

**EVALUACIÓN DE DOS ETAPAS FENOLÓGICAS DE 114 ACCESIONES DE
Tadehagi triquetrum EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO - CAUCA.**

**EVALUATION OF TWO STAGES PHENOLOGICAL OF 114 ACCESSIONS OF
Tadehagi triquetrum IN THE MUNICIPALITY OF SANTANDER QUILICHAO - CAUCA.**

**AVALIAÇÃO DE DUAS ETAPAS FENOLÓGICAS REPRODUTIVAS DE 114 ACCESIONES DE
Tadehagi triquetrum DO MUNICÍPIO DE SANTANDER QUILICHAO - CAUCA.**

CARLOS AUGUSTO MARTINEZ MAMIAN¹, SANDRA MORALES VELASCO²,
NELSON JOSÉ VIVAS QUILA², LUIS HORACIO FRANCO³, BELISARIO HINCAPIE³

PALABRAS CLAVES:

Tadehagi triquetrum, Alimentación animal, Accesiones, Germoplasma.

KEYWORDS:

Tadehagi triquetrum, Animal feed, Accessions, Germplasm.

PALAVRAS CLAVES:

Tadehagi triquetrum, Alimentação animal, Accesiones, Germoplasma.

RESUMEN

*Los estudios tendientes en conocer la adaptabilidad de materiales novedosos forrajeros en el trópico bajo Colombiano son escasos, por tal razón, se evaluaron dos etapas fenológicas reproductivas (Floración y fructificación) de 114 accesiones de *Tadehagi triquetrum* especie forrajera poco estudiada a nivel mundial, utilizada en la alimentación bovina las cuales son provenientes de Tailandia, Vietnam, China, Indonesia y Papúa Nueva Guinea; material vegetal que hace parte del banco de germoplasma del programa de forrajes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Las accesiones inicialmente fueron sembradas en el invernadero del programa de forrajes del CIAT Palmira (T°: 24°C; H relativa de 85%) y después de 8 semanas se trasplantaron al sitio definitivo en los terrenos de la subestación experimental del CIAT Santander de Quilichao. Cada accesión fue sembrada en una hilera de tres plantas, donde se tomaron registros para el análisis descriptivo de las accesiones.*

*Se tuvieron en cuenta cuatro variables del cultivo días a la primera flor, días al 50% de floración, días a la primera vaina y días al 50% de la producción de vainas y tres variables ambientales (precipitación, brillo solar y temperatura). Se encontró que las accesiones de *Tadehagi triquetrum* presentaron su primera flor en promedio a los 137 días y el 50% de la floración a los 156 días después de la siembra en campo. Las variables relacionadas con la producción de vainas se encontraron directamente relacionadas con los días a floración, en promedio a los 14 días de presentarse la primera flor*

Recibido para evaluación: 10/06/2010. Aprobado para publicación: 27/10/2010

1 Ingeniero Agropecuario, Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad del Cauca.

2 Grupo de Investigación en Nutrición Agropecuaria – Universidad del Cauca

3 Proyecto Forrajes Tropicales - CIAT

Correspondencia nutrifaca@unicauca.edu.co, carlosmartinez@unicauca.edu.co

se observaron las primeras vainas. De las variables ambientales solo la temperatura tuvo influencia sobre la etapa reproductiva de los materiales evaluados el cual obtuvo su mejor comportamiento a los 22 °C en presencia de precipitaciones de 162 mm.

ABSTRACT

We evaluated two phenological stages of 114 accessions of Tadehagi triquetrum forage species used in animal feed, which are from Thailand, Vietnam, China, Indonesia and Papua New Guinea plant material that is part of the program genebank fodder International Center for Tropical Agriculture (CIAT). These accessions were originally planted in the greenhouse of CIAT forage program Palmira and after 8 weeks were transplanted to the final location on the grounds of the CIAT experimental substation Santander de Quilichao. Each accession was planted in a row of three plants. It took into account four variables of the crop (days to first flower, days to 50% flowering, days to first pod and days to 50% pod production) and three environmental variables (precipitation, sunshine and temperature). It was found that the accessions of Tadehagi triquetrum presented their first flower at an average of 137 days and 50% flowering to 156 days after sowing in the field. The last two variables related to the production of pods were directly related to days to flowering, because on average 14 days of submission of the first flower first pods were observed. Only environmental variables, temperature had influence on the phenological variables evaluated material.

