



# Boletín Ambiental

Fotografía: Cultivo de tabaco  
Fuente: Oscar Alberto Ortega Ortega

Instituto de Estudios Ambientales -IDEA- Sede Manizales

**162** | noviembre de  
2019

## Estudio de los requerimientos hídricos del cultivo de tabaco burley en el municipio de Ovejas (Sucre)

## Estudio de los requerimientos hídricos del cultivo de tabaco burley en el municipio de Ovejas (Sucre)

Oscar Alberto Ortega Ortega  
Ingeniero agrícola Universidad de Sucre  
Especialista en Ingeniería Hidráulica Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
oaortegao@unal.edu.co

Jeannette Zambrano Nájera  
Ingeniera civil, PhD  
Profesora asociada Departamento de Ingeniería Civil Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
jdzambrano@unal.edu.co

► Para descargar el boletín en color:  
[Http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html](http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html)

## Introducción

En el municipio de Ovejas (Sucre) la actividad agrícola es la base de la economía, ocupa aproximadamente el 60 % del uso del suelo rural; sobresale el cultivo de tabaco negro tipo exportación, el cual, en tiempo de cosecha es el principal generador de ingresos de los agricultores del municipio (Alcaldía de Ovejas, 2016). En este sentido, es importante destacar que el cultivo de tabaco representa una de las principales fuentes de ingreso en el departamento de Sucre; por ejemplo, en el año 2015 se obtuvo una producción de 659 toneladas y un rendimiento de 1.4 ton/ha, según los datos reportados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en la Encuesta Nacional Agropecuaria (DANE, 2016).

A pesar de lo anterior, la cadena de tabaco afronta en general, numerosos problemas asociados a la ausencia de apoyos gubernamentales, altos costos de producción y condiciones macroeconómicas desfavorables (Departamento Nacional de Planeación -DNP- 2007); uno de los problemas principales se debe a los bajos rendimientos del cultivo en comparación con otros departamentos del país donde se cultiva el tabaco, como Boyacá, Huila y Norte de Santander. Este trabajo es un aporte para que se puedan mejorar las producciones del cultivo de tabaco en el municipio de Ovejas (Sucre), ya que en él se propone un análisis de los requerimientos hídricos y las épocas de siembra óptimas.

## Materiales y métodos

**Localización del área de estudio:** el municipio de Ovejas se encuentra en la región de la costa norte de Colombia y hace parte de la subregión de los Montes de María, con una latitud norte de 09°31'48", longitud oeste de 75°14'01" y una altitud de 265 metros (Figura 1).

