



### Introducción

El Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario - GHIDA reconociendo la situación actual del cultivo de tabaco en el departamento del Huila y los problemas asociados al manejo, formuló la presente investigación con el objetivo de estimar los requerimientos hídricos del cultivo de tabaco.

En cumplimiento de los logros se establece la metodología a través del control y seguimiento de la humedad del suelo en el área del cultivo utilizando tensiómetros y revisión gravimétrica de la humedad, lo mismo que la aplicación del balance hídrico diario y decadal mediante la medición de las variables climáticas.

Los resultados se considerarán válidos para el periodo húmedo evaluado, condiciones durante la temporada de investigación; sin embargo, se recomienda continuar con evaluaciones sucesivas durante periodos secos y húmedos

hasta tener la suficiente información que permita validar con alto nivel de confianza el coeficiente empírico del cultivo de tabaco (Kc).

Dado el auge del cultivo de tabaco en el Huila y la proyección para la ampliación de áreas tabacaleras con perspectivas de producción para el abastecimiento a los mercados internacionales, y en consecuencia la demanda significativa de los recursos agua - suelo para el proceso productivo del tabaco, sumada a la escasa tecnología empleada, se hace necesario estimar las demandas de agua del tabaco en el departamento, con miras al uso eficiente del riego.

### Materiales y Métodos

**Localización del área y características del suelo:** El área experimental con extensión de 3.5 ha, se localiza en el Centro Agropecuario la Angostura - SENA, municipio de Campoalegre (figura 1). El muestreo espacial de suelos siguió la metodología para toma de muestras

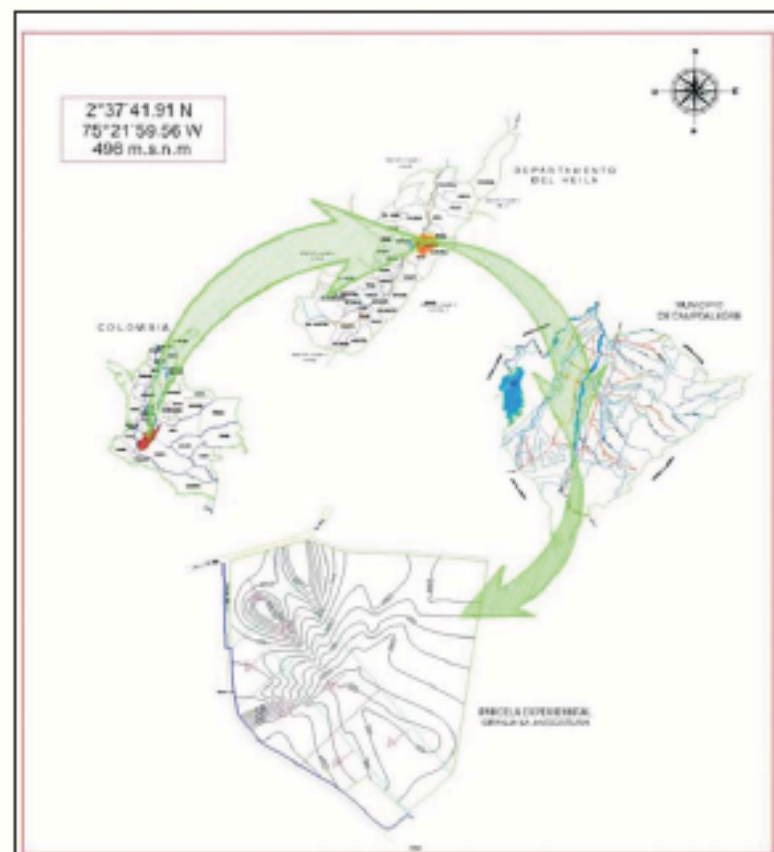


Figura 1. Localización del área experimental. Municipio de Campoalegre - Huila.



representativas y en profundidad mediante el reconocimiento y colección de suelo.