RESUMO

Os estudos tendentes em conhecer a adaptabilidade de materiais nuvosos forrageiros no trópico baixo Colombiano são escassos, por tal razão, se avaliaram duas etapas fenológicas reprodutivas (Floração e frutificação) de 114 accesiones de Tadehagi triquetrum espécie forrageira pouco estudada á nível mundial, que é utilizada na alimentação bovina, as quais são provenientes de Tailandia, Vietnam, China, Indonesia e Papúa Nueva Guinea; material vegetal que face parte do banco de germoplasma do programa de forragem do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). As accesiones inicialmente fórum semeadas na estufa do programa de forragens do CIAT Palmira (T^o: 24°C; H relativa de 85%) e depois de 8 semanas se transplantaram a sitio definitivo em os terrenos de a subestação experimental do CIAT Santander de Quilichao. Cada accesión foi semeada numa fileira de três plantas, onde se tomaram registros para as análises descritivo das accesiones.

Teve-se em conta quatro variáveis do cultivo, dias à primeira flor, dias a 50% de floração, dias a primeira vagem e dias a 50% da produção de vagem e três variáveis ambientais (precipitação, brilho solar e temperatura). Encontrase que as accesiones de Tadehagi triquetrum presentearam sua primeira flor em promédio a os 137 dias e o 50% da floração a os 156 dias depois da semeada em campo. As variáveis relacionadas com a produção de vagens encontrarem-se diretamente relacionadas com os dias à floração, em promédio a os 14 dias de presentear-se a primeira flor observarem-se as primeiras vagens. Das variáveis ambientais solo a temperatura teve influencia sobre a etapa reproductiva dos materiais avaliados o qual conseguiu seu melhor comportamento a os 22, 45°C com presencia de precipitações de 162 mm.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana, hace presión por aumentar la frontera agrícola y elevar la producción de alimentos, trayendo con él, la erosión de los suelos, el deterioro de las cuencas las fuentes de agua y la emisión de gases asociados al calentamiento global [1].

Es así como la actividad ganadera es uno de los renglones económicos más importantes en Colombia, que genera cerca de 950.000 empleos directos beneficiando la economía de la población rural. En el departamento del Cauca por ser un departamento biodiverso y contar con los tres pisos térmicos se han desarrollado las actividades pecuarias variadas entre la que se destaca la ganadería [2].

Entre las opciones tecnológicas usadas para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos, se halla el empleo de las leguminosas arbustivas, ya que contribuye a suplir las crecientes necesidades de alimento demandadas a nivel mundial por su alto contenido en proteína. Por otro lado, la implementación de leguminosas arbustivas también ayuda a mejorar los suelos debido a que fijan una gran cantidad de nutrientes especialmente nitrógeno y carbono importantes para el mejoramiento de las pasturas; además de cumplir un papel trascendental en la protección del medio ambiente [3].

Es así, como la especie *Tadehagi triquetrum*, leguminosa multipropósito (Forrajera, medicinal, recuperadora de suelos, etc.) solo ha sido investigada a nivel mundial, en la zona tropical de Vietnam y China a nivel de variabilidad genética y relaciones con el ambiente donde se encuentra [4, 5, 6, 7]. En Colombia se estudió con el fin de generar alternativas de producción forrajera en el trópico bajo para la alimentación de ganado bovino, la cual tuvo como objetivo evaluar un banco de germoplasma conformado por 114 accesiones de *Tadehagi triquetrum* durante dos etapas fenológicas, (Floración y fructificación), determinando posibles variables limitantes en la productividad del mismo.

MÉTODO

El establecimiento en campo de las accesiones se realizó en la subestación experimental CIAT, ubicada en el municipio de Santander de Quilichao Cauca, localizada al norte del departamento: a 3°06' de latitud norte y 76°31' de longitud oeste, altitud de 990 msnm y con una temperatura promedio de 24°C. La sub estación de Santander de Quilichao se caracteriza por tener suelos ácidos y de bajo contenido de materia orgánica [8].