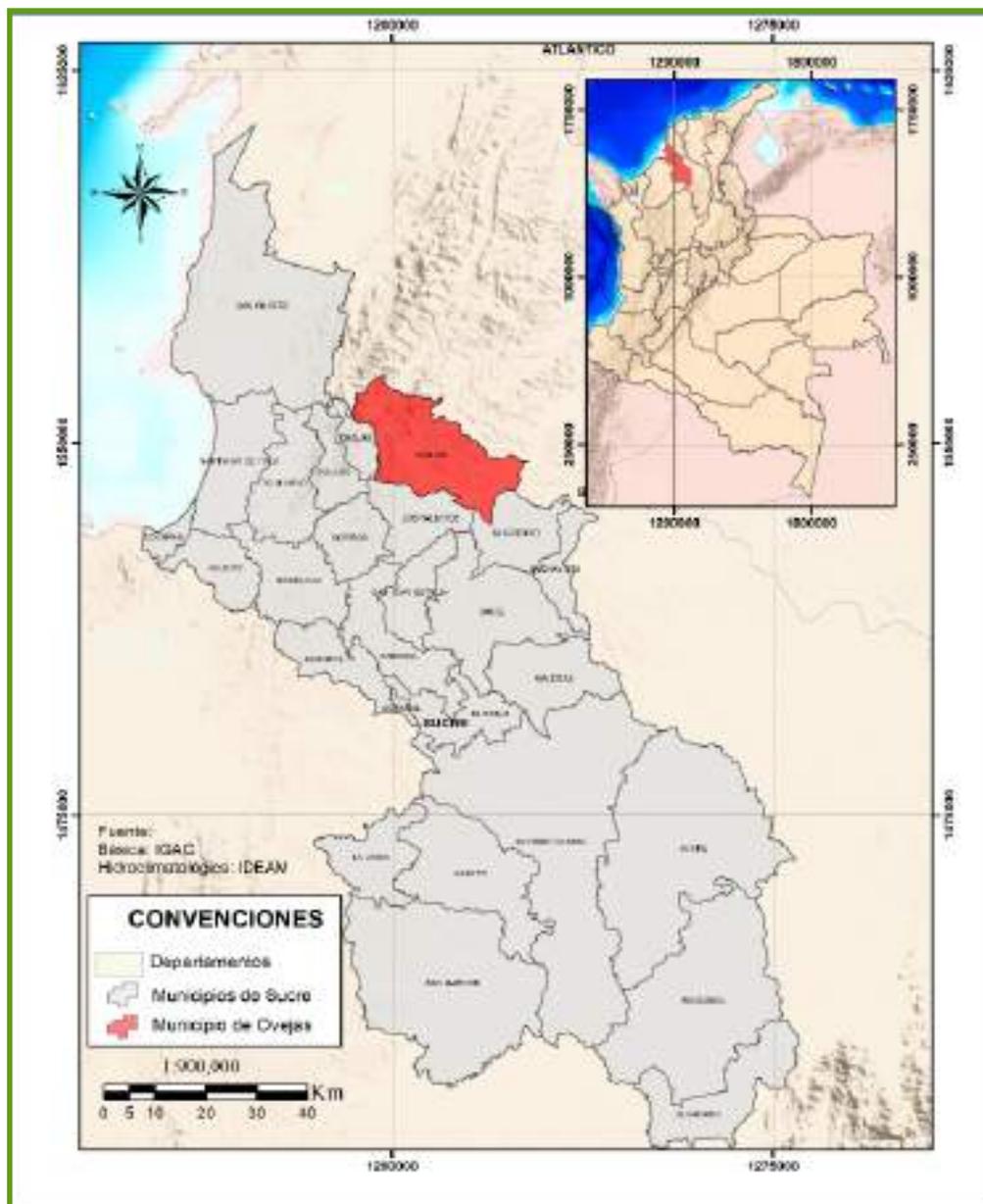


Figura 1 Localización geográfica del municipio de Ovejas (Sucre)  
Fuente: Elaboración propia

**Método empleado:** se utilizó la ecuación de requerimiento hídrico propuesta en Allen, Pereira, Raes, & Smith, 2006, que requiere información de precipitación, evapotranspiración, eficiencia de riego, (si se realiza riego), coeficiente del cultivo que indica el agua que este necesita según su etapa de crecimiento y el coeficiente de escorrentía para calcular lo que efectivamente queda de la precipitación disponible para el cultivo. Este método de cálculo fue programado en Python para automatizar la generación de mapas. Para esto se desarrolló una herramienta en Python que permitiera realizar un análisis detallado por celda y por semana de los requerimientos del cultivo.

## 1 Resultados

Inicialmente se analizó la información hidroclimatológica disponible, posteriormente se ejecutó la herramienta desarrollada para la determinación de los requerimientos hídricos del cultivo de tabaco burley en el municipio de Ovejas (Sucre).

### 1.1 Análisis de la información hidroclimatológica

La información hidroclimatológica se obtuvo de las estaciones pertenecientes a la red de monitoreo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Se analizó la información de 28 estaciones ubicadas en los departamentos de Sucre y Bolívar (Figura 2); se resalta que, en el municipio de Ovejas (Sucre) no se encuentran estaciones hidroclimatológicas.



Figura 2 Estaciones hidroclimatológicas analizadas  
Fuente: Elaboración propia

**Selección de periodos de calibración y validación:** mediante el software R, el cual se emplea para el análisis estadístico de datos, se identificaron los periodos con mayores registros y más cantidad de datos disponibles, lo que permitió seleccionar tres periodos de calibración, así: de enero a diciembre de 1994, de enero a diciembre de 1995 y de enero a diciembre de 1997.