**Características Físicas:** Se hizo identificación y reconocimiento de los horizontes del suelo. Se analizaron las características de textura (Bouyoucos), densidad aparente (terron parafinado), humedad del suelo (gravimetría), capacidad de campo y punto de marchitez permanente (olla y plato de presión). Se midió la capacidad de infiltración del suelo (anillos infiltrómetros) y se aplicó el modelo de Kostiaikov, también se midió la conductividad hidráulica saturada (pozo barrenado invertido) aplicando la aproximación de Porche.

**Características Químicas:** Se demarcaron zonas homogéneas por color, topografía, drenaje y vegetación. Las variables químicas fueron pH, CIC, materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, azufre y elementos menores.

**Topografía del área:** En el levantamiento topográfico del área se tomaron cotas cada 0.25 m, información para el trazado y el diseño del riego por surcos siguiendo la dirección y la pendiente adecuada de los mismos, tratando de orientar los surcos en la dirección de recorrido del sol. Se trazaron las acequias de riego y drenaje.

**Establecimiento del semillero:** En el establecimiento del semillero se empleó la técnica de las bandejas flotantes, estas se nivelaron con cascarrilla de arroz, que a su vez sirvió como medio de protección para el plástico. Los bordes de los semilleros se construyeron con ladrillo para mantener el nivel de agua, y la lámina de agua utilizada para el humedecimiento de las bandejas con semillas, se le monitoreó su dureza para mantener condiciones neutras.

**Determinación del Kc:** Se instaló un tanque evaporímetro Clase A y pluviómetro Hellman siguiendo las normas del IDEAM. Se recolectaron muestras de suelo periódicas para determinar el porcentaje de humedad gravimétrica. La energía del agua en el suelo se midió con tensiómetros, instrumentos útiles para medir el esfuerzo que ejercen las plantas para extraer la humedad edáfica. Se instalaron seis (6) tensiómetros ubicados tres

(3) a profundidad de 10 cm y los restantes a profundidad de 20 cm (figura 2).

Estos tensiómetros fueron leídos diariamente. Con los valores de tensión del agua en el suelo, humedad gravimétrica, capacidad de campo y punto de marchitez se trazaron las gráficas de humedad del suelo para establecer un patrón de calibración adecuado para el área experimental.



Figura 2. Ubicación de tensiómetros

Se registró el valor diario de las variables precipitación, evaporación y humedad del suelo, siendo organizados por décadas para facilitar los balances hídricos y obtener la Evapotranspiración Real decadal, con estos valores se determinó el factor empírico para el tabaco con la metodología FAO - tanque Evaporímetro.

**Determinación de las variables de cosecha:** Para la biomasa en tabaco se hizo muestreo al azar, seleccionando doce hojas de los cuatro pisos foliares: bajas, medias, alteras y coperas. Se midió el peso, la longitud, el ancho mayor y se determinó la relación vena-lámina foliar del tabaco. Posteriormente las hojas fueron sometidas a secado durante 24 horas a 70°C, para hallar la humedad. La información de las variables de cosecha fueron sometidas a un análisis estadístico y se correlacionaron





para su evaluación, también se estimaron los rendimientos de los cuatro pisos foliares.

### Resultados y Discusión

**Control de humedad del suelo:** Los registros de humedad diaria del suelo a profundidades de 10 y 20 cm muestran la fluctuación por conceptos de entradas y salidas de agua en el área.

Se observa que en los primeros 10 cm de profundidad, el suelo pierde humedad con rapidez, ocasionando mayor fluctuación con respecto a los 20 cm. Esto se explica por la exposición directa de la superficie del suelo a la atmósfera, la cual ejerce un efecto desecante sobre las superficies, incrementando con mayor drasticidad el potencial mátrico en los primeros centímetros del suelo (figura 3).