Los materiales evaluados hacen parte del banco de germoplasma del programa de forrajes del CIAT, algunos de estos han sido evaluados en la zona tropical de Vietnam [5, 6]. El total de las accesiones de *Tadehagi triquetrum* fueron 114 materiales originarios de países tropicales con altitudes entre los 20 y 1320 m.s.n.m. como Tailandia, Vietnam, China, Indonesia y Papúa Nueva Guinea.

Inicialmente las semillas de *Tadehagi triquetrum* fueron sembradas en el invernadero del CIAT Palmira después de 8 semanas se trasplantaron al sitio definitivo en la

subestación experimental Quilichao CIAT. La evaluación de las dos etapas fenológicas de *Tadehagi triquetrum* (floración y producción de vainas) se realizó de la siguiente manera: [5].

Etapas de campo. Se procedió al establecimiento del cultivo sembrando en hileras de 3 plantas, a una distancia de 1.5 m entre accesiones y 1m entre plantas; cada hilera corresponde a una accesión del cultivo [5], durante esta etapa se realizaron visitas cada 15 días hasta cuando los materiales tenían 4 meses de sembrados, tiempo en el que se consideró que las plantas ya estaban debidamente establecidas como cultivo [9], tiempo en el cual se inició con la toma de datos de primera floración, 50% de floración, primera vaina y 50% de vainas [9].

Las variables fenológicas días al 50% de floración (df_{50}) y días al 50% de producción de vainas (dv_{50}) se estimaron teniendo en cuenta el número de materiales estudiados y el número de plantas sembradas por material. Por lo tanto, los datos se registraron cuando el 50% de los materiales evaluados florecieron y produjeron vainas.

Para la evaluación fue necesario tener en cuenta los factores climáticos, que fueron tomados de la estación climatológica del CIAT de Quilichao, teniendo en cuenta el brillo solar, temperatura, evaporación y precipitación.

Análisis estadístico. Los datos colectados durante las dos fases anteriores se organizaron en una matriz en Excel. La matriz posee 114 accesiones con siete variables, con las cuales se realizó el análisis descriptivo para cada variable. Para la clasificación en grupos jerárquicos se utilizó el método de Wards; que agrupó las accesiones con un grado de similitud (>67%) y de esta manera describir de forma general los grupos conformados, de acuerdo a las características que tienen en común los materiales que lo conforman. Se analizaron con el software PAST.

RESULTADOS

De acuerdo a los registros obtenidos, se pudo observar que de los tres factores ambientales que inciden en el desarrollo fenológico de las plantas, solo dos mostraron relación o intervención en la floración y producción de vainas. Las variables que influyeron fueron temperatura

y precipitación, dejando al brillo solar como el factor ambiental que no tuvo influencia durante el tiempo que se llevo acabo la investigación [10].

En la figura 1 se observa que la variación de la temperatura en la estación experimental del CIAT osciló dos grados durante todo el periodo de estudio, donde la floración tuvo un pico significativo en el mes de noviembre, coincidiendo con un descenso de 22,45 °C a 22,91°C en la temperatura.

El análisis de Sperman corrobora la influencia de la temperatura en las dos variables de floración. Las correlaciones son negativas de -0,59 ($0,03 \leq 0,05$) para el día a la primera flor y -0,69 ($0,01 \leq 0,05$) para el día del 50% de la floración, indicando que a menor temperatura mayor floración, situación que a lo mejor pudo darse como estrategia reproductiva de la planta, debido a que las accesiones provienen de regiones donde las temperaturas son mayores a los 24 °C [10] (Tabla 1).

La aparición de la primera flor en los materiales evaluados se presentó en promedio a los 137 días y el 50% de la floración a los 156 días después de la siembra en campo, encontrando además materiales precoces con periodos vegetativos cortos como la accesión 23954 quien presentó su primera flor a los 45 días y el 50% de la floración a los 116 días, también se encontraron materiales tardíos con periodos vegetativos prolongados como la accesión 23114, quien presentó su primera flor a los 299 días y el 50% de la floración a los 319 días [11].

