisol</i>
Textura	Franco Arenosa	Franca	Franco Arcillo Arenosa
Materia orgánica (%)	2,2	3,0	2,5
pH	4,9	5,4	5,7
Vegetación	Encinas y robles con pastos anuales subnitrofilos	Encinas con pastos anuales subnitrofilos con cantuesos y otros matorrales	Encinas con pastos anuales subnitrofilos con retama

Se determinó mensualmente la biomasa total de la parte aérea en peso fresco, mediante tres cortes, con cuadrados segados de 0,5 m por 0,5 m, y el peso seco se determinó secando las muestras en estufa a 72 °C durante 48 horas hasta peso constante.

Se tomaron los datos del índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección dados decenalmente y para cada comarca por Agroseguro (<http://www.agroseguro.es>), normalizándose las cuatro clases de la siguiente forma: con sequía extrema: 0, con sequía leve: 25, entre la media y sequía leve: 50 y por encima de la media: 75.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En El Cubo de Don Sancho la producción de materia seca por hectárea alcanzada por la vegetación herbácea en julio de 2010 fue de 300 kg/ha, la máxima producción alcanzada en 2011 fue de 1582 kg/ha a principios del mes de junio. La menor producción registrada en 2010 se debió a que la parcela sufrió un pastoreo intenso previo al inicio del ensayo. En Trujillo la producción de materia seca por hectárea alcanzada por la vegetación herbácea en julio de 2010 fue de 2494 kg/ha, la máxima producción alcanzada en 2011 fue de 2857 kg/ha a mediados de junio. En Pozoblanco la producción de materia seca por hectárea alcanzada por la vegetación herbácea en julio de 2010 fue de 1661 kg/ha, la máxima producción alcanzada en 2011 fue de 2629 kg/ha a primeros de mayo.

A primeros de julio el contenido de agua en el suelo en los primeros 40 cm de profundidad alcanzó el punto de marchitez permanente y se mantuvo así durante todo el verano en las tres zonas (fig. 1). En el horizonte entre 40 cm y 60 cm se observó un ligero descenso dependiendo de la cantidad de agua acumulada previamente. Durante el verano (de julio a septiembre) gran parte del contenido de agua en el suelo se pierde por evaporación, principalmente en el mes de julio, al final del cual se alcanza el punto de marchitez permanente, perdiéndose una quinta parte del agua almacenada por evaporación. En esos meses la evapotranspiración de referencia diaria ( $ET_0$ ) fue máxima con valores que oscilaron en Salamanca entre 6,2 y 5,7 mm/día respectivamente en 2010 y 2011, en Cáceres entre 7,4 y 6,5 mm/día respectivamente y en Córdoba 6,6 y 6,7 mm/día respectivamente. La evapotranspiración actual calculada para esos meses fue de entre el 3% y el 10% de la  $ET_0$ . La evapotranspiración actual acumulada para el periodo de crecimiento del pasto entre octubre de 2010 hasta octubre de 2011 fue 441 mm en Salamanca, 547 mm en Cáceres y 507 mm en Córdoba, valores que representaron el 89%, 70% y 66% de la precipitación acumulada respectivamente en cada zona y periodo.

La comparación de la cantidad de materia seca en pie con la evolución del contenido de agua en los horizontes del suelo mostró un retardo, mayor cuando el contenido de agua en el suelo es máximo. La mayor cantidad de pasto en pie se alcanzó en Córdoba en la primera quincena de mayo, y casi un mes más tarde en Cáceres y Salamanca. El valor normalizado de las clases del índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección recoge este retardo (fig. 1). Desde el inicio del verano de 2011 y hasta finales de noviembre de 2011 el valor normalizado de las clases del índice de vegetación fue descendiendo en las tres comarcas, hasta alcanzar la clase sequía extrema. En el caso de Trujillo

entre septiembre y octubre de 2011 hubo 50 días continuados sin lluvias, afectando al establecimiento del pasto de otoño y marcando el inicio de un periodo de sequía según el seguro de sequía en pastos. Lo mismo ha ocurrido en las otras dos comarcas, en Córdoba desde el 1 de junio y hasta el 23 de octubre solo se registraron 23 mm de precipitación. La evolución del índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección muestra dos eventos de sequía iniciales en 2010, comenzó la última decena de octubre y se prolongó todo el mes de noviembre en Cáceres, ocurriendo una decena más tarde en Salamanca, y no registrándose en Córdoba. El otro evento de sequía inicial ocurrió en 2011, de forma