Los puntos de la grafica por encima de la línea de capacidad de campo, equivale a la fracción de agua que drena por los macroporos del suelo, hasta alcanzar la saturación. Los puntos intermedios entre las líneas de capacidad de campo y punto de marchitez permanente corresponden a la fracción de humedad aprovechada por las plantas de tabaco.

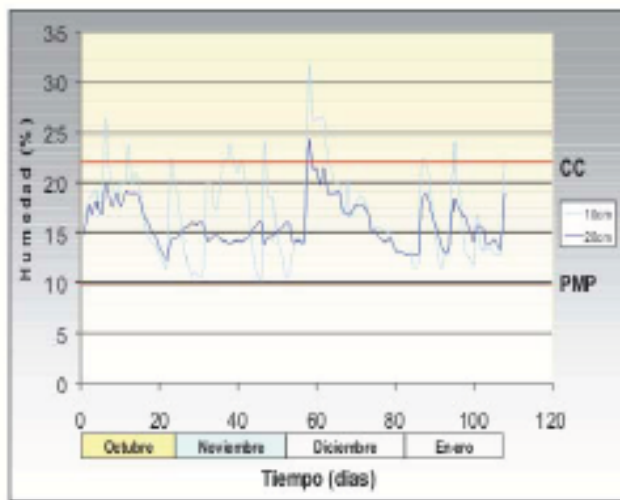


Figura 3. Registro de humedad en tensiómetros a 10 y 20 cm de profundidad

El tensiómetro a 20 cm de profundidad presenta mayor regulación de la humedad asociada a menor afección por el clima, teniendo esta fracción de agua mayor importancia para el abastecimiento a la plantación. Obsérvense

las caídas bruscas de la humedad del suelo a 10 cm, siendo la capacidad desecante de la atmósfera, determinante en la tasa de evapotranspiración, alcanzándose niveles próximos a la marchitez permanente; mientras que en los 20 cm siguientes, se mantuvieron niveles de agotamiento cercanos al 60%. Se demuestra que existen mayores reservas de agua en la profundidad del suelo.

**Balance hídrico del área de cultivo:** para el balance hídrico diario. Se asociaron las variables precipitación - evaporación mostrando fluctuaciones máximas de 77 y 8 mm respectivamente durante los meses de octubre entradas y salidas de agua en el área. 2006 a enero 2007, correspondiente al periodo vegetativo del tabaco (figura 4).

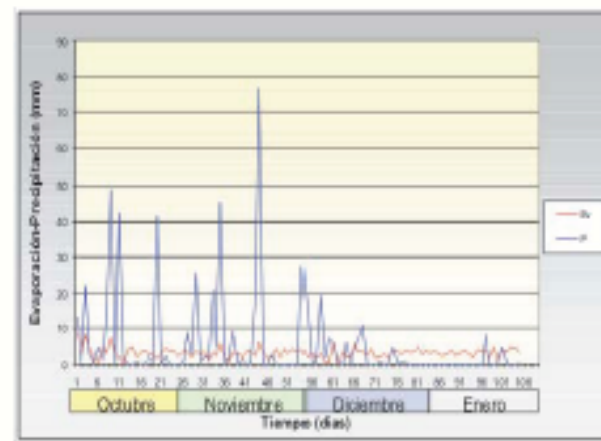


Figura 4. Balance hídrico diario

Durante los primeros 75 días después del trasplante, ocurrió un frecuente e intenso aporte hídrico por concepto de precipitación en el área, siendo de importancia para el abastecimiento aquellas fracciones de lluvia superior a 10 mm. Se aplicó durante la temporada un bajo número de riegos, determinado por la alta frecuencia de las lluvias durante el periodo vegetativo. El riego se incrementó en los últimos 30 días, durante el tiempo deficitario por el inicio del primer periodo seco del año en el sector. La evaporación diaria refleja cambios bruscos durante el ciclo vegetativo del tabaco, alcanzándose evaporación media de 3.5 mm/día. De manera general, el balance hídrico para el periodo muestra la dominancia del exceso de humedad sobre el déficit hídrico, a causa del año húmedo climático (Fenómeno Niña).



