



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Evaluación de adaptación y
estabilidad fenotípica de genotipos de
raigrás (*Lolium spp.*) en tres
localidades de la zona productora de
leche del trópico alto de Nariño**

Máryory Maricela Cadena Guerrero

**Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Maestría en Ciencias Agrarias – Fitomejoramiento
Palmira, Colombia**

2018

Evaluación de adaptación y estabilidad fenotípica de genotipos de raigrás (*Lolium spp.*) en tres localidades de la zona productora de leche del trópico alto de Nariño

Máryory Maricela Cadena Guerrero

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: **Magister en Ciencias
Agrarias**

Director:

IA, M.Sc, Ph.D. Mario Augusto García Dávila – UNAL

Codirector:

Zootecnista, M. Sc, Ph.D. Edwin Castro Rincón - CORPOICA

Línea de investigación:

Fitomejoramiento

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Maestría en Ciencias Agrarias
Palmira, Colombia
2018

Dedicatoria:

*A Dios por darme la vida, salud, entendimiento y sabiduría
para realizar este trabajo, una meta más en mi vida;
a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional.*

Agradecimientos:

A Dios por todas sus bendiciones y por concederme la gracia de terminar con éxito este trabajo de investigación.

A CORPOICA, SAGAN y a la UDENAR, quienes lideran y financiaron este trabajo de investigación con recursos del Sistema General de Regalías – SGR, bajo el marco del Macroproyecto denominado: *“Mejoramiento de la oferta forrajera, optimización de sistemas de alimentación y aseguramiento de la calidad e inocuidad de la leche en el trópico alto del departamento de Nariño”*.

A mi director de tesis, Mario Augusto García Dávila I.A. M.Sc., Ph.D. por su orientación y enseñanzas.

A mi codirector, Edwin Castro Rincón Zootecnista, Ph.D. por sus sugerencias y apoyo incondicional.

A Diego Meneses, Sonia Morales y Filadelfo Hernández, Profesionales de Apoyo a la Investigación, por su apoyo en el establecimiento, manejo de los experimentos y el procesamiento de las muestras.

Resumen

En el trópico alto de Nariño, se encuentra una de las cuatro cuencas lecheras de Colombia, en la cual predomina el pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinum*), forraje naturalizado, susceptible a heladas, plagas y enfermedades que afectan su productividad. Con el fin de mejorar la oferta forrajera, se evaluó la adaptación y estabilidad fenotípica de 10 genotipos de raigrás (*Lolium spp.*) en los municipios de Pasto, Cumbal y Sapuyes. Los experimentos se establecieron bajo el diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se realizó un análisis de varianza combinado bajo un modelo factorial, donde el factor A fue la localidad (3), el B la época de corte (lluviosa y seca), el C la edad de corte (25, 30, 35 y 40 días) y el factor D los genotipos (10). También, se realizó un análisis de adaptabilidad y estabilidad para rendimientos de forraje verde (RFV) y materia seca (RMS) por medio de los modelos de Eberhart y Russell y AMMI. Los genotipos Aubade, Bestfor Plus, Boxer y Tetralite II presentaron los mayores rendimientos de forraje verde (7,51 – 8,31 t/ha/corte) y de materia seca (1,29 – 1,37 t/ha/corte). Mediante el modelo Eberhart y Russell, por RFV, estos genotipos fueron clasificados con mejor respuesta en ambientes favorables y predecibles y por RMS también fueron predecibles, pero Aubade y Bestfor Plus se clasificaron con buena respuesta en todos los ambientes y Boxer y Tetralite II, con mejor respuesta solo en ambientes favorables. El modelo AMMI permitió identificar a Pasto como el ambiente más favorable y a los genotipos Boxer y Tetralite II como los de mejor comportamiento en este ambiente.

Palabras Claves: ambientes, Eberhart y Russell, AMMI, forraje verde y materia seca.