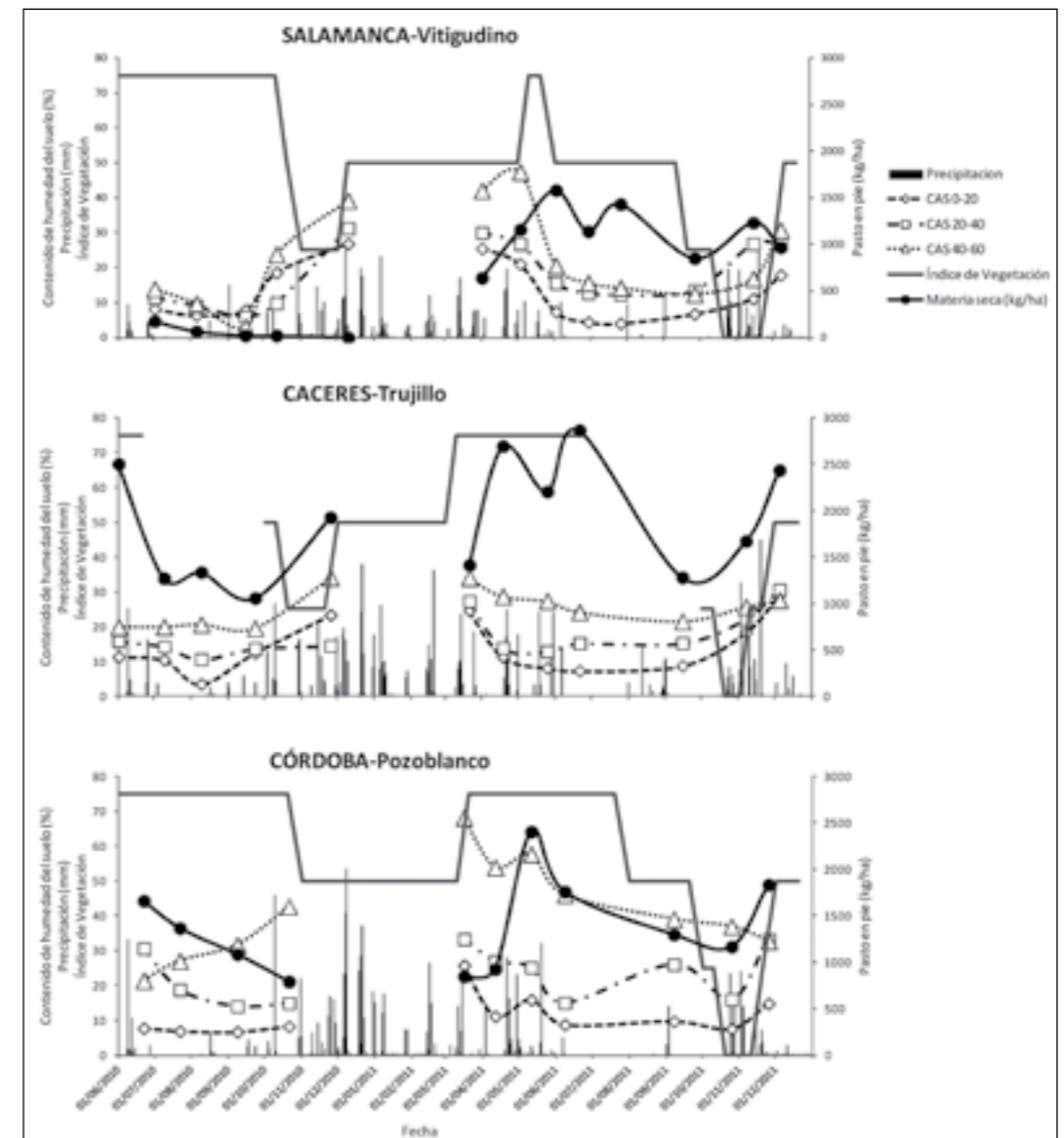


Figura 1. Evolución del contenido de agua del suelo (CAS) en los horizontes de 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm del suelo, precipitación diaria (mm/día), pasto en pie en materia seca (kg/ha) e índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección de Agroseguro (valor normalizado para sequía extrema: 0; con sequía leve: 25; entre la media y sequía leve: 50; y por encima de la media: 75).

más intensa y duradera debido a la falta de precipitación antes comentada, el periodo de sequía se inicia en la última decena de septiembre hasta finales de noviembre en Córdoba y Cáceres, y en Salamanca se prolonga hasta diciembre. La salida de ese periodo de sequía se observa por un crecimiento del pasto en Córdoba y Cáceres, y no en Salamanca, seguramente debido a las temperaturas más bajas registradas en diciembre.