Las series de precipitación de los periodos de calibración seleccionados se analizaron a partir de una estadística descriptiva, curvas de doble masa y pruebas estadísticas (prueba t simple y prueba de Petit). Una vez desarrollados los análisis estadísticos se selecciona el periodo de enero a diciembre de 1994, ya que presenta mayor cantidad de series completas para las estaciones analizadas. De la revisión y análisis de consistencia y homogeneidad de las series de las estaciones estudiadas, las que presentan mejor comportamiento para la modelación se muestran en la Tabla 1 y la Figura 3. Con respecto a los registros de evaporación se seleccionaron las estaciones Aeropuerto Rafael Bravo (25025080), Primates (13095020) y UniSucre (25025270).

**Tabla 1 Estaciones seleccionadas**  
Fuente: Elaboración propia

Código	Nombre	Latitud (N)	Longitud (W)
29010120	CAÑONEGRO	9°44'28"	74°57'8"
25020960	CÓRDOBA	9°35'17"	74°49'31"
25020860	FRONTERA	9°21'34"	74°56'27"
13090110	PALO ALTO	9°49'3"	75°25'6"
13090230	PASTORA LA	9°17'36"	75°29'31"
25020190	PTO ASÍS	9°25'55"	75°7'45"
29030150	SAN CRISTOBAL	9°52'5"	75°15'1"
13090020	SAN ONOFRE	9°45'15"	75°32'17"
25020770	SAN PEDRO	9°24'11"	75°3'10"
13090050	TOLUVIEJO	9°26'18.2"	75°26'25"