En el balance hídrico decadal, la precipitación se mantuvo por encima de la evaporación desde el inicio del proceso experimental hasta el día 25 de diciembre. A partir del día 26 de diciembre hasta la recolección de las hojas de tabaco, la precipitación estuvo por debajo de la evaporación, dando lugar al riego para abastecer los requerimientos de la plantación (figura 5).

**Determinación del coeficiente empírico de cultivo Kc:** En la determinación del coeficiente empírico de cultivo, se cuantificó la lámina de agua decadal por concepto de evapotranspiración resultante del balance hídrico edafoclimático para la plantación de tabaco en el área experimental, lo mismo que la evaporación en el tanque Evaporímetro clase A. (Tabla 1).

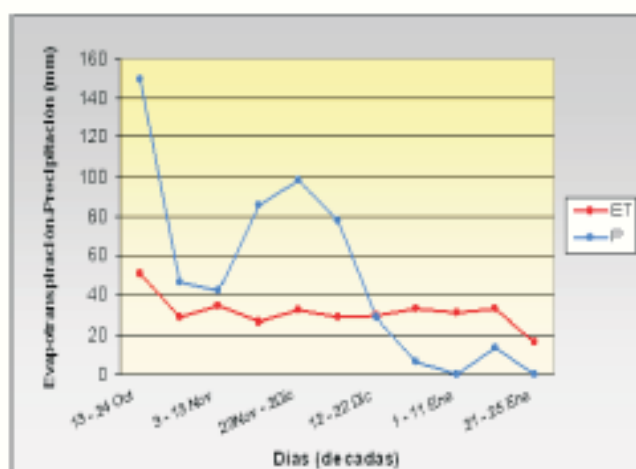


Figura 5. Balance Hídrico decadal para el cultivo de tabaco

La evapotranspiración real de la plantación fluctuó con las décadas, observando su incremento hasta la floración del cultivo, alcanzando un valor máximo de 42.63 mm. El proceso de evaporación fue uniforme a lo largo del ciclo vegetativo de la plantación con ligeras diferencias decadales entre 43.1 y 46.8 mm. Este último valor muestra que en el mes de octubre, se registraron importantes efectos de la atmósfera local. Los valores de Kc incrementan de la misma forma que la evapotranspiración real hasta la floración, fase donde alcanza el máximo valor de 0.92. Estos valores se comparan con FAO (2001), observando ligeras diferencias.

Tabla 1. Parámetros hídricos del cultivo de tabaco

Fases del cultivo	Década (días)	Lámina decadal (mm)		Kc	
		ETR	EV	CALA	FAO 2001
Crecimiento Lento	0 - 11	32.9	46.8	0.66	0.3 - 0.4
	nov-21				
	21 - 31				
Crecimiento Rapido	31 - 41	35.9	43.2	0.83	0.7 - 0.8
	41 - 51				
	51 - 61				
Floración	61 - 71	42.6	46.4	0.92	1.0 - 1.2
	71 - 81				
Maduración	81 - 91	37.8	45.4	0.87	0.75
	91 - 101				-
	101 - 105				0.85

ETR: Evapotranspiración real, EV: Evaporación en el tanque Clase A, Kc: Coeficiente empírico tabaco



El coeficiente de cultivo  $K_c$  presentó variaciones en las distintas etapas fenológicas del tabaco. Las necesidades de agua del cultivo tienen un crecimiento progresivo desde la siembra hasta la floración. Al final de la floración hasta maduración, se observa un leve decrecimiento de la curva por el agua de consumo para el mantenimiento del cultivo (figura 6).