Para la producción de vainas, se obtuvieron resultados promedios de 150 días para la producción de la primera vaina y 165 días para el 50% de la producción de vainas [4] (Figura 2).

Se pudo constatar que la accesión más precoz presentó su primera vaina a los 77 días y el 50% de la producción de las vainas a los 100 días; la accesión más tardía produjo su primera vaina a los 325 días y el 50% de la producción de vainas a los 357 días [6, 11].

La temperatura probablemente también pudo haberlo hecho en las de producción de vainas, donde se encontró una correlación negativa significativa de $r = -0,62$ ($0,02 \leq 0,05$) para el día a la primera vaina y $-0,56$ ($0,05 \leq 0,05$) para el día al 50% de la producción de vainas [10] (Tabla 1).

De acuerdo a los resultados de fenología obtenidos al realizar las correlaciones, se puede decir que de las variables ambientales que se tuvieron en cuenta para el presente estudio, solo la temperatura promedio mensual tuvo una marcada influencia en las variables fenológicas, como se observa en la tabla 1.

Análisis de agrupamiento. Para la clasificación de los materiales se realizó el análisis de conglomerados, se organizo cinco grupos con el 67% de similaridad. Dichos grupos se encuentran conformados por materiales con características de alto, mediano y bajo número de inflorescencias por planta, y con periodos vegetativos precoces, intermedios y tardíos que se muestra en el dendograma de la figura 3.

Figura 1. Relación temperatura con la floración de 114 accesiones de Tadehagi triquetrum.

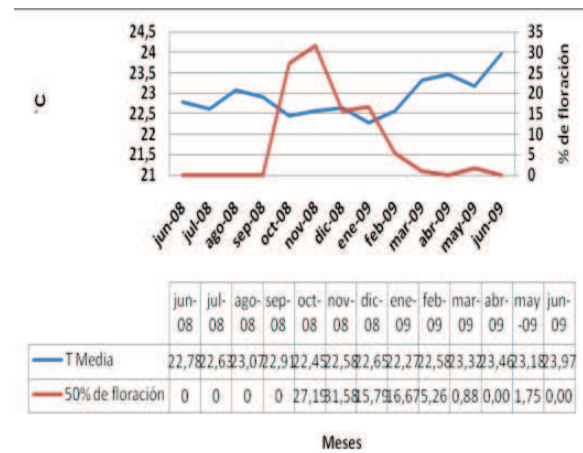


Figura 2. Relación de la temperatura y la producción de vainas de 114 accesiones de Tadehagi triquetrum.

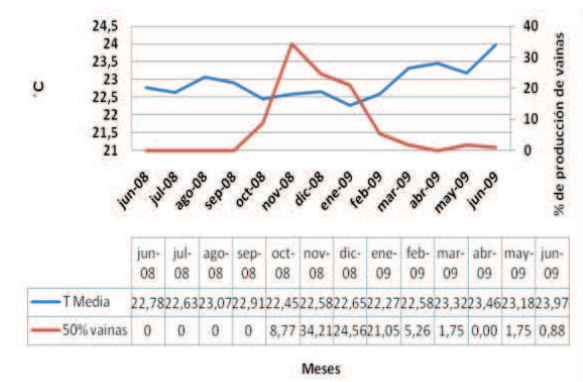


Tabla 1. Correlación no paramétrica según Spearman de las variables ambientales y fenológicas para *Tadehagi triquetrum*.