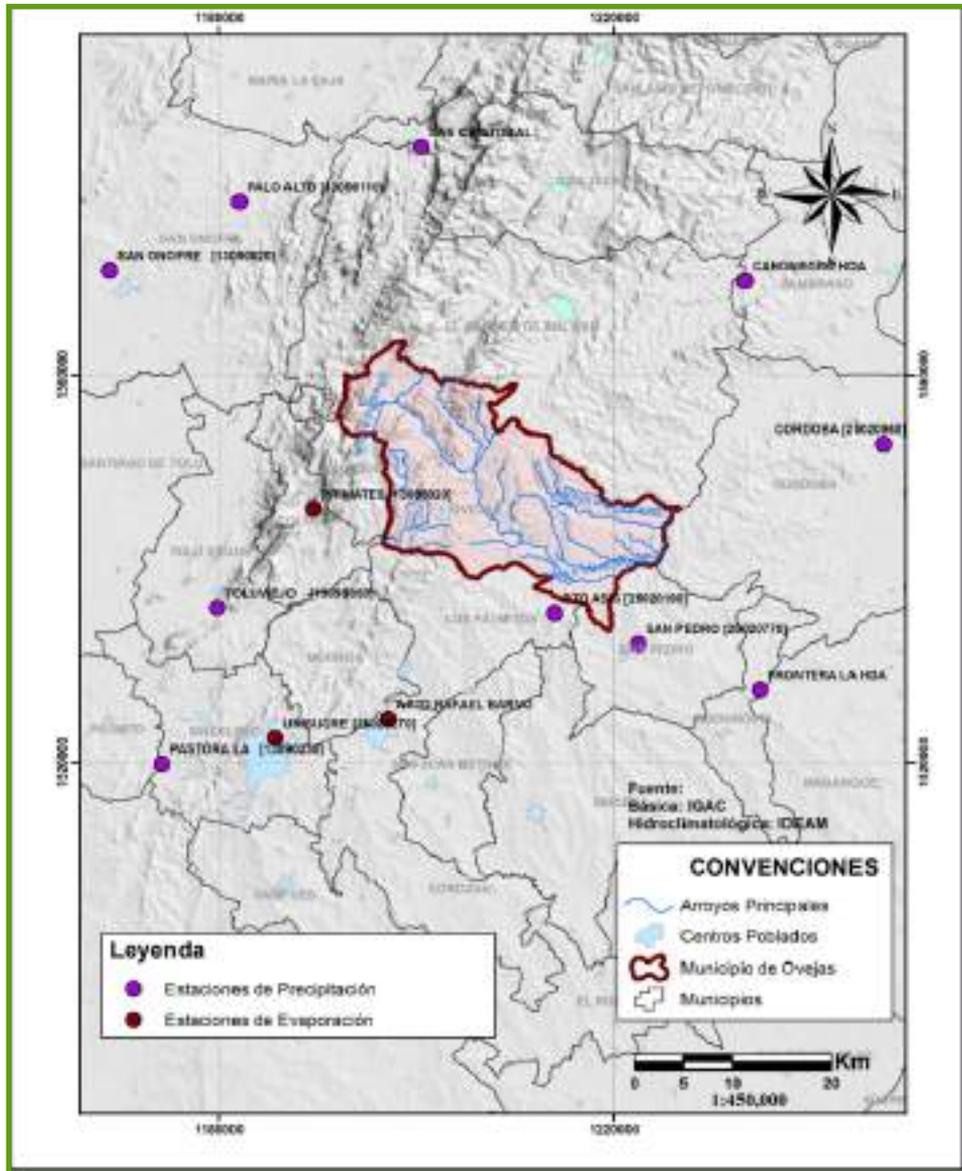


Figura 3 Estaciones hidroclimáticas seleccionadas  
Fuente: Elaboración propia

**Caracterización de la precipitación, evaporación y estimación de la evapotranspiración en la zona de estudio:** la precipitación media anual de la zona de estudio oscila entre 1029.2 y 1999.2 mm (Figura 4) y la evaporación media anual oscila entre 1422.3 y 1775.29 mm (Figura 5. La evapotranspiración se estimó empleando el método del tanque evaporímetro descrito en Allen et al., 2006).

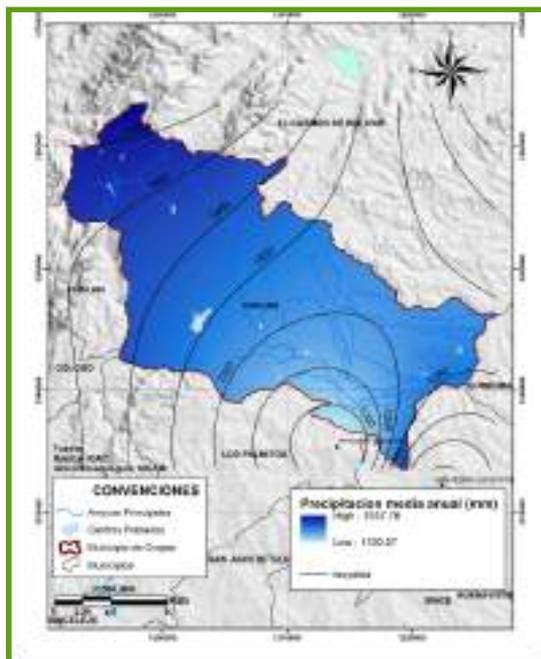


Figura 4 Isoyetas municipio de Ovejas (Sucre)