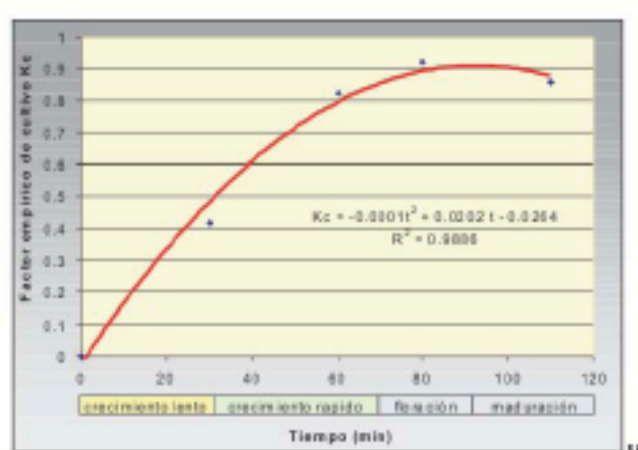


Figura 6. Curva del coeficiente  $K_c$  para el tabaco

La tendencia de la curva de  $K_c$  (figura 10), es muy similar a la hallada por FAO (2001). Las necesidades mínimas del agua del tabaco se presentan en la fase de crecimiento lento y los máximos requerimientos en el periodo de floración, siendo exigente en este último periodo, los cuidados en el control de la humedad de la plantación.

**Determinación de las variables de cosecha:** Las hojas de mejor calidad física son las correspondientes al piso foliar alto, ya que presentan la mayor longitud, ancho, peso en húmedo y seco. Igualmente se observó el mayor peso de vena, esta fracción foliar no presenta utilidad, como también menor humedad frente a los pisos bajo y medio en la planta.

Acorde con el nivel foliar en la planta de tabaco, la humedad disminuye a partir del piso bajo hacia la copa en donde se presenta la menor humedad debido a la plena exposición de la lamina foliar a la radiación, facilitando así un mayor proceso de evaporación. La humedad en las hojas presentó bajo coeficiente de variación ( $C_v$  5.6%). Este valor en base húmeda, fluctuó entre el 76 y el 89% en la recolección. El peso

de la vena con relación al peso total de la hoja de tabaco fluctuó en los distintos pisos foliares entre 19.4% y 27.8%, tomando los menores valores en las hojas coperas, lo que significa a este nivel foliar una mayor cantidad de tejido aprovechable, y por ende mayor retribución de capital al productor.

La mayor varianza se observó en la variable peso foliar, esto debido a la heterogeneidad de las hojas cosechadas al final del ciclo productivo.

El mayor peso de la hoja de tabaco se presentó a nivel alto (26.83 g), seguido del nivel medio (14.25 g) y la hoja copera (10.30 g); el menor peso se registro a nivel bajo (6.49 g). El rendimiento de cosecha se estimó con una humedad del 14%, para lo cual resulto la producción promedio de 3.014,4 Kg.

### » Conclusiones

La demanda de agua según el coeficiente empírico de cultivo ( $K_c$ ) para el tabaco en el municipio de Campoalegre, se compone de las siguientes fases: fase de crecimiento lento 0.66, fase de crecimiento rápido 0.83, fase de floración 0.92 y fase de maduración 0.87.

El uso consumo total de agua del cultivo de tabaco durante el periodo vegetativo de 110 días en el municipio de Campoalegre, departamento del Huila, es de 405.14 mm/ha, significando un requerimiento de agua por hectárea de cultivo de 4.051,4 m<sup>3</sup>.

El mayor uso consumo del tabaco se presenta en la etapa de floración, alcanzando un requerimiento hídrico decadal de 42.63 mm, es decir 4.26 mm de agua/día, lo que representa 42.6 m<sup>3</sup> de agua por hectárea de cultivo.

La eficiencia de aplicación por el método de riego en surcos alcanzo el 51%, siendo baja e inferior a otros con mayor eficiencia de aplicación (aspersión y micro-aspersión), aptos para este cultivo.