		PPM	BSRT	TPM	PFLOR	CFLOR	PVAINA	CVAINA
PPM	Coefficiente de correlación	1,00	-0,33	-0,29	0,38	0,53	0,27	0,41
	Sig. (bilateral)	.	0,27	0,33	0,20	0,06	0,37	0,16
	N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
BSRT	Coefficiente de correlación	-0,33	1,00	-0,41	-0,18	-0,09	-0,08	-0,18
	Sig. (bilateral)	0,27	.	0,16	0,55	0,77	0,79	0,55
	N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
TPM	Coefficiente de correlación	-0,29	-0,41	1,00	-0,59	-0,69	-0,62	-0,56
	Sig. (bilateral)	0,33	0,16	.	0,03	0,01	0,02	0,05
	N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
PFLOR	Coefficiente de correlación	0,38	-0,18	-0,59	1,00	0,74	0,73	0,68
	Sig. (bilateral)	0,20	0,55	0,03	.	0,00	0,00	0,01
	N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
CFLOR	Coefficiente de correlación	0,53	-0,09	-0,69	0,74	1,00	0,88	0,95
	Sig. (bilateral)	0,06	0,77	0,01	0,00	.	0,00	0,00
	N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
PVAINA	Coefficiente de correlación	0,27	-0,08	-0,62	0,73	0,88	1,00	0,87
	Sig. (bilateral)	0,37	0,79	0,02	0,00	0,00	.	0,00
	N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
CVAINA	Coefficiente de correlación	0,41	-0,18	-0,56	0,68	0,95	0,87	1,00
	Sig. (bilateral)	0,16	0,55	0,05	0,01	0,00	0,00	.
	N	13	13	13	13	13	13	13

PPM: Precipitación promedio, **BSRT:** Brillo Solar Total, **TPM:** Temperatura Promedio, **PFLOR:** Primera Flor, **CFLOR** wCincuenta Por ciento de la floración, **PVAINA:** Primera Vaina, **CVAINA:** Cincuenta Por ciento de Vaina

Los números que identifican cada accesión corresponden al número de pasaporte dado por el centro de investigación de agricultura tropical CIAT [11].

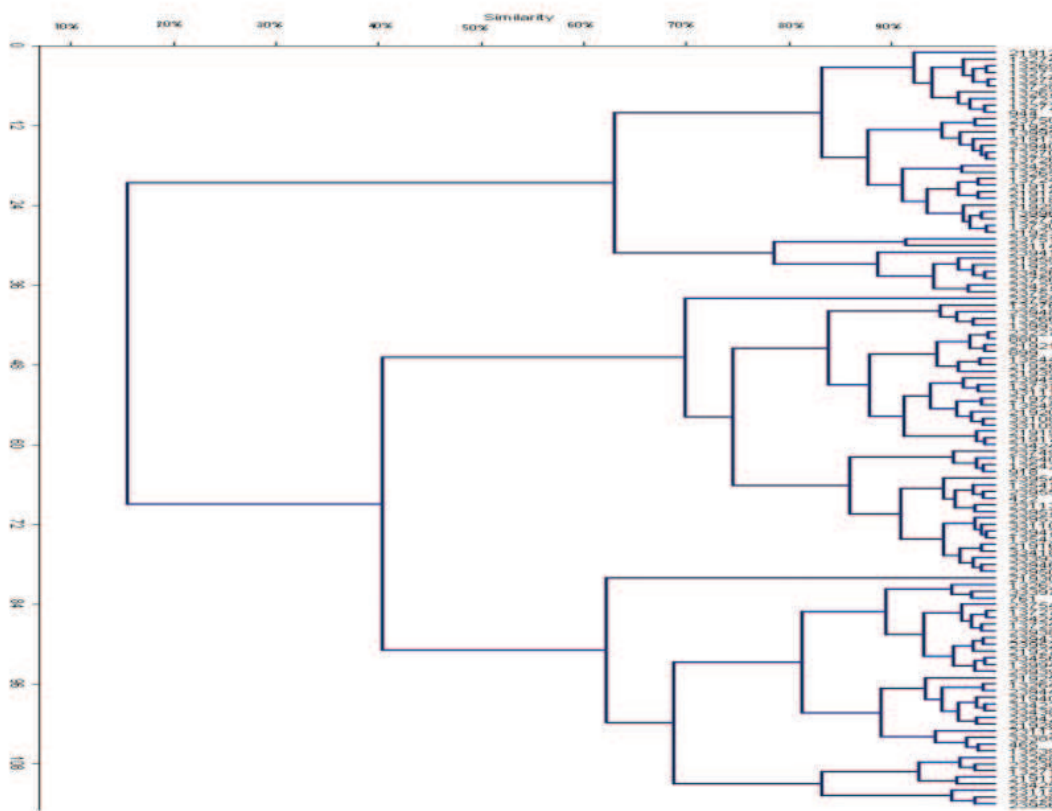
Grupo A. Conformado por las accesiones: 21912, 21923, 13274, 13269, 13273, 13275, 13728, 13267, 13723, 13272, 944, 23750, 21924, 13995, 21913, 23940, 13270, 13726, 23428, 13265, 13724, 21914, 21915, 21918, 21929, 13996, 13277 y 13730, caracterizadas por tener periodos intermedios en las variables fenológicas, en promedio, la primera flor apareció a los 152 días, con un número promedio de 28 inflorescencias por planta. Estas accesiones son provenientes de Indonesia, Tailandia, Papúa Nueva Guinea, China y Vietnam, regiones que se encuentran entre los 30 y 840 m.sn.m. [4, 11].

