



# EVALUACIÓN DE LA ANATOMÍA FOLIAR DE CUATRO ECOTIPOS DE VETIVER (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty y *C. nemoralis* (L.) Roberty).



Evangelina Arcaná, Mercedes Castro y Oscar Rodríguez.  
Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica Agrícola, Maracay.  
eva.arcana@gmail.com; castrom@agr.ucv.ve; rodriguez@agr.ucv.ve.

## INTRODUCCIÓN

El Vetiver pertenece a la familia *Poaceae*, subfamilia *Panicoidae*, y por sus características de adaptabilidad y resistencia, es utilizada para la conservación de suelos y aguas, la protección y estabilización de infraestructuras, para la mitigación de desastres naturales, la restauración y protección del medio ambiente, entre otros (Rodríguez y Yépez. 2006). El objetivo de esta investigación fue evaluar la anatomía foliar de cuatro ecotipos de vetiver, pertenecientes a dos especies: *Chrysopogon nemoralis* (L.) Roberty y *C. zizanioides* (L.) Roberty, (anteriormente *Vetiveria*) con el fin de caracterizar este material genético y hacer inferencias sobre los usos más adecuados para cada uno de los ecotipos evaluados.

**Cuadro 1.** Características morfológicas de los ecotipos evaluados

ECOTIPOS	ESPECIE	ORIGEN	RASGOS FÍSICOS		
			HOJAS	RAÍCES	PANÍCULAS
ROI ET	<i>Chrysopogon nemoralis</i> Vetiver de tierras altas	Tailandia	• Verdes opaco, igual en ambas caras. • Superficie áspera y abrasiva. • Nervadura central triangular prominente en el envés.	Profundizan hasta 1 y 1,5 m en el suelo	Púrpura
LOEI			• Color verde oscuro brillante, más claro en el haz que en el envés. • Superficie suave. • Cubierta de cera.		Marrón
SONGKHLA	<i>Chrysopogon zizanioides</i> Vetiver de tierras bajas	India	• Color verde oscuro brillante, más claro en el haz que en el envés. • Superficie suave. • Cubierta de cera.	Mas largas, profundizan hasta 2 y 3 m	Púrpura
MARACAY					



## MATERIALES Y MÉTODOS

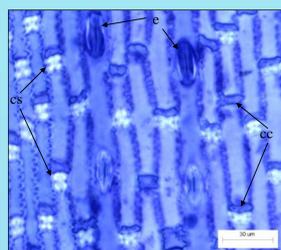
El material vegetal evaluado corresponde a cuatro ecotipos (Cuadro 1), de los cuales uno (Maracay) lleva más de 100 años de adaptación a las condiciones ambientales de nuestro país, mientras que los tres restantes fueron donados por el Dr. Uthai Charanasri, del Proyecto Doi Tung Development e ingresados a Venezuela por el Dr. Oswaldo Luque, coordinador del "Proyecto Vetiver de la Fundación Empresas Polar" en el año 2005 (Arcaná, 2009).

Las muestras para el estudio anatómico se tomaron de plantas establecidas en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Se colectaron hojas a plena exposición solar de plantas de seis meses de edad (desde el momento del trasplante). El material fue fijado en Formalina-Ácido acético-Alcohol al 70% (FAA 70%), y posteriormente se realizaron cortes de la sección transversal de la lámina a mano alzada y aclarados para el estudio epidérmico. Las muestras se tiñeron con azul de toluidina al 0,5% y se prepararon en láminas semipermanentes para su observación al microscopio óptico. Para la descripción anatómica se utilizó la terminología propuesta por Ellis (1976-1979). Se tomaron microfotografías con una cámara digital acoplada al microscopio óptico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### SIMILITUDES ENTRE LAS ESPECIES

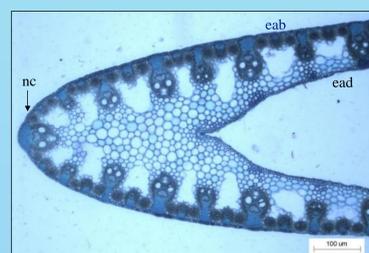
Ambas especies estudiadas presentan hojas isofaciales y anfiestomáticas, con estomas paracíticos, acompañados de células triangulares y cuerpos de sílice halteriformes (Figura 1). En vista transversal ambas especies presentan contorno en forma de V con semiláminas simétricas, unidas por una nervadura media de solo un haz vascular central. (Figuras 2 y 3) De igual manera en ambas se observó un clorénquima radial asociado a los haces vasculares de abundantes cloroplastos y parénquima adaxial, características que coinciden con lo citado en la literatura.



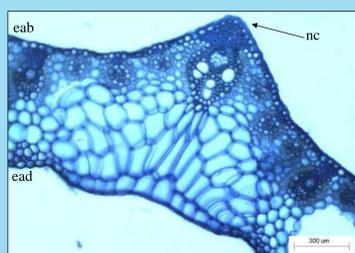
**Figura 1.** Vista paradérmica de la epidermis adaxial del ecotipo Songkhla. (cs) células silicificadas; (cc) células cortas; (e) estomas.

