**NOMBRE DEL SUB-EVENTO.**

**IX SIMPOSIO DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.**

**Título**

**Constituyentes químicos importantes en la variabilidad de 6 materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* en la provincia de Manabí Ecuador**.

***Title***

***Important chemical constituents in the variability of 6 plant materials of Tithonia diversifolia in the province of Manabí Ecuador*.**

Ing. Walter Fernando Vivas Arturo1, Oreste La O León2, Yulien Fernández Romay3, Gari Bone Bone4

1Docente Agregado Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, [wvivas@utm.edu.ec](mailto:wvivas@utm.edu.ec)

2Docente Ocasional Universidad Técnica de Manabí, Cuba, [orestes.lao@gmail.com](mailto:orestes.lao@gmail.com).

3Docente Principal Universidad Técnica de Manabí, Cuba, [yfernandez@utm.edu.ec](mailto:yfernandez@utm.edu.ec)

4Docente Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador, [garymezauteq@yahoo.com](mailto:garymezauteq@yahoo.com)

**Resumen:** Se condujo una investigación, para determinar los indicadores químicos de mayor importancia en la variabilidad de la composición química en 6 materiales vegetales MV de ***Tithonia diversifolia*** (MV: 1.2, 1.3, 13.5, 17.9, 22.14A y 25.2) obtenidos a partir de materiales seleccionado por Holguín *et al.* (2015), introducidos en Manabí-Ecuador. Se empleó el análisis multivariado. El método de componentes principales mostró que más del 89 % de la variabilidad, acumulada en dos factores, procedía de los indicadores fibrosos y de proteína bruta PB. Al establecer relaciones entre los constituyentes químicos estudiados, queda demostrado la incidencia de las diferentes relaciones que se establecen entre estos, en las etapas de desarrollo fenológico, así como la incidencia de estas en el aumento o disminución de los constituyentes. Los resultados mostraron que los materiales vegetales estudiadas presentan, por lo general, altos contenidos en proteína, lo que los convierte en una opción favorable como complemento de las dietas que se basan en gramíneas tropicales. Se concluye que el análisis multivariado utilizado estratégicamente, es un método eficaz para evaluar la variabilidad de accesiones o especies de plantas emparentadas fitogenéticamente, vinculando los efectos matemáticos con el comportamiento biológico y las mayores variaciones están relacionadas con los indicadores nitrogenados y fibrosos en la composición química. Es necesario profundizar en el estudio de los factores que influyen en la variabilidad de estos indicadores, así como en el papel que desempeñan algunos metabolitos secundarios en el aprovechamiento óptimo de los nutrientes por el animal.

**Problemática:** Numerosos autores (Ruiz *et al.* 2014, Alonso *et al.* 2015, Ruiz *et al.* 2017; Gutiérrez *et al.* 2017, Savón *et al.* 2017), le atribuyen gran importancia a la utilización de las leguminosas, árboles y arbustos en los diferentes sistemas productivos. Sin embargo, la especie, variedad o ecotipo y género, tienen cierta incidencia en el aporte al animal y en el valor nutricional (Ruiz *et al.* 2017)). La variabilidad, según algunos autores (Stewart y Dunsdon. 1998, La O *et al.* 2012 Gutiérrez *et al.* 2017, Savón *et al.* 2017), también se podría determinar por la posible influencia de factores antinutricionales y otros elementos, de tipo ambiental y fenológicos no estudiados. Sin embargo, se requiere partir de un estudio preliminar con la composición química proximal para realizar las primeras investigaciones al respecto, de esta planta, en la provincia de Manabí, Ecuador.

**Objetivo(s):** Determinar los indicadores químicos de mayor importancia en la variabilidad de la composición química de 6 materiales vegetales de ***Tithonia diversifolia*** (MV-1.2, 1.3, 13.5, 17.9, 22.14A y 25.2) en la provincia de Manabí, Ecuador.

**Metodología:** Fueron sembradas, con semilla agamica, dos esquejes de cada una de las 6 accesiones o materiales vegetales estudiadas, procedentes de un Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (MV 1.2, 1.3, 13.5, 17.9, 22.14A y 25.2) (Holguín *et al.* 2015), se les determinó la materia seca (MS), la proteína bruta (PB) y la ceniza (C) según el método descrito por la AOAC. (1995) y la fibra ácido detergente (FAD) y neutro detergente (FND), de acuerdo con Goering y van Soest. (1970). El análisis de los resultados se realizó según el método de componentes principales (Morrison. 1967), Así como, se establecieron relaciones mediante modelos lineales entre las constituyentes MO, FDA y FDN con respecto a la PB, mediante la utilización del sistema estadístico SPSS (Visuata. 1998) para conocer el comportamiento de las variables.