Grupo B. Integrado por 9 accesiones: 23751, 23114, 23941, 21958, 21922, 23426, 23756, 23427 y 23753.

Estas accesiones se caracterizan por tener un tiempo de floración tardía, donde la primera flor apareció aproximadamente a los 220 días, con un promedio de 96 inflorescencias por planta. Estos materiales provienen de Indonesia, Vietnam y China, zonas que se encuentran entre 20 y 610 m.s.n.m. [6, 11].

Grupo C. A este grupo pertenecen el mayor número de accesiones (42), entre las que se encuentran: 23755, 13276, 23948, 13266, 13993, 23227, 880, 21921, 899, 13544, 21926, 21939, 23945, 13731, 33111, 21979, 13545, 21920, 33108, 33109, 21919, 21917, 23424, 23749, 13540, 13542, 918, 23954, 13541, 23955, 422, 23113, 23957, 29953, 33110, 23947, 13543, 21916, 33418, 33393, 23946 y 23950. Este grupo conglomeraba materiales con una floración precoz, donde la primera flor se presentó a los 45 días. Además, presentaron un promedio de 91 inflorescencias por planta. Estas accesiones proceden de Indonesia,

Figura 3. Dendograma general de las 114 accesiones de *Tadehagi triquetrum* evaluadas.



Tailandia, Vietnam, China y Papúa Nueva Guinea, zonas con altitud entre 40 a 1007 m.s.n.m. [11].

Grupo D. Está conformado por la accesión 21930. Este material presentó una floración tardía, donde la primera flor apareció a los 261 días, y tuvo un número de inflorescencias por planta de 277. Proviene de Vietnam, de zona cuya altura está a los 1320 m.s.n.m. [10, 11].

Grupo E: Comprende 34 materiales entre los que están las accesiones: 13263, 33397, 761, 23754, 13727, 33424, 13725, 23938, 23943, 23952, 21927, 33456, 13994, 23939, 21925, 13264, 23944, 21940, 33423, 33438, 23942, 21928, 23112, 33384, 465, 13539, 13268, 23236, 13271, 21911, 23425, 23115, 23228 y 23956 que se caracterizan por tener una floración intermedia, donde la primera flor se presentó en promedio a los 128 días, y un número de inflorescencias por planta con un promedio de 210. A este grupo pertenecen accesiones provenientes de Indonesia, Tailandia, Vietnam, China y Papúa Nueva Guinea, en zonas de una altitud que va de 10 a 900 m.s.n.m. [6, 11].

CONCLUSIONES

Las condiciones ambientales favorables para el inicio de la etapa reproductiva de *Tadehagi triquetrum* en el área de estudio, fueron: una temperatura de 22, 45°C con precipitaciones de 162 mm. al mes. Bajo las condiciones ambientales de estación experimental de Santander de Quilichao las 114 accesiones evaluadas presentaron su primera flor en promedio a los 137 días y el 50% de la floración a los 157 días. Su primera vaina a los 150 días y el 50% de la producción de vainas a los 165 días después del trasplante.