Abstract

In the high tropic of Nariño, is one of the four milk basins of Colombia, in which predominates the Kikuyo grass (*Cenchrus clandestinus*), a naturalized forage, susceptible to frosts, pests and diseases that affect their productivity. In order, to improve the forage supply, the adaptation and phenotypic stability of 10 genotypes of ryegrass (*Lolium spp.*) In the municipalities of Pasto, Cumbal and Sapuyes was evaluated. The experiments were established under the design of complete blocks at random, with four repetitions. A combined analysis of variance was carried out under a factorial model, where factor A was the location (3), B the cutting season (rainy and dry), C the cut age (25, 30, 35 and 40 days) and factor D genotypes (10). Also, an adaptability and stability analysis was carried out for green forage (RFV) and dry matter (RMS) yields through the Eberhart and Russell and AMMI models. The genotypes Aubade, Bestfor Plus, Boxer and Tetralite II had the highest green forage yields (7.51 - 8.31 t / ha / cut) and dry matter (1.29 - 1.37 t / ha / cut). Using the Eberhart and Russell model, by RFV, these genotypes were classified with better response in favorable and predictable environments and by RMS they were also predictable, but Aubade and Bestfor Plus were classified with good response in all environments and Boxer and Tetralite II, with better response only in favorable environments. The AMMI model allowed to identify Pasto as the most favorable environment and the Boxer and Tetralite II genotypes as those with the best behavior in this environment.

Key words: environments, Eberhart and Russell, AMMI, green fodder and dry matter.

Tabla de contenido

Resumen.....	V
Abstract.....	VI
Lista de Tablas	VIII
Lista de figuras.....	IX
Lista de gráficas.....	X
Introducción.....	11
2. Objeto del proyecto	13
2.1 Objetivo general:.....	13
2.2 Objetivos específicos:	13
3. Marco teórico.....	14
3.1 Importancia de Lolium spp.	14
3.2 Taxonomía.....	14
3.3 Las especies forrajeras de Lolium.....	15
3.4 Investigación con especies de Lolium	17
3.5 Interacción Genotipo x Ambiente	20
3.6 Estudios de adaptabilidad y estabilidad fenotípica con Lolium spp.	26
4. Metodología.....	27
4.1 Localización	27
4.2 Material genético.....	28
4.3 Tamaño de parcelas y densidad de siembra	28
4.4 Diseño experimental	29
4.5 Variables evaluadas.....	29
4.6 Análisis estadístico de resultados	31
5. Resultados y Discusión	32
5.1 Análisis de varianza combinado.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Análisis de adaptabilidad y estabilidad fenotípica - Modelo de Eberhart y Russell	46
5.2.1 Adaptabilidad y estabilidad por rendimientos de forraje verde	47
5.2.2 Adaptabilidad y estabilidad por rendimientos de materia seca.....	49
5.3 Análisis de estabilidad – AMMI (Análisis de Componentes Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas)	51
5.3.1 Análisis de estabilidad del rendimiento de forraje verde	52
5.3.2 Análisis de estabilidad para rendimientos de materia seca.....	54

6. Conclusiones y recomendaciones	57
6.1 Conclusiones	57
6.2 Recomendaciones	58
Bibliografía	58

Lista de Tablas

Tabla 1. Criterios de Eberhart y Russell (1966), para clasificar los genotipos de raigrás por su adaptabilidad y estabilidad fenotípica.	23
Tabla 2. Ubicación de los experimentos y características edafoclimáticas de las localidades.	28
Tabla 3. Genotipos de <i>Lolium spp.</i> evaluados en tres localidades.....	28
Tabla 4. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado, calculados para seis variables en la evaluación de 10 genotipos de raigrás en las tres localidades.....	32
Tabla 5. Promedios por localidades para altura de planta, cobertura (%), severidad de enfermedades, materia seca (%) y rendimientos de forraje verde (t/ha/corte) y de materia seca.....	33
Tabla 6. Promedios por época de corte para altura de planta, cobertura (%), severidad de enfermedades, materia seca (%) y rendimientos de forraje verde (t/ha/corte) y de materia seca.....	34
Tabla 7. Promedios por edad de corte para altura de planta, cobertura (%), severidad de enfermedades, materia seca (%) y rendimientos de forraje verde (t/ha/corte) y de materia seca.....	34
Tabla 8. Promedios de altura de planta, cobertura (%), severidad de enfermedades, materia seca (%) y rendimientos de forraje verde (t/ha/corte) y de materia seca de 10 genotipos de raigrás evaluados en las tres localidades.....	35
Tabla 9. Promedios de rendimiento de forraje verde (t/ha/corte) para 10 genotipos de raigrás en la interacción localidad x genotipo.....	40
Tabla 10. Promedios de rendimiento de forraje verde (t/ha/corte) para 10 genotipos de raigrás en la interacción en la interacción época de corte x genotipo.....	41
Tabla 11. Genotipos con mejor comportamiento por rendimiento de forraje verde (t/ha/corte), a través de tres localidades y dos épocas de corte.....	42