El rendimiento del cultivo de tabaco para la variedad Gold - 375 en el Centro Agropecuario La Angostura del municipio de Campoalegre



(CALA), ascendió a 3.014,4 kg/ha, siendo este superior al promedio departamental (2.77 ton/ha).

La humedad promedio en porcentaje de las hojas de tabaco al momento de su recolección fue del 81.25% (base húmeda).

Las hojas del tabaco que mostraron las mejores características físicas en cuanto a tamaño y peso fueron aquellas localizadas en el piso foliar alto.

El uso de tensiómetros calibrados y localizados a diversas profundidades en la zona de raíces del cultivo, se constituye en instrumentos básicos para el seguimiento y la evolución de la humedad del suelo, siendo útil para la estimación del balance hídrico del área cultivada.

### »» Bibliografía

1. Benacchio S., S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela. 202 p.
2. Carotenuto, R. 1981. La exigencia hídrica del tabaco. *Annali tabaco* 8: 101-108.
3. Cordero, P.; Juan, G.R. y Gonzalez, C.E. 1985. Respuesta del tabaco negro variedad Criollo a diferentes niveles de humedad del suelo. *Ciencia y Técnica de la Agricultura del Tabaco* 8 (1).
4. Cruz, L.R.; Leon, S.L.E. 1988. Respuesta del tabaco Virginia de la variedad Spehigt G-28 a diferentes niveles de humedad en el suelo. *Revista Voluntad Hidráulica* No. 79:(7-9).
5. Cruz, L.R.; Juan, G. R. 1992. Regimen de riego óptimo del tabaco Burley de las variedades Ky-17 y Burley - 37. *Cultivos Agroindustriales* Vol.2 (2):49-61.
6. Doorembos, J. A. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma. FAO. No.33, (24).
7. FAO. 1999. Base referencial mundial del recurso suelo. FAO-ISRIC-SICS. Roma. 93 p.
8. FAO. 2002. Crop Water Management. Land and Water. Development division. Water Management Group - AGLW. [www.fao.org/](http://www.fao.org/).
9. Guzman, P. 1985. Respuesta de los semilleros tradicionales de tabaco a diferentes manejos de agua. Primer Encuentro Técnico de Riego del Tabaco. La Habana. MINAGRI.
10. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. 2006. Convenio de Cooperación Técnica para el acompañamiento a la Secretaría de Agricultura y Minería del Huila para la formulación del Plan estratégico Agropecuario 2020. Análisis de las brechas existentes entre la realidad hoy y la visión definida - principios del plan estratégico. Bogotá.
11. Juan, G.R.; Alvarez P. y Cruz L.R. 1990. Correlación de la evapotranspiración del tabaco Virginia con los elementos del clima. *Agrotecnia de Cuba*. Vol. 22(1): 65-73.
12. Juan, G.R. 1985. Recomendaciones sobre el riego del tabaco de las variedades que se cultivan en Cuba. *Voluntad Hidráulica* 67: 35-40.
13. Juan, G.R.; Cordero, P.L. 1985. Regimen de riego del tabaco negro de la variedad criollo. *Ciencia y técnica de la agricultura. Serie Riego y Drenaje*. Vol. (8) No.1.
14. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2005. La Cadena del Tabaco en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. Documento de Trabajo No. 91. Observatorio Agro cadenas Colombia.
15. Parra, J.S. 2006. La competitividad del tabaco Colombiano. Monografía de



- pasantía U. Externado de Colombia. Ministeria de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogota.
15. Rajvaiah, C.V.; Krishnamurthy, S. 1992. Effect of methods of irrigation on yield and quality of cigar filler tobacco (N. Tabacum). Indian Journal of Agriculture Science. Vol. 62 (1): 16-19.
16. Zlatev, G.; Demitrov, D., Dimitrov, Z.; Kostynev, S. y Gerbev B. 1979. Influencia de la irrigación sobre la cantidad y calidad de los tabacos Orientales. Instituto del Tabaco. Plovdiv, Bulgaria.