### DIFERENCIA ANATÓMICAS ENTRE LOS ECOTIPOS

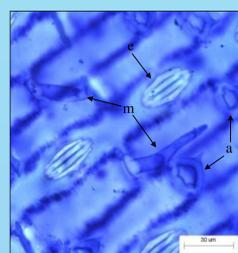
En el cuadro 2 se presentan las variables morfométricas anatómicas de cada uno de los ecotipos de vetiver evaluados. Asimismo, es posible diferenciarlos en base a algunas características anatómicas. Para los ecotipos de *C. nemoralis*, Roi Et se caracteriza por presentar un patrón de arreglo regular de los haces conductores y la presencia de células buliformes a nivel de la nervadura media (Figura 8), mientras que el ecotipo Loei presenta un patrón de arreglo irregular de los haces conductores, la nervadura media con micropelos hacia la epidermis adaxial y ausencia de células buliformes (Figura 9), así como cristales prismáticos en las células epidérmicas (Figura 10). Para los ecotipos estudiados de *C. zizanioides*, las principales diferencias se presentan a nivel de la nervadura media, apreciándose la ocurrencia de células buliformes en el ecotipo Maracay, (similares a los del ecotipo Roi et, mostrados en la Figura 8) ya observadas en esta especie por Metcalfe (1960), pero las mismas están ausentes en el ecotipo Songkhla, que se caracterizó por presentar parénquima translúcido de células alargadas (Figura 11).



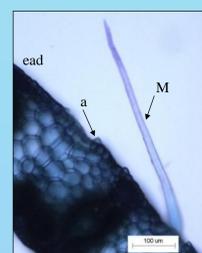
**Figura 2.** Sección transversal de la nervadura media del ecotipo Roi Et. (ead) epidermis adaxial; (eab) epidermis abaxial; (nc) nervadura central.



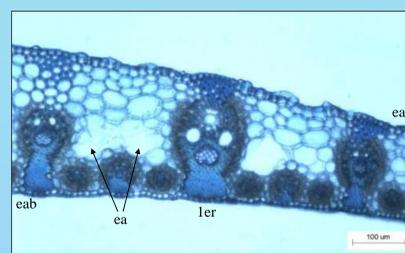
**Figura 3.** Sección transversal de la nervadura media del ecotipo Songkhla. (ead) epidermis adaxial; (eab) epidermis abaxial; (nc) nervadura central.



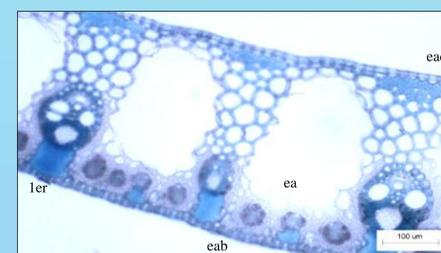
**Figura 4.** Vista paradérmica de la epidermis adaxial del ecotipo Roi Et. (e) estomas; (m) micropelos; (a) agujones.



**Figura 5.** Sección transversal del ecotipo Loei. (ead) epidermis adaxial; (eab) epidermis abaxial; (a) agujón; (M) macropelo.



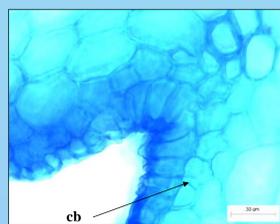
**Figura 6.** Sección transversal de la semilámina del ecotipo Roi Et. (ead) epidermis adaxial; (eab) epidermis abaxial; (ea) espacios aeríferos; (1er) haces vasculares de primer orden.



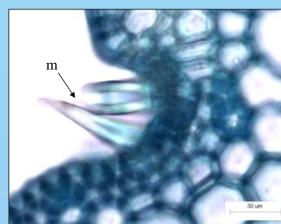
**Figura 7.** Sección transversal de la semilámina del ecotipo Maracay. (ead) epidermis adaxial; (eab) epidermis abaxial; (ea) espacios aeríferos; (1er) haces vasculares de primer orden.

### DIFERENCIAS ANATÓMICAS ENTRE LAS ESPECIES:

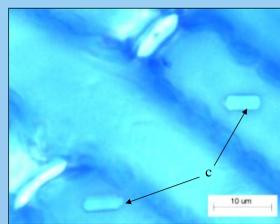
Los dos ecotipos de la especie *C. nemoralis* evaluados, presentaron abundantes micropelos, agujones (Figura 4) y macropelos (Figura 5) en la epidermis adaxial, mientras que en la especie *C. zizanioides* se observaron escasos micropelos solamente en el ecotipo Maracay. En sección transversal la semi-lámina de *C. nemoralis* los bordes de la semi-lámina son sinuosos hacia la superficie adaxial, con un gran número de pequeños espacios aeríferos (Figura 6), y la nervadura central de forma redondeada (Figura 2), mientras que *C. zizanioides* presenta bordes rectos en la cara adaxial y sinuosos hacia la abaxial, mesofilo con pocos espacios aeríferos de gran tamaño (Figuras 7) y la nervadura media más o menos aguda hacia la cara abaxial (Figura 3).