Tabla 12. Promedios de rendimiento de materia seca (t/ha/corte) para 10 genotipos de raigrás en la interacción localidad x genotipo.....	44
Tabla 13. Promedios de rendimiento de materia seca (t/ha/corte) para 10 genotipos de raigrás en la interacción época de corte x genotipo.....	45
Tabla 14. Genotipos con mejor comportamiento para rendimiento de materia seca (t/ha/corte), a través de tres localidades y dos épocas de corte.....	46
Tabla 15. Cuadrados Medios del Análisis de varianza por Eberhart y Russell, de rendimientos de forraje verde y de materia seca de 10 genotipos de raigrás evaluados en tres ambientes.....	47
Tabla 16. Clasificación de 10 genotipos de raigrás por rendimiento de forraje verde (t/ha/corte), según los criterios de adaptabilidad y estabilidad de Eberhart y Russell	48
Tabla 17. Clasificación de 10 genotipos de raigrás, por rendimiento de materia seca (t/ha/corte), según los criterios de adaptabilidad y estabilidad de Eberhart y Russell	50
Tabla 18. Cuadrados medios del análisis de varianza de rendimientos de forraje verde y de materia seca por el modelo AMMI.....	51

Lista de figuras

Figura 1. Escala (0-9) para estimar el porcentaje de cobertura en raigrás	29
Figura 2. Escala de severidad (0-9) para manchas foliares (Fuente: IRRI, 1996)	30

Lista de gráficas

Gráfica 1. Plot Eberhart y Russell para coeficiente de regresión (bi) y cuadrado medio de desviación de la regresión (S^2_{di}), con base en rendimientos de forraje verde de 10 genotipos de raigrás evaluados en tres localidades.....	49
Gráfica 2. Plot Eberhart y Russell para coeficiente de regresión (bi) y cuadrado medio de desviación de la regresión (S^2_{di}), con base en rendimientos de materia seca de 10 genotipos de raigrás evaluados en tres localidades.	50

Gráfica 3. Biplot de análisis AMMI del rendimiento de forraje verde (t/ha/corte), de genotipos de raigrás y ambientes de evaluación respecto a los dos primeros ejes de componentes principales CP1 y CP2	54
Gráfica 4. Biplot de análisis AMMI del rendimiento de materia seca (t/ha/corte), de genotipos de raigrás y ambientes de evaluación respecto a los dos primeros ejes de componentes principales CP1 y CP2	56

Bonilla, A. (2013). Comportamiento agronómico de seis variedades de ray grass (*Lolium multiflorum* – *Lolium perenne*) con una fertilización química en el cantón Salcedo. Tesis Universidad Técnico Estatal de Quevedo, Ecuador. 84 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical, (1982). Manual para la Evaluación Agronómica, Red internacional para la evaluación de pastos tropicales, CIAT. Editor técnico José M. Toledo. Cali, Colombia. 91-110. Recuperado el día 07 de Marzo de 2017 de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Manual_Evaluacion.pdf

Ceretta S, Abadie T, Ozerami H y Arbelbide M. (1988). El uso de redes de experimentación para estudiar la adaptación de los cultivos. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, CIRAD. Paysandú. Uruguay. p 9 -13

Chapman, D., Muir, P. and Faville, M. (2015). Persistence of dry matter yield among New Zealand perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars: insights from a long-term data set. *Journal of New Zealand Grasslands* 77:177-184.