**Resultados y discusión:** En el comportamiento de la varianza explicada de las accesiones durante estudio, y los componentes extraídos, en el que se evaluaron 6 materiales vegetales (1.2, 1.3, 13.5, 17.9, 22.14A y 25.2) se obtuvo que el primer componente, las variables de mayor importancia fueron la MS, MO y PB, Además, explicaron el 58.91 % de la variabilidad, este componente tiene una alta coincidencia con el modelo lineal de regresión establecido entre la MO y PB el cual tuvo una R2=0.75, relacionada en parte por el alto contenido de nitrógeno presente en los materiales vegetales estudiados. En el segundo componente, le correspondió el 30,93 % de la variabilidad y estaba conformado con mayor fuerza por los indicadores fibrosos (FDN y FDA). Al establecer relaciones entre los constituyentes químicos estudiados, queda demostrado la incidencia de las diferentes relaciones entre estos en las etapas de desarrollo fenológico, así como la incidencia en el aumento o disminución de los constituyentes

**Conclusiones:** El análisis multivariado utilizado estratégicamente, es un método eficaz para evaluar la variabilidad de accesiones o especies de plantas emparentadas fitogenéticamente, vinculando los efectos matemáticos con el comportamiento biológico ya que se identificaron que las variables de mayor importancia fueron PB y los indicadores fibrosos. Además, explicaron el 89.84% de la variabilidad y se establecieron relaciones de interés para los estudios con estos materiales vegetales.

***Abstract:*** *An investigation was conducted to determine the chemical indicators of greatest importance in the variability of the chemical composition in 6 plant materials of Tithonia diversifolia (plant material: 1.2, 1.3, 13.5, 17.9, 22.14A and 25.2) obtained from selected materials by Holguín et al. (2015), of the Vegetable Program of the National University of Colombia Palmira Headquarters, introduced in Manabí-Ecuador. The multivariate analysis was used. The principal components method showed that more than 89% of the variability, accumulated in two factors, came from the fibrous indicators and PB. When establishing relationships among the chemical constituents studied, the incidence of the different relationships established between them, in the stages of phenological development, as well as the incidence of these in the increase or decrease of the constituents is demonstrated. The results showed that the plant materials studied have, in general, high protein contents, which makes them a favorable option as a complement to diets based on tropical grasses. It is concluded that the multivariate analysis used strategically, is an effective method to evaluate the variability of accessions or species of phytogenetically related plants, linking the mathematical effects with the biological behavior and the largest variations are related to the nitrogen and fibrous indicators in the chemical composition. It is necessary to study in depth the factors that influence the variability of these indicators, as well as the role played by some secondary metabolites in the optimal use of nutrients by the animal.*

**Palabras claves**: Componentes; Multivariados; Indicadores Químicos; Botón de Oro.

***Keywords:*** *Components; Multivariate; Chemical indicators; Gold button*

**1. Introducción**

Numerosos autores (Ruiz *et al*. 2014, Alonso *et al*. 2015, Ruiz *et al.* 2017; Gutiérrez *et al*. 2017, Savón *et al.* 2017), le atribuyen gran importancia a la utilización de las leguminosas y árboles y arbustos en los diferentes sistemas productivos. Sin embargo, la especie, variedad o ecotipo y género, tienen cierta incidencia en el aporte al animal y en el valor nutricional (Ruiz *et al.* 2017). Estudios de Pedraza. (2000) en Gliricidia, La O, *et al*. (2003) en especies del género Leucaena y Delgado *et al*. (2001) en diferentes especies y géneros de leguminosas arbóreas y arbustivas tropicales, refieren la gran variabilidad de los diferentes nutrientes en porciones solubles y degradables en el rumen.

La variabilidad, según algunos autores (Stewart y Dunsdon. 1998, La O *et al.* 2012 Gutiérrez *et al*. 2017, Savón *et al.* 2017), también se podría determinar por la posible influencia de factores antinutricionales y otros elementos, de tipo ambiental y fenológicos no estudiados. Sin embargo, se requiere partir de un estudio preliminar con la composición química proximal para realizar las primeras investigaciones al respecto, de esta planta, en la provincia de Manabí, Ecuador, es por esto que el objetivo de esta investigación está relacionado con determinar los indicadores químicos de mayor importancia en la variabilidad en la composición química de 6 materiales vegetales de ***Tithonia diversifolia*** (MV-1.2, 1.3, 13.5, 17.9, 22.14A y 25.2) en la provincia de Manabí, Ecuador