## CONCLUSIONES

En los dos años estudiados y para las tres localidades los eventos más intensos de sequía son del tipo de sequía inicial, lo que afectan al establecimiento del pasto en otoño. El inicio del crecimiento del pasto se retrasa hacia las épocas más frías del año. La intensidad de la sequía en 2011 fue mayor que en 2010 debido a un periodo más prolongado de ausencia de precipitaciones. Se ha encontrado un retardo entre el aumento del contenido de agua en el suelo y el aumento de la producción del pasto. La presencia del mínimo en la curva de evolución del contenido de humedad del suelo se registra también en las curvas de evolución del pasto en pie. Al ser la sequía un fenómeno meteorológico relacionado con la variabilidad de las precipitaciones necesitamos continuar el seguimiento para determinar las pautas de detección de sequía en los pastos de dehesa.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en parte en el proyecto “Recogida y procesamiento de información agronómica y zootécnica obtenida *in situ* y su integración satelital de precisión para la mejora del seguro para la cobertura de los daños por sequía en pastos 2010 y 2011” financiado por ENESA y realizado en el CEIGRAM. El programa ERASMUS ha becado a Adrian-Eugen Gliga. Agradecemos también a los ganaderos por poder disponer de sus dehesas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- JORDAN W.R. Y MILLER F.R. (1980) Genetic variability in sorghum root systems: implication for drought tolerance. En: N.C. Turner y P.J. Kramer (eds), *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stresses*, 383-399. New York, Estados Unidos: Wiley Interscience.
- OLEA L. (1988) *Persistencia y producción de pastos en el S.O. de España: Introducción de trébol subterráneo*. Colección de tesis doctorales INIA núm. 74. Madrid, España: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.
- SÁNCHEZ DE RON D., ELENA ROSELLÓ R., ROIG S. Y GARCÍA DEL BARRIO J.M. (2007) Los paisajes de dehesa en España y su relación con el ambiente geoclimático. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.*, **22**, 171-176.

# Comparación de dos métodos para la estimación de los daños por sequía en pastos de dehesa

Comparative methods for assessment of dehesa pasture drought insurance in Spain

A.E. GLIGA<sup>1</sup> / J.A. ESCRIBANO RODRÍGUEZ<sup>2</sup> / C.G. HERNÁNDEZ DÍAZ-AMBRONA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. Cluj-Napoca (Rumanía). [gligaadrian@gmail.com](mailto:gligaadrian@gmail.com)

<sup>2</sup>Grupo de Sistemas Agrarios AgSystems. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia y Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riegos Agrarios y Mediambientales (CEIGRAM). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid (España) [juanagustin.escribano@upm.es](mailto:juanagustin.escribano@upm.es), [carlosgregorio.hernandez@upm.es](mailto:carlosgregorio.hernandez@upm.es).

**Resumen:** El Sistema de Seguros Agrarios con el Seguro de cobertura de los daños por sequía en los pastos aprovechados por el ganado en régimen extensivo (línea de seguro 133) aplica la teledetección mediante un índice de vegetación (NDVI), con el fin de solucionar los problemas de peritación que surgen cuando se tiene que determinar la cantidad y calidad del pasto afectado por la sequía. Por ello el seguro de cobertura de los daños por sequía en pastos es el principal instrumento para hacer frente al gasto que supone la necesidad de suplemento de alimentación del ganado reproductor debido a la sequía. En las comarcas de Vitigudino, Trujillo y Valle de los Pedroches (España) se comparó la evolución del seguro de sequía en pastos desde 2006 a 2010 con un modelo matemático de crecimiento del pasto en función de las variables ecofisiológicas y ambientales. Sumadas las decenas de sequía extrema y sequía leve, el modelo matemático contabilizó un número mayor de decenas que las proporcionadas por Agroseguro. La recomendación es comparar las curvas de crecimiento del pasto con las curvas de evolución del NDVI, para ajustar ambos modelos.

**Palabras clave:** Índice de vegetación, modelos, NDVI, silvopastoralismo.

**Abstract:** The Agricultural Insurance System in Spain applies remote sensing to estimate vegetation indexes (NDVI) useful to estimate drought damages in grazed pastures (insurance line 133). Therefore, the insurance coverage of drought damage in pastures is the main tool to cover the expenses that arise when livestock needs supplementary feeding due to drought. In the counties of Vitigudino, Trujillo and Valley of the Pedroches in Spain the evolution of pasture drought insurance was compared from 2006 to 2010 with a grass growth mathematical model based on ecophysiological and environmental variables. Adding the decennial scores of extreme drought and mild drought, the ecological model showed a greater number of scores than the estimations provided by Agroseguro. The recommendation is to compare grass growth curves with the curves of evolution of the NDVI, to adjust both models.

**Key words:** Agroforestry, vegetation index, model, NDVI.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de ganado en extensivo está basado en el aprovechamiento de los recursos naturales. Por esta razón, su manejo trata de sincronizar las curvas de oferta de pasto con las de demanda de los animales. En los pastos de dehesa la curva de oferta de pasto es bimodal, por lo que en sistemas de explotación estantes hay periodos del año en los cuales la producción de pastos es escasa y variable, por lo que el ganadero difícilmente puede acoplar ambas curvas, presentándose reiteradamente periodos de falta de alimento para el ganado. La producción de animales en extensivo está condicionada por el precio de los forrajes y piensos que hay que proporcionar al ganado en épocas de insuficiencia de pastos, por lo que el encarecimiento de