Clayton, W.D., Vorontsova, M.S., Harman, K.T. and Williamson, H. (2006). Grass Base - The Online World Grass Flora. Recuperado el día 07 de Marzo de 2017 de: <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>.

Climte-Data.Org (2018). Clima: Pasto, Cumbal y Sapuyes. Recuperado el día 15 de marzo de 2018 de: <https://es.climate-data.org/>

Corches, M., Cojocariu, L. y Jurmescu, I. (2011). The dependence between the main production characters in variety Eminent of *Lolium perenne*. *Research Journal of Agricultural Science*, Volumen 43 (4): 210 - 215.

CORPOICA. (2016). Mejoramiento de la oferta forrajera, optimización de sistemas de alimentación y aseguramiento de la calidad e inocuidad de la leche en el trópico alto del departamento de Nariño. En: Formulación de programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 60 p.

CORPONARIÑO. (2015). Plan de Gestión Ambiental Regional del Departamento de Nariño PGAR 2015 – 2032. Corporación Autónoma Regional de Nariño. 69 p.

Recuperado el día 07 de Marzo de 2017 de: <http://corponarino.gov.co/expedientes/planeacion/pgar20152032/diagnosticoPGAR20152032-parte1.pdf>

Correa A. (2005). Manejo del raigrás diferido. Sitio argentino de producción animal. Vol. 13 (160): 31-35.

Crossa, J., Westcott, B. y González, C. (1988). Analyzing yield stability of maize genotypes using a spatial model. *Theoretical and Applied Genetics*, Volumen (75), 863 - 868.

Crossa, J., Gauch, H.G. y Zobel, R.W. (1990). Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Science*, Volumen (30), 493-500.

Crossa, J., Fox, P., Pfeiffer, W., Rajaram, S. y Gauch, H. Jr. (1991). AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. *Theoretical and Applied Genetics*, Volumen (81), 27-37.

Cruz, C. y Carneiro, P. 2003 Modelos biométricos aplicados al mejoramiento genético Vicoso UFV. V 2, 585 p.

CRS. 2015. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, Nicaragua. 96 p.

Cuadrado H, Mejía S, Contreras A, Romero A y García J. 2003. Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiano. Manual técnico. Corpoica, Centro de investigación Turipaná. Córdoba – Colombia. 26p. (consultado p.5 Cuadrado, et al. 2003. p5).

Damba G. (2008). Evaluación de métodos para análisis de estabilidad en diferentes ambientes en genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.). Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. 110 p.

Easto, S., Baird, D., Baxter, G., Cameron, N., Hainsworth, R., Johnston, C., Kerr, G., Lyons, R., Nichol, W., Morris, M. y Stewart, A. (1997). Annual and hybrid ryegrass cultivars in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 59:239-244.

Eberhart, S. y Russell, W. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crops Sciences*. Volumen (6), 36-40.

Florián, R. (2009). Establecimiento de la asociación Rye grass (*Lolium multiflorum*) y Trébol Blanco (*Trifolium repens*); revisión bibliográfica. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Medicina Veterinaria, Perú. 6 p.

Franco L, Calero D y Durán C. 2005. Manejo y Utilización de forrajes Multipropósito. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. 32 p. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5052/1/9789584411754.pdf>

Frutos ME. (2011). Interacción genotipo – ambiente: GGE Biplot y Modelos AMMI. Tesis MSc. Universidad de Salamanca, Departamento de Estadística, España. 76 p.

Gómez, S. (2007). Fitomejoramiento. Tutorial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, Colombia. p. 40. Email: susyomezp@gmail.com

Hernández J. (2016). Evaluación de 16 variedades de maíz (*Zea mays* L.) normal y de alta calidad de proteína en cinco ambientes de Nicaragua. Tesis Universidad Nacional Agraria de Nicaragua. Facultad de Agronomía. P 31.

IGAC (2004). Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Nariño; Capítulo 3 Descripción de los suelos de Nariño. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Colombia. pp. 58 – 168.