**2. Metodología**

**Toma de muestras:** El experimento se condujo durante los meses de julio 2017 a julio 2018 en un suelo arenoso con pH 6.03 y contenidos de MO de 26.61 g/kg, en la provincia de Manabí, Ecuador, sembrado a una distancia 1x1,5m, sin riego ni fertilización. Fueron sembradas, con semilla agamica, dos esquejes por sitio de cada una de las 6 accesiones o materiales vegetales estudiadas, procedentes de un Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (materiales vegetales 1.2, 1.3, 13.5, 17.9, 22.14A y 25.2) (Holguín *et al.* 2015),

Las muestras frescas y homogeneizadas se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 48 h. Posteriormente, se molieron a un tamaño de partícula de 1 mm para los estudios de composición química.

**Composición química**: La materia seca (MS), la proteína bruta (PB) y la ceniza (C) se determinarán según el método descrito por la AOAC (1995) y la fibra ácido detergente (FAD) y neutro detergente (FND), de acuerdo con Goering y van Soest. (1970).

**Análisis estadístico:** El análisis de los resultados se realizó según el método de componentes principales (Morrison. 1967), Así como, se establecieron relaciones mediante modelos lineales entre las constituyentes MO, FDA y FDN con respecto a la PB, mediante la utilización del sistema estadístico SPSS (Visuata. 1998) para conocer el comportamiento de las variables

**3. Resultados y discusión**

La prueba de la esfericidad de Bartlett (1950) se usó para probar la hipótesis de que la matriz de correlación fuera unitaria. Esto significa que entre los caracteres que se incluyeron en el análisis no hubo correlación. Dicha hipótesis fue rechazada para P < 0.0001, y asegura que existió alta correlación, lo que constituye un principio fundamental para la aplicación de este método.

La tabla 1 muestran el comportamiento de la varianza explicada de las accesiones durante estudio, y los componentes extraídos, en el que se evaluaron 6 materiales vegetales (1.2, 1.3, 13.5, 17.9, 22.14A y 25.2). En el primer componente, las variables de mayor importancia fueron la MS, MO y PB, Además, explicaron el 58.91 % de la variabilidad, esta componente tiene una alta coincidencia con el modelo lineal de regresión establecido entre la MO y PB (tabla 2) el cual tuvo una R2=0.75, relacionada en parte por el alto contenido de nitrógeno presente en los materiales vegetales estudiados, así como por el proceso metabólico que sufre éste en los diferentes estadios fenológicos de la planta y la incidencia del ambiente y las condiciones específicas de los agroecosistemas que inciden en un aumento gradual del nitrógeno en la primera esta de desarrollo de la planta y luego una caída progresiva debido al aumento de los indicadores fibroso a medida que la planta aumenta en la edad. En este sentido numerosos autores (Gutiérrez *et al* 2017. Ruiz *et al.* 2017) refieren el incremento progresivo de los valores de nitrógeno en materiales vegetales de tithonia en la primera etapa de desarrollo y luego una disminución de este a medida que comienzan a incrementarse los niveles de pared celular (FDN).

En el segundo componente, le correspondió el 30,93 % de la variabilidad y estaba conformado con mayor fuerza por los indicadores fibrosos (FDN y FDA). Al establecer relaciones entre los constituyentes químicos estudiados, queda demostrado la incidencia de las diferentes relaciones entre estos en las etapas de desarrollo fenológico, así como la incidencia en el aumento o disminución de los constituyentes; numerosos autores (Ruiz *et al.* 2014, Alonso *et al.* 2015, Ruiz *et al.* 2017; Gutiérrez *et al.* 2017, Savón *et al.* 2017), refieren la incidencia de la edad y las características de crecimiento en los indicadores de calidad en la planta y en al aporte y grado de utilización de estos en los animales, tanto rumiantes como monogástricos. Aunque, la variabilidad, según algunos autores (Stewart y Dunsdon. 1998, La O *et al.* 2012), también se podría determinar por la posible influencia de factores antinutricionales y otros elementos, de tipo ambiental y fenológicos no estudiados en esta investigación. Estos resultados coinciden con Torres *et al*. (1993) y Ravelo *et al.* (2000) ya que pudieron hacer un trabajo de discriminación eficaz. No obstante, en este experimento fue esencial entender que los componentes implicados forman parte de los que se consideran de primordial importancia y son valorados como componentes proteicos y la conformación de los constituyentes fibrosos en los materiales vegetales estudiados.