Bajo las variables fenológicas de *Tadehagi triquetrum* se organizaron las 114 accesiones en cinco grupos, con un

Los materiales 23751 y 23114 se destacaron por presentar la floración más tardía, característica que los constituye en materiales importantes para ser utilizados como forraje en la alimentación animal, debido a que las plantas durante la floración disminuyen su contenido de proteína e incrementan la lignificación [12].

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Cauca y al Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT Palmira, Programa de Forrajes.

REFERENCIAS

- [1] MURGUEITIO, E. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. [en línea]. Cali (Colombia). CIPAV. 2008. [rev. 6 octubre 2008]. Disponible en Internet: www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Murgueit.htm
- [2] OSORIO, H. Ganadería Colombiana Sostenible. [en línea]. Cali (Colombia). CIPAV. 2008. [rev. 6 octubre 2008]. Disponible en Internet: www.cipav.org.co/index.php?option=com_content&task=view&id=182&Itemid=182.
- [3] SHELTON, M. Leguminosas forrajeras tropicales en los sistemas agroforestales. [en línea]. s.l. FAO. Unasylva. Vol. 51. 2000 [rev. 18 octubre 2008]. Disponible en Internet: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/x3989s/X3989s05.PDF>.
- [4] DIQIU L., et al. Genetic diversity and phylogenetic relationship of Tadehagi in southwest China evaluated by inter-simple sequence repeat (ISSR). J. Genetic resources and crop evolution DOI 10.1007/s10722-010-9611-3.
- [5] HEIDER, B., Et Al. Biodiversity and Land Rehabilitation in the Tropics and Subtropics. Genetic diversity of Tadehagi triquetrum in Northeast, Viet Nam. [en línea]. Stuttgart (Germany). University of Hohenheim. 2005. [rev. 16 octubre 2008]. Disponible en Internet: <www.tropentag.de/2005/abstracts/posters/343.pdf>
- [6] HEIDER, B.; DOHEMEYER, C. Y SCHULTZE, R. The Global Food & Product Chain—Dynamics, Innovations, Conflicts, Strategies. Ethno-Medicinal Diversity of Tadehagi triquetrum in Northeast Viet Nam. [en línea]. Hohenheim (Germany). University of Hohenheim, Biodiversity and Land Rehabilitation in the Tropics and Subtropics. 2005. [rev. 16 octubre 2008]. Disponible en Internet: <www.tropentag.de/2005/abstracts/links/Heider_gzJXCV3M.pdf>
- [7] WEN C.S., HSIAO J.Y. Genetic differentiation of *Lilium longiflorum* Thunb. var. *scabrum* Masam. (Liliaceae) in Taiwan using random amplified polymorphic DNAs and morphological characters. Bot Bull Acad Sinica (Taipei) 1999. p40:65–71.
- [8] VIVAS, J.N. Evaluación agronómica de 137 accesiones de *Desmodium velutinum* en la estación experimental CIAT, Santander de Quilichao. Trabajo de Maestría Producción Animal Tropical. Palmira: Universidad Nacional de Colombia; Facultad de Ciencias Agrícolas, 2005. p. 65 – 88.
- [9] Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Proyecto forrajes tropicales – gramíneas y leguminosas tropicales para propósitos múltiples. Anual Report 2008.
- [10] HEIDER B, FISCHER E, BERNDL T, SCHULTZE-KRAFT R. Genetic relationships among accessions of four species of *Desmodium* and allied genera (*Dendrolobium triangulare*, *Desmodium gangesicum*, *Desmodium heterocarpon*, and *Tadehagi triquetrum*). Trop Conserv Sci 2. 2009. p:52–69.
- [11] MARTÍNEZ, C. Caracterización morfológica de 114 accesiones de *Tadehagi triquetrum*. Trabajo de grado Ingeniero Agropecuario. Popayán: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias, 2010. p 22- 66.
- [12] BAECELÓ, J.; RODRIGO, N.; GARCÍA, B. Y TAMÉS, R. Fotoperiodismo y vernalización. En: Fisiología vegetal. Madrid: McGraw-Hill, 1998. p. 510 – 526.