IRRI. (2013). Standard evaluation system for rice. International Rice Research Institute. 5 ed., Filipinas. 65 p.

Katova, A., Hristov, K., Baert, J. y Van Bockstaele, E. (2005). Ecologo-genetical estimation of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). European cultivars and local populations in Bulgaria. Institute of Forage Crops. Pleven, Bulgaria. *Grassland Science in Europe*. Volumen (11), 158 - 160.

- KRAMER, P. (1983). Water relations of plants. Academic Press Inc, N.Y. 389 p.
- Legarda, D., López, G., Benavides, C. y Ruiz, H. (2015). Respuesta del pasto raigrass Aubade (*Lolium sp.*) a dosis de silicio en interacción con diferentes dosis de NPK. En Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Volumen 13 (1): 99-109.
- Lezcano F. 2009. Establecimiento de la asociación Rye grass (*Lolium multiflorum*) Trébol Blanco (*Trifolium repens*). Revisión bibliográfica. Universidad Nacional de Cajamarca. 6 p.
- López, H. (1996). Especies forrajeras mejoradas. En praderas de Chile. P 86.
- López, J. (2009). Estudio de los recursos fitogenéticos del complejo *Festuca – Lolium*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España. 159 p. Recuperado el día 07 de Marzo de 2017 de: https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/2802/9788498873740_content.pdf;jsessionid=09D96B8DD3BD65CF948077F0BC039660?sequence=1
- Madera N, Ortiz B, Bacab H y Magaña H. 2013. Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro de la materia seca. Avances en investigación agropecuaria. 17 (2): 41-52.
- Mejía JR. (2014). Evaluación de la interacción genotipo por ambiente para variedades transgénicas de algodón *Gossypium hirsutum* L. Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. p 27.
- Méndez, D., Frigerio, K., Costa, M., Mattera, J., Romero, N., Fontana, L., Romero, L., Barbera, P., Ré, A., Moreyra, F., Otondo, J., Cicchino, M., Bailleres, M., Melani, G., Esquiaga, J., Lavandera, J., Gallego, J. y Neira, F. (2014). Interacción genotipo x ambiente y su asociación con variables climáticas en cultivares de *Lolium multiflorum* Lam. INTA, Uruguay. Memoria Técnica 2013. 4 p.
- Muriel, J. (2013). Estabilidad fenotípica de 10 genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) en los departamentos de Nariño, Boyaca y Cundinamarca. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto. 72 p.

Namorato H, Vieira G, Vagno L, Rodrigues L, Oliveira R y Mantovani E. (2009). Comparing Biplot Multivariate Analyses with Eberhart and Russell' method for genotype x environment interaction. Brazilian Society of Plant Breeding. In Crop Breeding and Applied 9: 299-307.

Nachit, M.M., Nachit, G., Ketata, H., Gauch, H. y Zobel, R. (1992). Use of AMMI and regression models to analyze genotype-environment interaction in durum wheat. Theoretical and Applied Genetics, Volumen (83), 597-601.

Nuñez-Barrios A y Foster E. 1996. Efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento de hojas, tallos y vainas de frijol. Agricultura Técnica en México 22: 99-109.

Nuñez A, Ritchie J y Smucker A. 1998. El efecto de sequía en el crecimiento, la fotosíntesis y la intercepción de luz en frijol común. Agronomía Mesoamericana 9 (2): 01-08.

Oliveira, J. y Castro, P. (1993). Estabilidad genotipo-ambiente del valor nutritivo y la producción de materia seca de 41 genotipos de raigrás inglés. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, La Coruña, España. Revista Pastos: Volumen 23 (2): 83-97.

Piñeiro, J. y Perez, M. (1992). Mezclas pratenses para la España húmeda. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, España. Hojas divulgadoras, 8/92. 48 p.

PNN. (2011). Parques Nacionales Naturales. Componente administrativo. 57 p.

Posada S, Cerón, JM, Arenas J, Hamedt JF y Álvarez A. (2013). Evaluación del establecimiento de raigrás (*Lolium sp.*) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranza. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Escuela de Producción Agropecuaria. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. Vol. (8): p. 26 – 35.