Se concluye que el análisis multivariado utilizado estratégicamente, es un método eficaz para evaluar la variabilidad de accesiones o especies de plantas emparentadas fitogenéticamente, vinculando los efectos matemáticos con el comportamiento biológico ya que se identificaron que las variables de mayor importancia fueron PB y los indicadores fibrosos. Además, explicaron el 89.84% de la variabilidad.

Los resultados mostraron que los materiales vegetales estudiadas presentan, por lo general, altos contenidos en proteína, lo que los convierte en una opción favorable como complemento de las dietas que se basan en gramíneas tropicales. Estudios posteriores se deberán realizar para definir efectos de los compuestos secundarios en la variabilidad interespecífica de los materiales vegetales y el grado de utilización por los animales.

**Tabla.1. Matriz de factores de preponderancia, % componentes principales (CP) y las variables estudiadas**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Variables**. | **Factores** | |
| **CP1** | **CP2** |
| **MS**  **MO**  **PB**  **FDN**  **FDA**  **Valor propio**  **% de varianza explicada** | -0.908  -0.926  0.861  0.197  0.306  4.12  58.91 | -0.302  0.362  -0.283  0.928  0.907  2.16  30.92 |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2. Relación de nutrientes (g kgMS-1) en 6 materiales vegetales de Tithonia diversifolia en la provincia de Manabí, Ecuador.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nutrientes (g kgMS-1)** | **Ecuación** | **R2** | **Significación** |
| **PB vs FDN**  **PB vs FDA**  **PB vs MO** | Y= -0.3302x+334.44  Y= -0.3279x+303.88  Y= -0.7843x+814.34 | 0.66  0.65  0.75 | P<0.001.  P<0.005.  P<0.001. |

Fuente: Elaboración propia

**4. Conclusiones**

Se concluye que el análisis multivariado utilizado estratégicamente, es un método eficaz para evaluar la variabilidad de accesiones o especies de plantas emparentadas fitogenéticamente, vinculando los efectos matemáticos con el comportamiento biológico ya que se identificaron que las variables de mayor importancia fueron PB y los indicadores fibrosos. Además, explicaron el 89.84% de la variabilidad.

Los resultados mostraron que los materiales vegetales estudiadas presentan, por lo general, altos contenidos en proteína, lo que los convierte en una opción favorable como complemento de las dietas que se basan en gramíneas tropicales. Estudios posteriores se deberán realizar para definir efectos de los compuestos secundarios en la variabilidad interespecífica de los materiales vegetales y el grado de utilización por los animales.