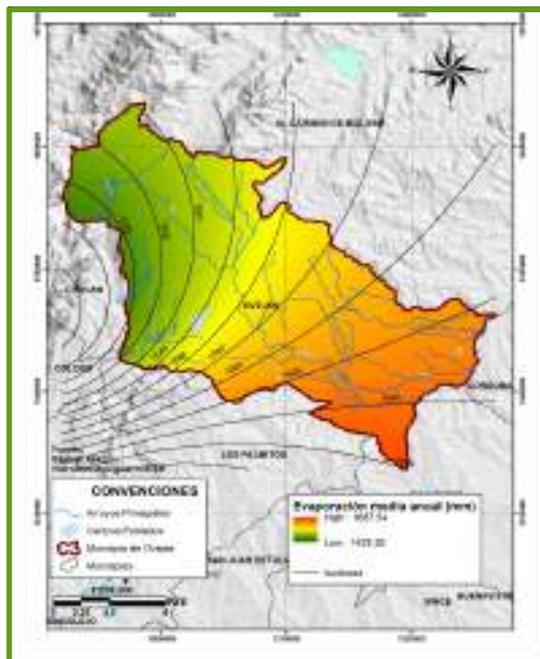


Figura 5 Isóneas municipio de Ovejas (Sucre)  
Fuente: Elaboración propia

## 1.2 Estimación de variables y determinación de los mapas empleados en la modelación

**Espacialización de la precipitación y la evapotranspiración:** la información de las series de precipitación y evapotranspiración de cada estación se consolidan por semana, se tienen 52 semanas para el periodo analizado (enero a diciembre de 1994); las series acumuladas se interpolan y espacializan, se obtiene un mapa por semana de la zona de estudio.

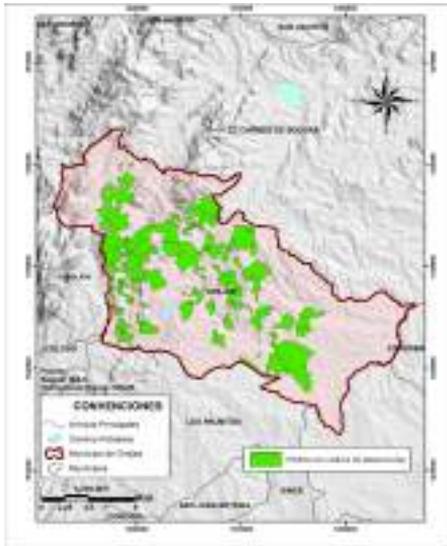


Figura 6 Predios con cultivos de tabaco burley en el municipio de Ovejas (Sucre)  
Fuente: Elaboración propia

### Ubicación de los cultivos de tabaco en la zona de estudio:

la información de los cultivos de tabaco burley ubicados en el municipio de Ovejas fue suministrada por la empresa Coltabaco; adicionalmente, se tomó la información predial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) con el fin de ubicar los lotes con cultivos de tabaco y definir estos como área para la modelación (Figura 6), los cuales se encuentran en 133 predios con un área de 10258.47 hectáreas.

**Coefficiente del cultivo (Kc):** las etapas de crecimiento del cultivo y el Kc correspondiente a cada etapa se definieron a partir del estudio de los requerimientos hídricos del cultivo de tabaco en el departamento del Huila, desarrollado por la Universidad Surcolombiana (Trujillo, Gasca, & Trujillo, 2008). El ciclo del cultivo de tabaco se compone de cuatro fases (crecimiento lento, crecimiento rápido, floración y maduración) con una duración total de 105 días. El análisis se lleva a cabo con una temporalidad semanal, ajustando la duración de cada fase del cultivo (Tabla 2).

**Tabla 2** Parámetros del cultivo de tabaco para el municipio de Ovejas. Fuente: Elaboración Propia

Fases del cultivo	Semana (Días)	Kc
<b>Crecimiento Lento</b>	Semana 1 (1-7)	0.66
	Semana 2 (8-14)	
	Semana 3 (15-21)	
	Semana 4 (22-28)	
	Semana 5 (29-35)	
<b>Crecimiento Rápido</b>	Semana 6 (36-42)	0.83
	Semana 7 (43-49)	
	Semana 8 (50-56)	
	Semana 9 (57-63)	
<b>Floración</b>	Semana 10 (64-70)	0.92
	Semana 11 (71-77)	
	Semana 12 (78-84)	
<b>Maduración</b>	Semana 13 (85-91)	0.87
	Semana 14 (92-98)	
	Semana 15 (99-105)	

### **Precipitación efectiva (Coeficiente de escorrentía Ke):**

los criterios para definir el coeficiente de escorrentía se basaron en el estudio llevado a cabo para la determinación de la precipitación efectiva en áreas agropecuarias de la provincia de Holguín, Cuba (Villazón, Noris, & Gutiérrez, 2019) y en el estudio de la precipitación efectiva para el municipio de Lavras, Mina Gerais, Brasil (Sampaio, Corrêa, Bôas, & Coutinho de Oliverira, 2000), en los cuales se estima la precipitación efectiva mediante el método del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el método Water Resources, Development and Management Service, FAO (AGLW, FAO) y el método de porcentaje fijo para un 20, 50 y 80 % de la precipitación total; se concluye que los resultados de los métodos USDA y AGLW, FAO arrojan valores de precipitación efectiva similares a los valores obtenidos por el método de porcentaje fijo para PF 50 % y PF 80 %.