Roelfs, A., Singh, R. y Saari, E. (1992). Las royas del trigo: Conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. CIMMYT, México, D.F. 81 p. Recuperado el día 07 de marzo de 2017 de: <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/38490.pdf>

Romagosa, I. y Fox, P. (1993). Genotype x environment interaction and adaptation. Plant Breeding: Principles and Prospects. Ed. Hayward, M., Bosemark. N.H. y Romagosa I. España. Sustainable Food Production. p. 846 – 870.

Sánchez, L. y Villaneda, E. (2009). Renovación y manejo de praderas en sistemas de producción de leche especializada en el trópico alto colombiano. Corpoica, Colciencias, Fedegan. Produmedios, Bogotá. 23 p. Recuperado el día 07 de Marzo de 2017 de: <https://bibliotecaduitama.wordpress.com/2012/07/10/renovacion-y-manejo-de-praderas-en-sistemas-de-produccion-de-leche-especializada-en-el-tropico-alto-colombiano-2/>

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Nariño y Universidad Sergio Arboleda. (2016). Consolidado Agropecuario de Nariño. p. 104

SENA. 1985. Pastos y forrajes de clima frio; Cartilla 3. Servicio Nacional de Aprendizaje, División de Formación a Distancia, Colombia. p 41.

Stephan, A., Heijden, V. y Roulund, N. (2010). Genetic Gain in Agronomic Value of Forage Crops and Turf: A Review. 247-260. URL: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-90-481-8706-5_36

Suarez JJ y Herrera J. 1986. El clima de Cuba y la producción de pastos. En: M. Sistachs, G. Crespo, G. Febles, R.S. Herrera, T. Ruiz (Eds). Los pastos en Cuba. Producción. Tomo I. La Habana, Cuba. 800 p.

Terrel, E. (1966). Taxonomic implications of genetics in ryegrasses. New York Botanical Garden Press. Botanical Review, Volumen (66), 138-164.

Terrel, E. (1968). A taxonomic revision of the genus *Lolium*. Technical Bulletin 1392. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, 70 p.

Tropicos.org. (2017). *Lolium*. Missouri Botanical Garden. Consultado el 07 de Marzo de 2017 de: <http://www.tropicos.org/Name/25509743>

Vallejo, F. y Estrada, E. (2002). Mejoramiento Genético de Plantas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. p. 183 - 195. Recuperado el día 07 de Marzo de 2017 de: <http://www.uneditorial.net/uflip/Mejoramiento-genetico-de-plantas/pubData/source/Mejoramiento-genetico-de-plantas.PDF>

Vallejo F. y Estrada E. (2013). Mejoramiento genético de plantas. 2ª Edición. Santiago de Cali. Universidad Nacional, Sede Palmira. p. 188.

Velasco, M., Hernández, A., González, V., Pérez, J. y Vaquera, H. (2002). Curvas estacionales de crecimiento de Ballico perenne. Sociedad mexicana de Fitotecnia, A.C. Chapingo, México. Revista Fitotecnia Mexicana, Volumen 25 (1): 97 - 106.

Velasco, M., Hernández, A. y González, V. (2005). Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Tecnología Pecuaria, México. Volumen 43 (2): 247-258. Recuperado el día 07 de marzo de 2017 de: <http://www.redalyc.org/pdf/613/61343211.pdf>

Villalobos, L. y Sánchez, J. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. Producción de biomasa y fenología. Agronomía Costarricense, Volumen 34 (1): 31-42. Recuperado el día 07 de marzo de 2017 de: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v34n1/a03v34n1.pdf>

Zobel, R., Madison, J., Wright y Gauch, G. Jr. (1988). Ammi analysis of yield trials. In: Genotype-by environment interaction. Agronomy Journal, Volumen (80), 388-393.

Лакић, Универзитет у Новом. 2009. Quantitative properties of divergent genotypes of ryegrass (*Lolium perenne* L.). Doctoral dissertation. Recuperado el día 07 de Marzo de 2017 de: http://agris.fao.org/agris-search/search.do?request_locale=es&recordID=RS2010001823&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=&enableField