**5. Referencias bibliográficas**

1. Alonso, L.J., Achang Fraga, G., Tuffi Santos, L.d. & Arruda Sampaio, R. 2015. Comportamiento productivo de ***Tithonia diversifolia*** en pastoreo con reposos diferentes en ambas épocas del año. ***Livestock Research for Rural Development***, 27: Article #115. Retrieved 3 febrery 2019, from <http://www.lrrd.org/lrrd27/6/alon27115.html>
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1995. Official Methods of Analysis. 16th Edition. *Association of Official Analytical Chemist*. AOAC International. Washington, DC.
3. Bartlett, M. 1950. Tests of significance in factor analysis. Brit. J. Prych Stat. Sci. 3:77.
4. Delgado D., O. La O; B. Chongo; J. Galindo; Y. Obregón y A. I. Aldama 2001: Cinética de la degradación ruminal *in situ* de cuatro árboles forrajeros tropicales: ***Leucaena leucocephala, Enterolobium cyclocarpum, Sapindus saponaria y Gliricidia sepium. Rev. cubana Cienc. Agric.*** 35:2:141.
5. Gallego, L.A., Mahecha, L. & Angulo, J. 2014. Potencial forrajero de ***Tithonia diversifolia (Hemsl.)*** A. Gray en la producción de vacas lecheras. ***Agronomía Mesoamericana*** 25(2): 393–403.
6. Goering, H. K. & van Soest, P. J. 1970. Forage fibre analysis. *Agricultural Handbook No. 379*. Agricultural Research Service, US Dept. of Agriculture, Washington DC.
7. Gutiérrez, O., La O, O., Scull, I. and Ruiz, T. 2017. Nutritive value of ***Tithonia diversifolia*** for animal feeding.. En: Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin América and the Caribbean. Edited by Savón Valdés, Lourdes L.; Gutiérrez Borroto, Odilia and Febles Pérez, Gustavo. FOOD AND ANGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL, CUBA. Pág. 203.
8. Holguin, V. A., Ortiz G., S., Velasco N., A., & Mora-Delgado, J. (2015). Evaluación multicriterio de 44 introducciones de ***Tithonia diversifolia*** ( Hemsl .) A . Gray en candelaria , valle del cauca La producción de pastos y forrajes como fuente principal de alimentación d. *Red Med Vet Zoot.*, *62*(2), 57–72.
9. La O, O., Chongo, B., delgado, d., Ruiz, T.E., Valenciaga, d. & Oramas, A. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de leguminosas de importancia para la alimentación animal. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes, La Habana, Cuba. CD ROM.
10. La O, O., González, H., Orozco, A., Castillo, y., Ruiz, O., Estrada, A., Ríos, F., Gutiérrez, E., Bernal, H., Valenciaga, D., Castro, B.I. & Hernández, Y. 2012. Chemical composition, in situ rumen degradability, and in vitro digestibility of ***Tithonia diversifolia*** ecotypes of interest for ruminant feeding. ***Cuban Journal of Agricultural Sciences***, 46: 47 et seq.
11. La O, O., González, H., Orozco, A., Castillo, y., Ruiz, O., Estrada, A., Ríos, F., Gutiérrez, E., Bernal, H., Valenciaga, D., Castro, B.I. & Hernández, y. 2012. Chemical composition, in situ rumen degradability, and in vitro digestibility of ***Tithonia diversifolia*** ecotypes of interest for ruminant feeding. ***Cuban Journal of Agricultural Sciences***, 46: 47 et seq.
12. La O, O., Valenciaga, D., González, H., Orozco, A., Castillo, y., Ruíz, Gutiérrez, E. Rodríguez, C. & Arzola,C. 2009. Efecto de la combinación de ***Tithonia diversifolia*** y ***Pennisetum purpureum vc.*** Cuba CT-115 en la cinética y producción de gas in vitro. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 43(2): 149–152.
13. Morrison, D. 1967. Multivariate statistical methods. Mc Graw-Hill Book Company. New York. USA. 150 pp
14. Pedraza, R.M. 2000. Valoración nutritiva del follaje de ***Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp***. y su efecto en el ambiente ruminal. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
15. Ravelo, D., Valiño, E. & Sarduy, L. 2000. Aplicación de técnicas multivariada: componentes principales en el proceso de fermentación en estado sólido del bagazo de caña inoculado con T. viride. ***Rev. Cubana Cienc. Agríc*** 34:247.
16. Ruiz, T.E., Febles, G.J., Alonso, J., Crespo, G. and Valenciaga, N. 2017. Agronomy of ***Tithonia diversifolia*** in Latin America and the Caribbean region En: Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin América and the Caribbean. Edited by Savón Valdés, Lourdes L.; Gutiérrez Borroto, Odilia and Febles Pérez, Gustavo. FOOD AND ANGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL, CUBA. pág 171
17. Ruíz, T.E., Febles, G.J., Galindo, Juana L , Savón, Lourdes L., Chongo, Bertha, Torres, Verena, Cino, Delia M., Alonso, J., Martínez, y., Gutiérrez, d., Crespo, G. J., Mora, L., Scull, Idania, La O, O., González, J. , Lok, Sandra , González, Niurka & Zamora, A. 2014. ***Tithonia diversifolia***, sus posibilidades en sistemas ganaderos. ***Rev. cubana Cienc. agríc***., 48: 79 et seq.
18. Ruiz, T.E., Torres, V., Febles, G., díaz, H. & González, J. 2013. Estudio del comportamiento de ecotipos destacados de ***Tithonia diversifolia*** en relación con algunos componentes morfológicos. ***Livestock Research for Rural Development***, 25(9). Available at http://www.lrrd. org/lrrd25/9/ruiz25154.html Accessed 2019-02-09.
19. Savón Valdés, Lourdes L.; Gutiérrez Borroto, Odilia and Febles Pérez, Gustavo. Food and Angriculture Organization of the United Nations Instituto de Ciencia Animal, cuba. Pág. 280
20. Stewart, J.L. & dunsdon, A.J. 1998. Evaluación preliminar de la calidad potencial como forraje de un rango de especies de Leucaena. ***Pasturas Tropicales***, 20(3): 36–50.
21. Torres, V., Martínez, R.O. & Noda, A. 1993. Ejemplo de aplicación de técnicas multivariadas en diferentes etapas del proceso de evaluación y selección de especies de Pastos I. Componentes principales. ***Rev. Cubana Cienc. Agríc***. 27:131.
22. Visuata, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Vol. II. Estadística multivariante. Ed. C. Fernández. Madrid, España. p. 24.