Dichas zonas presentan características hidrológicas y de suelos similares a las consideradas en el municipio de Ovejas, razón por la cual, se toman como referencia para el presente estudio, teniendo en cuenta que, en el municipio de Ovejas predominan pendientes entre 12-15 % que denotan terrenos fuertemente inclinados, que combinados con suelos arcillosos predominantes incrementa la produc-

ción de escorrentía reduciendo la precipitación efectiva; se toma el porcentaje fijo (PF 50 %), que refleja de la mejor manera las condiciones físicas del municipio de Ovejas.

### **Coeficiente de eficiencia de riego Kr:**

en el presente estudio se emplea un coeficiente de eficiencia de riego (Kr) igual a uno (1), se analiza el cultivo de tabaco bajo condiciones sin sistemas de riego, se implementa el cultivo únicamente con los aportes de las precipitaciones.

## **1.3 Resultados de la modelación Requerimientos hídricos del cultivo de tabaco burley en el municipio de Ovejas:**

teniendo en cuenta que los requerimientos hídricos del cultivo varían con la época de siembra, para el municipio de Ovejas se analizaron diferentes épocas de siembra, se obtuvo un requerimiento de agua del cultivo de tabaco que oscila entre 3058.79 y 2190.40 m<sup>3</sup>/ha.

### **Épocas óptimas de siembra del cultivo de tabaco burley en el municipio de Ovejas:**

para determinar las épocas óptimas de siembra se debe resaltar que, en el municipio de Ovejas los requerimientos hídricos del cultivo de tabaco se suplen con las precipitaciones, ya que, normalmente no se implementan sistemas de riego. Los

resultados obtenidos para cada ciclo de cultivo evaluado muestran que, para todos los escenarios se requiere riego en alguna de sus semanas, por lo que para definir la época óptima de siembra se deben analizar aquellos ciclos que permitan un desarrollo completo del cultivo.

De los ciclos analizados se obtuvo que lo máximo que se logra de superávit de precipitación son 9 de 15 semanas, es decir, se cubriría con precipitación el 60 % del ciclo del cultivo; el restante debería ser cubierto por riego. Esto solo se logra en dos de los escenarios estudiados. Teniendo en cuenta que para la primera fase del cultivo (crecimiento lento) es indispensable que no se presente déficit de agua para que el cultivo no muera una vez sembrado, ya que, una vez establecido, el cultivo de tabaco puede adaptarse a terrenos con escasez de agua (Aguilera, 2013), se obtienen dos escenarios que no presentan requerimientos de riego en la fase de crecimiento lento del cultivo, los cuales corresponden a los ciclos de cultivos sembrados en la última semana de abril y la primera semana de mayo.

**Análisis de escenarios de cambio climático:** los escenarios de cambio climático para Colombia, contenidos en la tercera comunicación nacional de cambio climático (IDEAM, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y DNP, 2017), muestran que, para el periodo 2011-2100, la región Caribe presentaría una disminución de la precipitación del orden de 10-40 % y la temperatura media anual del país podría aumentar gradualmente en 0.9 °C para el año 2040, 1.6 °C para el año 2070 y 2.14 °C para el año 2100.

Con el fin de analizar la incidencia del cambio climático en el ciclo del cultivo, se realizó un análisis con un incremento de la evaporación del 10 %, debido a posibles incrementos en la temperatura, según lo planteado en la tercera comunicación de cambio climático. En un segundo análisis, se consideró adicionalmente del incremento de la evaporación del 10 %, un decremento en la precipitación en el 10 %. Es decir, se simularon los escenarios más conservadores de los propuestos por el IDEAM.

Los requerimientos hídricos del tabaco, si se presenta un incremento en la evaporación, se incrementarán en un 14.3 % con respecto al año base de análisis.