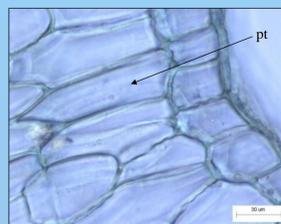
**Figura 8.** Sección transversal de la nervadura media del ecotipo Roi Et, detalle de las células buliformes. (cb) células buliformes.



**Figura 9.** Sección transversal de la nervadura media del ecotipo Loei. (m) micropelo.



**Figura 10.** Vista paradérmica de la epidermis abaxial del ecotipo Loei. (c) cristales prismáticos.



**Figura 11.** Sección transversal de la nervadura media del ecotipo Songkhla. (pt) parénquima translúcido.

**Cuadro 2.** Variables morfométricas anatómicas evaluadas en cuatro ecotipos de vetiver presentes en Venezuela.

VARIABLES	ECOTIPOS			
	ROI ET	LOEI	SONGKHLA	MARACAY
Epidermis Adaxial + cutícula (µm)	28,25	19,50	16,50	16,83
Mesofilo (µm)	180,42	314,83	354,33	692,33
Epidermis Abaxial + cutícula (µm)	15,58	15,00	18,25	17,17
Densidad estomática adaxial (cél/mm <sup>2</sup> )	99,39	85,62	78,73	62,43
Largo de estomas adaxial (µm)	32,65	33,75	29,70	27,75
Ancho de estomas adaxial (µm)	8,55	9,70	7,70	8,45
Densidad estomática abaxial (cél/mm <sup>2</sup> )	221,04	187,76	204,06	196,48
Largo de estomas abaxial (µm)	27,05	29,80	29,45	27,50
Ancho de estomas abaxial (µm)	6,70	8,30	6,55	7,00
Densidad de agujones adaxial (cél/mm <sup>2</sup> )	164,12	53,71	-	-
Largo agujones pequeños (µm)	24,55	27,50	-	-
Largo agujones medianos (µm)	32,35	34,60	-	-
Largo agujones grandes (µm)	52,75	71,85	-	-
Densidad de micropelos adaxial (cél/mm <sup>2</sup> )	32,14	11,25	-	-
Largo de los micropelos (µm)	58,80	51,67	-	-

## CONCLUSIONES

La anatomía foliar permite diferenciar a los ecotipos de vetiver estudiados y posiblemente algunos de estos caracteres podrían estar asociados a la adaptación de los mismos a distintas condiciones ambientales, como por ejemplo la presencia de células buliformes, que se han asociado al pliegue y despliegue de las hojas como un mecanismo para reducir la transpiración presentes en los ecotipos Roi Et y Maracay, por lo que posiblemente los ecotipos que las presentan podrían responder mejor a condiciones de mayor stress hídrico.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arcaná, E. 2009. Evaluación preliminar de once ecotipos de vetiver (*Chrysopogon zizanioides* y *C. nemoralis*), en diferentes condiciones agroecológicas. Tesis de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Estado Aragua, Venezuela. 84 p. /2. Chaudhry, M y G. Sarwar. 2006. Leaf anatomy of a miracle C4 grass: *Vetiveria zizanioides* L. Nash. Cholistan Institute of Desert Studies, The Islamia University of Bahawalpur, Pakistan. En memorias de la IV Conferencia Internacional sobre Vetiver. Vetiver y la gente. Fundación Polar. Caracas. Venezuela. /3. Ellis, R. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12: 65-109. /4. Ellis, R. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12:641-671/ 5. Ellis, R. 1987. A review of comparative leaf blade anatomy in systematics of the Poaceae: the past twenty-five years. In: Soderstrom, T.; Hillu, K; Campbell, C and Barkworth, M. (eds.) Grass systematics and evolution. Smithsonian Institution Press. Washington, pp: 3-10/ 6. Fahn, A y D Cutler. 1992. Xerophytes. *Encyclopedia of plant anatomy*. XIII (3). 1-IV. 1-177/ 7. Fernandez, A; N. Rios; A. Varela de Vega; L. Pino y E. Torres. 1987. Anatomía fisiológica vegetal. Guías de estudio. Etapas I y II. Cátedra de Anatomía Vegetal. Universidad Central de Venezuela. 180 p. / 8. Metcalfe, C. 1960. Anatomy of the monocotyledons I: Gramineae. Clarendon Press, Oxford, pp: 529-532 /6. Roth, I. 1992. Leaf structure: coastal vegetation and mangroves of Venezuela. *Gebr. Borntraeger*, Berlin, Germany. p:172. / 9. Rodríguez, O y G. Yépez. 2006. VETIVER (*Vetiveria zizanioides*) Una Extraordinaria Planta Para La Protección Ambiental. *Revista Natura* No. 128 Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Caracas. Venezuela. pp: 30-37.