La modelación, contemplando un aumento en la evaporación y una disminución en la precipitación, muestra que, se disminuye la cantidad de semanas con superávit de precipitación con respecto a la condición base de un máximo de 9 semanas a un máximo de 7 semanas.

## Conclusiones

El requerimiento hídrico del cultivo de tabaco burley en el municipio de Ovejas, según el coeficiente del cultivo ( $K_c$ ) y la época de siembra, oscila entre 3058.79 (primera semana de enero) y 2190.40 m<sup>3</sup>/ha (cuarta semana de agosto), para un periodo vegetativo de 15 semanas.

Mediante la herramienta desarrollada se definió que no existe la posibilidad en ningún ciclo de cumplir con los requerimientos de los cultivos con precipitación para el municipio de Ovejas, es decir, se requiere la implementación de riego para que el sector sea totalmente productivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se definieron las mejores épocas de siembra para el cultivo de tabaco sin implementar sistemas de riego en el municipio de Ovejas; se tiene presente que la productividad no será la ideal. En estas condiciones, las épocas óptimas de siembra serían las correspondientes a los ciclos de cultivos comprendidos entre: la semana 17 (abril) a semana 31 (agosto) y semana 18 (mayo) a semana 32 (agosto), respectivamente, ya que presentan superávit de precipitación en la fase inicial del cultivo, fase crítica para su desarrollo.

A pesar de recomendar épocas óptimas de siembra, se identificaron semanas con requerimientos no cubiertos por las precipitaciones, por lo que la falta de sistemas de riego que suplan las necesidades de agua se convierten en un factor que genera bajos rendimientos por hectárea del cultivo en el municipio de Ovejas.

En el municipio de Ovejas se puede planificar una segunda cosecha en el año; inicia en la semana 38 y culmina en la semana 52. Se plantea esta alternativa con el fin de optimizar la producción de la tierra, teniendo en cuenta que se deben suplir, mediante un sistema de riego, los requerimientos de agua de por lo menos la fase de crecimiento lento.

Los escenarios planteados, según la tendencia identificada por (IDEAM, PNUD, MADS, y DNP 2017) muestran que se presentarán cambios significativos en la demanda de riego de los cultivos, incrementando los requerimientos hídricos en un 14.3 % con respecto al año base de análisis. En cuanto a los volúmenes de requerimientos no cubiertos se presenta un incremento con respecto al año base, entre el 14.28 % y el 1042.49 %.

## Referencias

Aguilera, M. (2013). Montes de María: Una subregión de economía campesina y empresarial (Vol. 195).

Alcaldía de Ovejas. (2016). Plan de desarrollo municipal 2016 - 2019.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. In Estudio FAO Riego y Drenaje. <https://doi.org/M-56>  
DANE. (2016). Encuesta Nacional Agropecuaria. 1–25.

DNP. (2007). Agenda Interna Para La Productividad y La Competitividad. Documento regional, Bolívar.

IDEAM, PNUD, MADS, & DNP. (2017). Tercera Comunicación Nacional de Colombia.

Sampaio, S. C., Corrêa, M. M., Bôas, M. A., & Coutinho de Oliverira, L. F. (2000). ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA PARA O MUNICÍPIO DE LAVRAS, MG. 210–213.

Trujillo, A. T., Gasca, C., & Trujillo, O. (2008). Requerimientos Hídricos del Cultivo de Tabaco en el Departamento del Huila. Ingeniería y Región, 5, 7–14.

Villazón, J., Noris, P., & Gutiérrez, G. (2019). Determinación de la precipitación efectiva en áreas agropecuarias de la provincia de Holguín. (May). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17394.76487>



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -  
Teléfono: 8879300 Ext. 50190  
Cra 27 #64-60 / Manizales - Caldas  
<http://idea.manizales.unal.edu.co>  
[idea\\_man@unal.edu.co](mailto:idea_man@unal.edu.co)

**Edición, Diseño y Diagramación:** IDEA Sede Manizales

**Impresión:** Sección de Publicaciones

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales