



Gobierno
Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la Agricultura y Tierras

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

tropical

ecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia tropical

Zootecnia
tropical
Depósito Legal: pp. 198302AR214

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 32 VOL. 32 No. 1 2014

ZOOTECNIA TROPICAL

Zootecnia Trop.

**Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas,
Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras
Maracay, Venezuela**

Editorial

La agricultura es una de las actividades más antiguas que realiza el ser humano, su desarrollo ha sido parte elemental de la evolución que como especie hemos alcanzado y sus repercusiones han jugado un papel esencial en el florecimiento de muchas culturas en el pasado, hasta ser la causa de la decadencia y extinción de algunas de otras culturas.

En medio de una revolución informática y tecnológica como la que vivimos hoy en día, es fácil no darse cuenta para el común de las personas del papel que las actividades agrícolas tienen para la sobrevivencia de una nación. El pensar que todo puede resolverse desde una computadora en una oficina de cualquier capital del mundo, es un error comprensible dado el auge y el inmenso impulso que estas han imprimido a todas las actividades cotidianas.

Por otra parte la facilidad con la que hoy puede adquirirse los excedentes de la producción agrícola de otros países y colocarlos en los anaqueles de nuestros medios de distribución, permite crear la ilusión de que los alimentos salen como por arte de magia de los supermercados y nos dan una sensación de falsa seguridad, haciéndonos por el contrario cada vez vulnerables.

No obstante solo es necesaria una pequeña interrupción en el flujo de caja de los países que no son autosuficientes en la producción de alimentos, para que la distribución de alimentos se trastoque y su población se resienta y entonces darnos cuenta nuevamente del valor estratégico que la agricultura tiene si se quiere ser soberanos e independientes.

Una producción agrícola eficiente solo es posible a través de una investigación agrícola local y bien orientada, ya que la practica nos ha enseñado de manera reiterativa, que es imposible transpolar las experiencias de la agricultura de otras regiones con buenos resultados. La diferencia entre una producción eficiente y abastecedora y una producción rudimentaria y de subsistencia, está dada en buena medida por el sistema de investigación que la respalda. Es solo a través de la incorporación permanente de innovaciones y conocimientos como la agricultura de un país es capaz de satisfacer sus demandas de producción.

La incorporación de innovaciones y conocimientos a la actividad agrícola se hace a través de los investigadores y técnicos de campo, para ello se hace necesario que estos estén bien informados de los resultados que se generan de la investigación que hacen sus colegas. De aquí la seriedad y responsabilidad con que afrontamos la elaboración de Zootecnia Tropical, ya que estamos convencidos del aporte que esta revista hace a la meta de realizar una agricultura tropical más eficiente y soberana.

Luis Dickson

TABLA DE CONTENIDO Vol. 32 N° 1

Artículos Científicos

Andrade Castañeda H. J., Espinosa Gómez E. L. y Moreno Baltán H. A. Impacto del pastoreo en el almacenamiento de carbono orgánico de suelos en el Páramo de Anaime, Tolima, Colombia	7
González-Garduño R., Salinas-Hernández R. M., Garduza-Arias G. y Reyes-Montes F. Componentes corporales en ovinos de pelo para abasto en el sureste mexicano	23
Lista Alfonso M. E., Velásquez C. J., Prieto Arcas A. S. y Longart Rojas Y. C. Condición fisiológica de <i>Arca zebra</i> por grupos de tallas y su asociación con variables ambientales, en el banco de Chacopata, estado Sucre	33
Vargas Oliveira L., Lauz Ferreira O. G., da Silva Pedroso C. E., Denardin Costa O., Mateus Sell C. y Amarilho Silveira F. Características morfogênicas de cultivares diploides e tetraploides de azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	45
Morfogenesis del raigrás (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) diploide y tetrapoide	45
Ramírez Mirabal R. La propiedad intelectual como soporte en la gestión del conocimiento. Su importancia en el proceso de investigación científica	53
Menéndez-Buxadera A. y Verde O. Componentes de (co)varianza de la producción de leche de un rebaño bufalino venezolano estimados con modelos de lactancia completa o del día de control	63
Nota Técnica	
Alves de Melo G. J., Gomes V., Luz de Almeida L. A., de Castro Lima A. C. y Costa Baccili C. Método para contagem de células somáticas do leite bovino para imagens capturadas do microscópio óptico	77
Método de recuento de células somáticas de la leche de vaca para las imágenes capturadas del microscopio óptico	77
Nivia Osuna A., Belalcazar Zafra M. E. y Vanegas Azuero A. M. Determinación del volumen de sacrificio y evaluación de variables cualitativas y cuantitativas en equinos sacrificados en una planta de beneficio animal	83
Instrucciones al autor	91

TABLE OF CONTENTS Vol. 32 N° 1

Scientific Articles

Andrade Castañeda H. J., Espinosa Gómez E. L. and Moreno Baltán H. A
Impact of grazing on soil organic storage carbon in high lands of Anaime, Tolima,
Colombia. 7

González-Garduño R., Salinas-Hernández R. M., Garduza-Arias G. and Reyes-Montes F.
Body composition of slaughter hair sheep in the southeast of Mexico..... 23

Lista Alfonso M. E., Velásquez C. J., Prieto Arcas A. S. and Longart Rojas Y. C.
Physiological condition of *Arca zebra* by groups of sizes and its association with environmental
variables, in the bank of Chacopata, Sucre state 33

Vargas Oliveira L., Lauz Ferreira O. G., da Silva Pedroso C. E., Denardin Costa O.,
Mateus Sell C. and Amarilho Silveira F.
Morphogenic characteristic of diploid and tetraploid ryegrass cultivars (*Lolium multiflorum*
Lam.) 45

Ramírez Mirabal R.
Intellectual Property as support in knowledge management. It's importance for scientific
research process 53

Menéndez-Buxadera A. and Verde O.
(Co)variance components for milk production in a venezuelan buffalo herd analyzed
by total lactation and test day models 63

Technical note

Alves de Melo G. J., Gomes V., Luz de Almeida L. A., de Castro Lima A. C. and Costa Baccili C.
**Método para contagem de células somáticas do leite bovino para imagens capturadas do
microscópio óptico** 77

Nivia Osuna A., Belalcazar Zafra M. E. and Vanegas Azuero A. M.
Determination of the slaughter volume and evaluation of qualitative and quantitative variables
of horses sacrificed in a slaughterhouse 83

Instructions to the author 91

Impact of grazing on soil organic storage carbon in high lands of Anaimé, Tolima, Colombia

Impacto del pastoreo en el almacenamiento de carbono orgánico de suelos en el Páramo de Anaimé, Tolima, Colombia

Hernán Jair Andrade Castañeda¹, Edna Lucia Espinosa Gómez²
y Herney Armando Moreno Baltán²

¹ Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica. Grupo de Investigación "Producción Ecoamigable de Cultivos Tropicales". Ibagué, Colombia. Correo electrónico: hjandrade@ut.edu.co

² Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica. Ingenieros Agrónomos, Grupo de Investigación PROECUT. Colombia.

ABSTRACT

The mineralization of the soil organic matter may be accelerated by productive activities as grazing and pasture management. The objective of this study was to evaluate the impact of grazing on soil organic carbon (COS) in the high plateau of Anaimé, Tolima, Colombia. An unbalanced completely randomized design was used, selecting three treatments: 1) pastures with 20 years in conservation; 2) pastures currently in use; and 3) Andean high-land native forests. The COS storage was estimated using organic carbon concentration and bulk density at a depth of 0-30 cm. Aboveground biomass (AB) of forage plants was also estimated in the case of pastures. Correlation and regression analysis were carried out between COS and time of use, occupation period and stocking rate. The pastures in use stored more COS than those conserved and native forests ($P < 0.05$; 34.4 vs 22.0 vs 21.6 tC/ha, respectively). In contrast, conserved pastures stored more carbon in AB than those in use ($P < 0.05$; 8.3 vs 2.1 tC/ha). It was found that extensive livestock management had a positive impact in the COS in the Páramo of Anaimé. However, a change from forests to pastures would cause a CO₂ emission by effect of burns and/or decomposition of the organic matter and the loss of other environmental services as water regulation and those derived from conservation of biodiversity.

Key words: Aboveground biomass, bulk density, concentration of soil organic carbon, stocking rate.

RESUMEN

La mineralización de la materia orgánica puede ser acelerada por actividades productivas como el pastoreo y el manejo de pasturas. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto del pastoreo en el almacenamiento de carbono orgánico en suelos (COS) del Páramo de Anaimé, Tolima, Colombia. Se realizó un diseño completamente al azar desbalanceado, seleccionando tres tratamientos: 1) pasturas que llevan 20 años en conservación; 2) pasturas actualmente en uso y 3) bosques nativos altoandinos. El almacenamiento de COS se estimó por medio de la concentración de carbono orgánico y la densidad aparente a una profundidad de 0-30 cm. La biomasa arriba del suelo (BAS) de forrajeras también fue estimada en el caso de las pasturas. Se realizaron análisis de correlación y de regresión entre el COS y el tiempo de uso, periodos de ocupación y carga animal. Las pasturas en uso almacenaron más COS que aquellas conservadas y los bosques nativos ($P < 0,05$; 34,4 vs 22,0 vs 21,6 tC/ha, respectivamente). En contraste, las pasturas conservadas almacenaron más carbono en BAS que las pastoreadas ($P < 0,05$; 8,3 vs 2,1 tC/ha). El manejo de ganadería extensiva tiene un impacto positivo en la acumulación de carbono orgánico en el suelo en el páramo de Anaimé. No obstante, un cambio de bosques a pasturas causaría emisión de CO₂ por efecto de la quema y/o descomposición de la materia orgánica y la pérdida de otros servicios ambientales como la regulación hídrica y aquellos derivados de la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: Biomasa arriba del suelo, carga animal, concentración de carbono orgánico del suelo, densidad aparente.

INTRODUCTION

The páramo is an ecosystem with great environmental and socioeconomical importance, which is threatened by man activities, reducing its capacity to offer environmental services to the region and World. The mountain regions in the Andean region have been identified as vulnerable to climate change (Büchler *et al.*, 2004). Otero *et al.* (2011) argued that Andean páramo and cloud forest ecosystems in South America are changing to agricultural activities such as potato farming and cattle grazing.

The páramo provides invaluable ecosystem services as constant supply of water and storage of soil organic carbon (SOC), that are dependent of soil behavior (Hofstede and Mena, 2011). The soils in páramo ecosystem have a high content of organic matter and can store, by a long period, organic carbon in this component, due to low temperature decreases mineralization rates (Hofstede and Mena, 2011). However, soil land activities, such as grazing and fires, can accelerate organic matter decomposition and decrease storage of SOC (Maia *et al.*, 2009; Román-Cuesta *et al.*, 2011). On the other hand, several studies in high Andean mountains of Colombia and Venezuela have not shown an increase in the total soil carbon during the fallow period (Sarmiento and Bottner, 2002). Some authors have found a negative impact of livestock activities in SOC storage (Han *et al.*, 2008; Luan *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2014); while others have argued that a good management can contribute to increase carbon sinks (De Camargo *et al.*, 1999; Fisher *et al.*, 2004; Andrade *et al.*, 2008; Maia *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2014).

The government of Colombia has supported the research in high land ecosystems to understand the impacts of climate change and land use on cycles of water and carbon (Brown *et al.*, 2007). The relevance of these terrestrial ecosystems is obvious, given the importance of these carbon reservoirs in páramo soils, thus the objective of this study was to estimate the impact of grazing on storage of SOC and its potential emission of carbon dioxide towards the atmosphere in this region.

MATERIALS AND METHODS

Study area

This study was conducted in the *Reserva Natural Semillas de Agua* and adjacent grasslands, located on east face of Central Mountain Range of Colombia, in the municipalities of Cajamarca, Rovira and Roncesvalles, Tolima, Colombia. This reserve, which covers 979 ha, is composed by páramo ecosystems, páramo native forests, Andean high land forests and grasslands and is dedicated to conservation and research (Birdlife, 2011).

The mean annual temperature is 7.3°C, with a minimal and maximal temperature of -3 and 25°C, respectively. The mean annual evapotranspiration is 680 mm and a vertical rainfall of 2141 mm/year. The rainfall shows a bimodal behavior with a dry season in January, February, March, September and December; whilst rainy season covers April, May, July, October and November. Strong winds are presented in August, September and January, with predominant direction southeast to northeast (Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, 2011).

The soils in the study area are derived from volcanic ashes, slags and vitreous pyroclastics with a thick layer of organic matter little weathered, which is typical of páramos. Experimental plots were located in two cartographic units: MDBf and MGcE (IGAC, 2004). The unit MDBf is dominated by pyroclastics, andesite and the metamorphic rocks (shale). This soil association is composed by soils Lithic Cryorthentsen in a 60% and Rocky outcrops in 40% of area. These soils have the following characteristics: a low evolution shallow due to hard rock, high content of organic matter, highly acid, high cationic exchangeable capacity, poor in changeable bases, low in available phosphorus and very low fertility. Steep slopes (50-75%), low temperatures and low soil effective depth are the main limiting characteristics for use.

The unit MGcE has volcanic ashes as parental material, which is deposited on andesite. Soils of this consociation are represented by Typic Hapludands in a 90% and inclusions of Humic Udivitrands in a 10% of area. These soils are characterized by high depth, with black color due to accumulation of organic matter, medium to

moderately gross textures, well-structured and well-drained. These soils have a high cationic exchangeable capacity, high phosphorus content in top layers and moderate fertility. Slopes range between 25 and 50% in the area.

Selection of systems to evaluate

An unbalanced completely randomized design was used, selecting three treatments: 1) pastures with 20 years in conservation (PC); 2) pastures currently in use (PU); and 3) Andean high-land native forests (F). Selection of pastures was carried out with the advisory of local personal with knowledge of this zone. Producers were asked about time of use of pastures, mean stocking rate and periods of resting and occupation.

A total of 18 experimental units were evaluated: four PC in the conservation area of this natural reserve, 11 PU in adjacent farms and three F. This last system was considered as control to estimate the impact of land use change in storage of SOC. Each experimental unit was geographically located to identify the type of soil. Statistical analyses were carried out to define a significant effect of soil unit in results.

Estimation of storage of soil organic carbon

Estimation of SOC was done to a depth of 0-30 cm, employing bulk density (BD), concentration of SOC and portion of gross fragments (rocks; Don *et al.*, 2007; Maia *et al.*, 2009). To avoid over-estimations of SOC, it was applied a correction of the soil weight according to BD following the approach recommended by Ellert *et al.* (2002) and Buurman *et al.* (2004). The treatment with lowest BD was taken as reference, assuming this variable was similar in all experimental plots before land use change.

One combined soil sample per plot was obtained by mixing ten sub-samples collected with a manual auger in each experimental plot. Concentration of SOC was estimated by method of Walkley and Black (1934) in the *Laboratorio Laserex* of the *Universidad del Tolima*. BD was estimated using the cylinder approach (Andrade and Ibrahim, 2003), taking three samples by experimental unit with a cylinder of 100.13 cm³. In case of soils with a high content of rocks, gross-fragment content was calculated doing a

soil pit of 50 x 50 x 50 cm and estimating volume of rocks by water displacement.

Estimation of herbaceous biomass

Aboveground biomass of grasses was estimated using the methodology proposed by Andrade and Ibrahim (2003), taking 10 quadrats of 50 x 50 cm, which were randomly located in each experimental plot. In these quadrats, all aboveground biomass of grasses was cut and weighted in fresh, taking a subsample of around 200 g to estimate dry matter content (65°C until constant weight). Biomass was transformed to carbon multiplying by a carbon fraction of 0.5, which is recommended by IPCC (2007).

Statistical analyses

An analysis of variance was carried out to those normal variables. Variable with no normality, such as concentration of SOC (%), were transformed. In case of found statistical differences among treatments, a comparison test of Tukey was executed. Analysis of correlation and lineal regression, with logarithmic transformation and untransformed variables, between storage of SOC and BD, and management factors such as annual stocking rate, occupation period and time of use were carried out. To evaluate the effect of soils in response variables, it was developed an analyses of variance taking soil units as classification variables. All statistical analyses were carried out using the software InfoStat.

RESULTS AND DISCUSSION

Concentration of soil organic carbon

No significant difference ($P>0.05$) was found in concentration of SOC in the top 30 cm among land use systems. However, the lowest concentration of SOC was registered in native forests (2.9%), which was statistically similar ($P>0.05$) to those in conserved pastures, but a 37% lower ($P<0.05$) than in pastures in use (Figure 1a).

Bulk density

BD was not significantly affected ($P>0.05$) by type of soil, ranging between 0.46 and 0.63 g/cm³. It was found that soils in native forests had a lower BD (0.46 g/cm³), followed by conserved

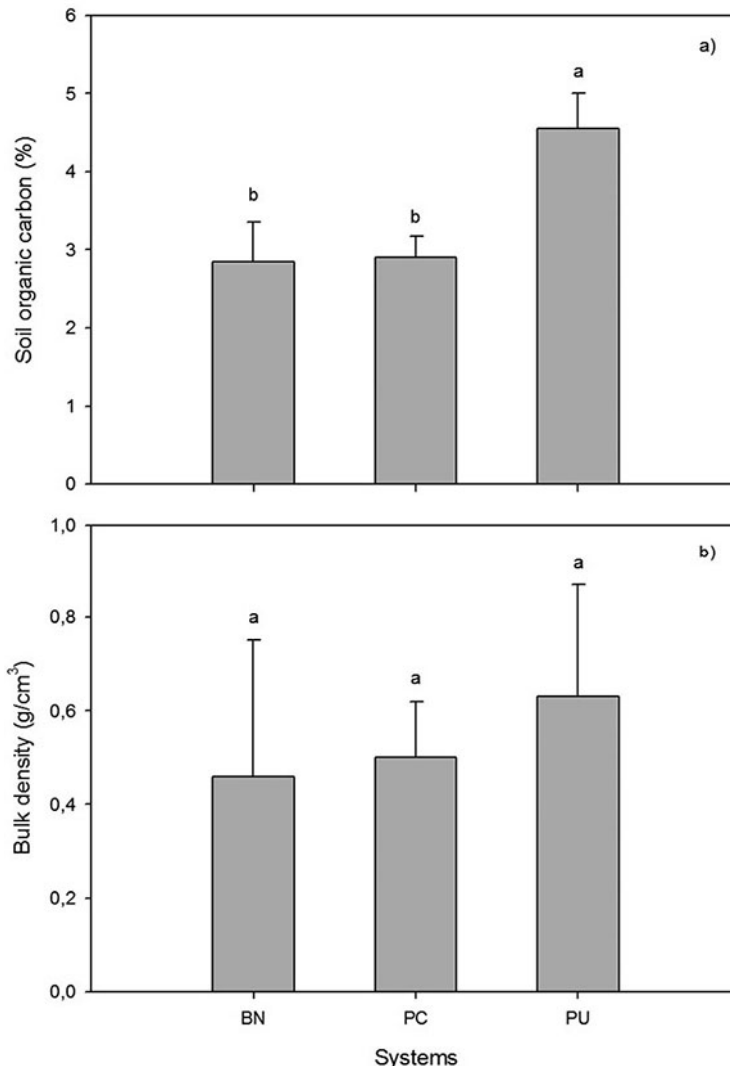


Figure 1. Concentration of soil organic carbon (a) and soil bulk density (b) at a depth of 0-30 cm in areas with andean highland forests and pastures in the Páramo of Anaime, Cajamarca, Tolima. BN: andean highland forests PC: conserved pastures; PU: pastures in use. Different letters indicate statistical differences ($P < 0.05$).

pastures and those in use where this variable has increased in 9 and 37%, respectively (Figure 1b).

It was found a decreasing lineal relationship between BD and concentration of SOC in pastures in use, indicating an increase of SOC decreases of this first variable. In spite this relationship is just explained in a 0.5% (Figure 2a). On the contrary, an increasing lineal relationship between BD and concentration of SOC, when all

land use systems were included, was found with an explication of 12% (Figure 2b).

Impact of grazing on soil bulk density

Stocking rate had a positive impact on BD (Figure 3a), in the studied range (0 – 0.19 animals/ha/year), which are so low due to own characteristics in the zone. In the same way, an increase in stocking rate of 1 animal/ha/year causes an increase of BD in an average of 1.1 g/cm³ (Figure 3a). The period of occupation affected in a very

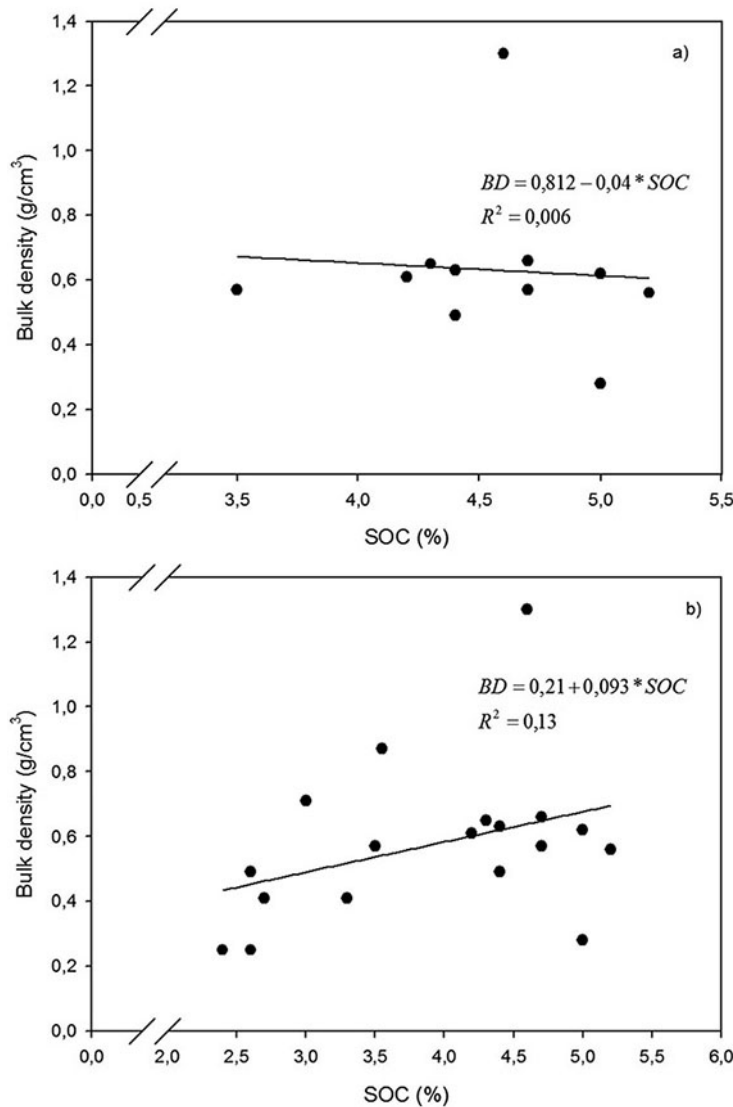


Figure 2. Relationship between the bulk density (BD) and concentration of soil organic carbon (SOC) at depth of 0-30 cm in pastures in use (a) and in andean highland forests, conserved pastures and pastures in use (b) of the Páramo of Anaime, Cajamarca, Tolima.

similar way than stocking rate, to BD (Figure 3b), increasing it a mean of 0.1 g/cm³ every 100 days of grazing. Similarly, the time of use of pastures increases BD in 0.03 g/cm³ every 10 years of use (Figure 3c). These predictive models explain a total of 21-23% the variation of BD.

Storage of soil organic carbon

Pastures in use had a significantly highest ($P < 0.05$) SOC in top 30 cm than that in conserved

grasslands and high land native forests (34.4 ± 3.4 vs 22.0 ± 2.1 vs 21.6 ± 3.8 tC/ha, respectively; Figure 4).

Impact of grazing on storage of soil organic carbon

A quadratic relationship between storage of SOC and animal stocking rate and period of occupation (Figures 5a and 5b) was detected. Accumulation of SOC is maximized when annual stocking rate

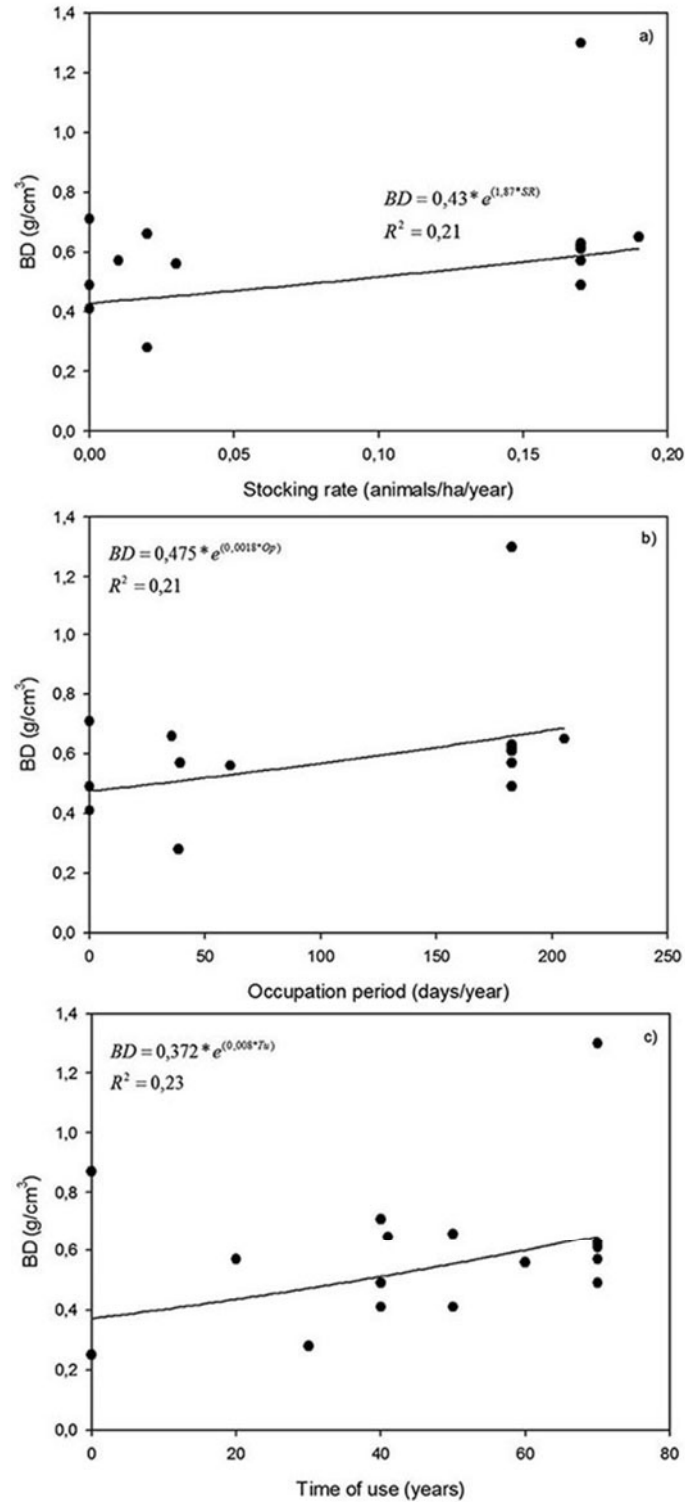


Figure 3. Relationship between bulk density (BD) at a depth of 0-30 cm and (a) annual animal stocking rate (SR), (b) occupation period (Op) and (a) time of use (Tu) in pastures of the Páramo of Anaime, Cajamarca, Tolima.

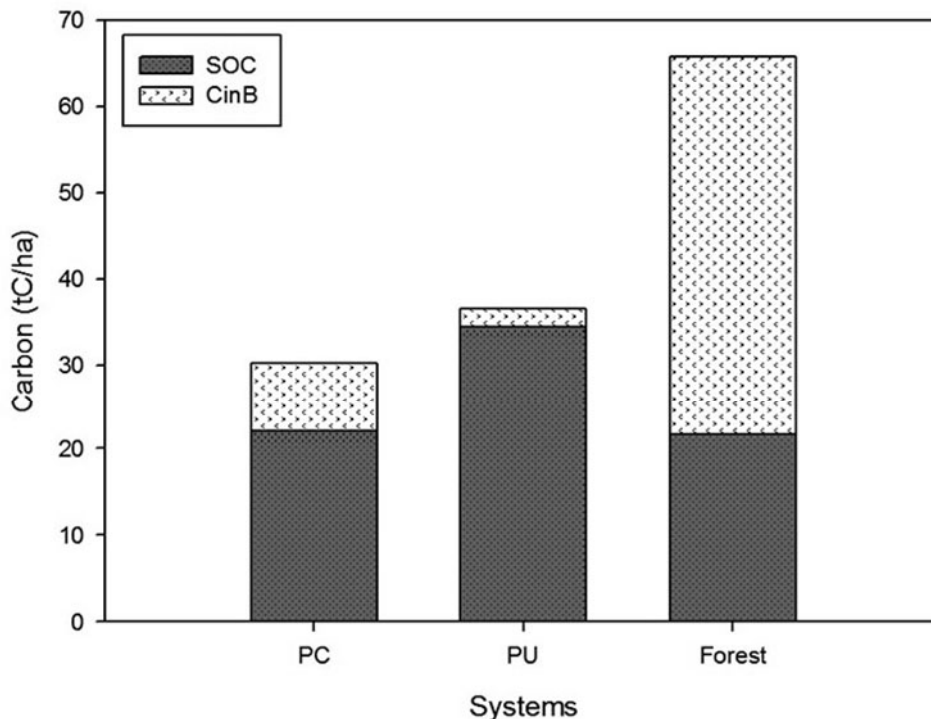


Figure 4. Storage of soil organic carbon (COS) at a depth of 0-30 cm and in aboveground biomass (CinB) in pastures and andean highland forests in the Páramo of Anaime, Cajamarca, Tolima. PC: conserved pastures; PU: pastures in use. Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$). Above ground carbon stored in forest and high Andean montane wet Northern Andes (Source: Gálmez and Kómetter, 2009).

is 0.1 animals/ha and 115 days of occupation/year (Figures 5a and 5b). These models have a high explanation of storage of SOC in these ecosystems (77-78%). In contrast, time of use of pastures always increased SOC storage at a mean rate of 0.18 tC/ha/year (Figure 5c).

Carbon storage in aboveground biomass

Statistical differences ($P < 0.05$) in accumulation of aboveground biomass of herbaceous species between conserved and in-use pastures (8.3 ± 0.3 vs 2.1 ± 0.9 tC/ha, respectively). This can be seen in Figure 4, with an estimation of aboveground biomass of high-land native forests reported by other authors.

Total carbon storage in pastures and native high-land forests

Taking information about carbon storage in aboveground biomass in high-land forests (Gálmez and Kómetter, 2009), it is possible to show a tendency in finding more carbon accumulation, as expected, in native forests than in in-use and conserved pastures (65.8, 36.6 and 30.3 tC/ha, respectively; Figure 4). In native forests, most of this carbon is located in aboveground biomass; whereas in pastures this is stored in soils (Figure 4).

Concentration of soil organic carbon

The SOC concentration in pastures in conservation (2.9%) was lower than that reported by Farley *et al.* (2004), who found a value of

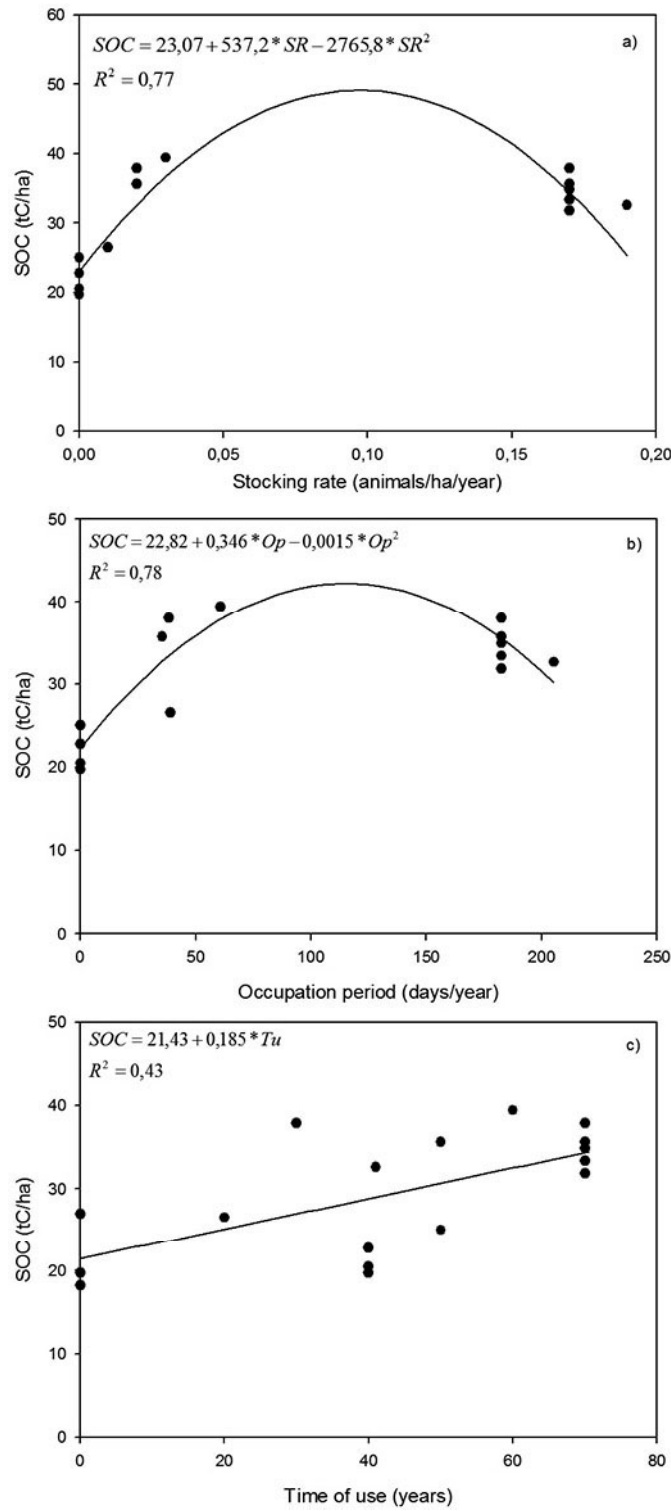


Figure 5. Relation between soil carbon storage (SOC) at a depth of 0-30 cm (COS) and (a) annual animal stocking rate (SR), (b) annual occupation period (Op) and (c) time of use in pastures (Tu) in the Páramo of Anaimé, Cajamarca, Tolima.

4.2% in páramo soils in the equadorian Andean region at a depth of 0-10 cm. The results of this study and quoted one are coinciding when in-use pastures are considered, despite of slight differences in the studied soil depth. However, Han *et al.* (2008) found that SOC decreased with grazing intensity at the same depth of this study.

The positive impact of extensive livestock in the páramo on concentration of SOC may be explained by an increase of biomass of fine roots which at death and decomposition supply carbon at soil (FAO, 2007; Andrade *et al.*, 2008; Maia *et al.*, 2009). It is considered that in forests and conserved pastures (with no grazing for more than 20 years) there is not an important contribution of carbon by fine root senescence. Similarly, necromass due to fine roots can be maintained by a relative long time due to low temperatures in the zone, which decline decomposition rate and mineralization of organic matter. According to Pansu *et al.* (2009), rhizodeposition provides a force for microbial-mediated process, including soil carbon sequestration. This analysis is important to understand the dynamics of SOC in Latin America, due to the change from forests to pastures is one of the most important tendencies in the region (Harvey *et al.*, 2005).

Bulk density

The BD found in this study (0.46 – 0.63 g/cm³) were much lower than those reported by Farley *et al.* (2004) in top 10 cm in pastures in ecuadorian Andean region (1.17 g/cm³). This clearly indicates an effect of soil genesis in BD and show the importance of considering the soil type when studying the impact of land use and management practices in this soil physical variable.

The increment of BD in soils is a clear and widely studied process. Pressure of cattle hooves causes compaction, mainly when previous land use was native forests. These changes were not significant in this study, due to the nature of soil, mainly by its origin from volcanic ashes. In a research developed by Sadeghian *et al.* (1999), it is reported that in spite of finding significant changes in soil compaction by animal trampling, the values of BD were not so great due to its parental material of volcanic nature (andisols with low bulk and real densities), its textural classes,

dominated by sand and high content of organic matter. Similar results were found by Medina-Roldán *et al.*, 2012, who reported an increase of soil BD by grazing effect in comparison to grazing exclusion (0.18 vs 0.14 g/cm³, respectively). In contrast, Larreguy *et al.* (2014) found the lowest BD in moderate grazing disturbance in comparison to low and high grazing disturbance (1,08 vs 1,15 vs 1,23 g/cm³, respectively) in arid soils of Argentinian Patagonia.

BD in currently in-use pastures is being affected by two simultaneous, but opposite factors: grazing and addition of organic matter. The last one is derived from the senescence of fine roots caused by grass defoliation (FAO, 2007; Andrade *et al.*, 2008; Maia *et al.*, 2009). Pressure of hooves of animals has a negative impact on soil due to an increase of BD as a consequence of reduction of porosity. This is confirmed by the study of Alegre and Lara (1991), who found a rise in soil BD by the effect of animals grazing. In the same way, in the Páramo of Chontales (Boyacá), Avellaneda (2006) claimed that grazing caused a hardening and impermeability of soils, affecting water movement and, therefore, altering the hydrologic cycle.

Grazing is contributing to improve the storage of organic matter (OM) in soil, which would improve the soil structure. According to Fassbender and Bornemisza (1987), OM favor the formation of individual aggregates, reduce soil global aggregation, improve water infiltration, intensify soil aeration, contributes to better water distribution in soil profile and augment water retention capacity. Civeira (2010) also found that soil physical properties improve with addition of compost: an increase of OM which reduces BD and rises infiltration. Sadeghian *et al.* (1999) found, in the Department of Quindío (Colombia), than organic matter has significantly contributed to reduce BD and helped to improve porosity and water retention, additionally to increase structural stability.

The low explication (0.5%) of SOC concentration by BD indicates that other factors, such as grazing are affecting carbon sequestration in soils. It was observed a non-expected relationship; in other words, when concentration of SOC is increased BD is also raised, with an explanation of 12%. This confirm that addition of organic matter is

not having a positive effect on reducing BD, on the contrary, it was observed a tendency in rising BD by livestock activity. It must be clarify that stocking rates were low (0.01 – 0.19 animals/ha/year), due to extensive management of livestock in the study area. That is to say that the evaluated stocking rate is not enough to promote a change in BD. Growth rate of grasslands is so slow, as a consequence of low temperatures; consequently, resting periods are so long in order to allow the recovery of grasses (between 183 and 329 days/year). As a result of this, the occupation periods are relatively short, ranging between 36 and 205 days/year. This extensive use does not cause a significant impact on BD.

No variation in BD can also be explained by the addition of organic matter from grazing, which increases the capacity of soil to hold high stocking rates (Martínez *et al.*, 2008). In other words, functional resilience of soil pores is closely related to presence of organic components (Dörner *et al.*, 2009), that indicates that under the same management conditions a soil is enriched with organic matter this should increase its capacity to maintain stocking rates in comparison to soils with lower organic matter (Martínez *et al.*, 2008). Results of this study coincides with findings of Alarcón *et al.* (2010), where it was found that BD and total porosity of soil were not significantly affected by increase of grazing intensity, demonstrating the soil capacity to endure animal transit and trampling with no a significant deformation of soil volume.

A significant change in BD would have to be the result of intensification of livestock activity, such as reports by Sadeghian *et al.* (1999), who found that magnitude of diminishing of pore spaces found were greater with an increase of the number of animals by area. In the same way, it was reported that trampling of animals in 2 to 3 years in intensive systems of meat and milk production caused a similar compaction to that extensive systems during more than 15 years.

Soil organic carbon

The extensive livestock has a positive impact in storage of soil organic carbon in this zone, allowing the capture of 12.5 tC/ha in comparison with pastures in conservation by more than 20 years. In other words, the use of extensive cattle

could be causing a SOC fixation of around 0.6 tC/ha/year. This response can be explained by a potential higher biomass and extension of grasses fine roots, mainly in top soil, than trees as found by Harden *et al.* (2013) in an Ecuadorian páramo. Stockmann *et al.* (2013) argued that improved grazing with best management practices could fix carbon at a rate of 0.4-0.8 tC/ha/year, mainly in the top 30 cm of soil, the zone with the highest root and microbial activity and plant inputs. The effect of grazing intensities is contrasting among different studies. For example, Silva *et al.* (2014) found that low and moderate grazing intensities had lower soil organic carbon losses than high grazing intensity in Southern Brazil. Luan *et al.* (2014) reported that grazing exclosures of five years significantly increased SOC stock in alpine ecosystems in east Qinghai–Tibet Plateau; which contrasts with Wang *et al.* (2014) who found a reduction in carbon content in the topsoil in Loess Plateau (China) after grazing exclusion.

These results agree with those reported by Fisher *et al.* (2004) in the Colombian Orinoquia and by Ibrahim *et al.* (2007) in Colombia and Costa Rica, who found that forests store lower carbon in soils than improved grasslands (*Brachiaria humidicola*). De Camargo *et al.* (1999) found similar results on Brazilian Amazon, where land uses of improved pastures (*B. humidicola*) incorporate more carbon than forests of forestry plantations. Maia *et al.* (2009) found in oxisols in Rondônia and Mato Grosso, Brazil than degraded pastures caused a reduction of SOC in 0.27-0.28 tC/ha/year, contrasting with well-managed and improved pastures (0.61 – 0.72 tC/ha/year). In contrast, Zimmermann *et al.* (2010) did not find statistical differences in SOC stocks among forests, shrublands and grasslands in the Peruvian Andes (11.8 vs 14.7 vs 11.9 kgC/m², respectively).

The previous statement does not mean that the ideal situation is land use change, from native forests to grasslands, due to it is only taking into account the SOC storage. The global cycle of carbon must consider the carbon accumulation in biomass in the forest ecosystems. In the same way, any possible land use change must take into account the functions of protection and offer of environmental services, such as water regulation and soil conservation at protect it from erosive effects of water and air (FAO, 2010).

Similarly, it must be highlighted the negative and opposite impact of livestock in other non-evaluated issues, such as the loss of water sources and water quality, decrease in water regulation, loss of natural ecosystems, decrease of biological diversity, erosion and mass removals (Murgueitio, 2003).

The results suggest that extensive livestock in the zone is contributing to increase carbon reservoirs in soils; however, changes in management practices, such as an increase in livestock intensification, could cause a negative impact in carbon storage in the future, generating an CO₂ emission to atmosphere. Grazing intensity not affect COS, according to Medina-Roldán *et al.* (2012) in an upland grassland in England and Silveira *et al.* (2013) in perennial grass pastures in the southeastern USA. It means that if the resting periods, where grasses can recovery, are not taken and unsustainable practices are used in intensive livestock a negative impact could be caused, transforming these ecosystems from sinks to sources of carbon.

This study suggests that the management of these pastures be extensive, in a natural way without the use of chemical-synthesis fertilization; avoid seasonal fires and elimination of vegetal succession by chemical methods. Unsustainable practices, such as the use of concentrates, conduce to an intensification of cattle production which causes a negative environmental impact much higher than current systems. Murgueitio (2003) found that in intensive production systems of milk and fattening steers with high stocking rates, a reduction of diversity of plant species and soil fauna was produced.

The importance of páramo zones for water conservation and regulation must not be forgotten. Herrera (2011) argued that the “capacity of páramo in the storing and distribution of water from rains and cloud condensation is based on their special soil structure, safeguarded by vegetation”.

Carbon storage in aboveground biomass

The reduction of plant cover, due to change from native forests to grasslands, and the current use of pastures does not have a negative effect in carbon storage in soil in the Páramo of Anaime. Medina-Roldán *et al.* (2012) found similar results

in upland grasslands of England, no detecting the impact of seven years of grazing exclusion on total carbon in soil surface. Moreover, soil loss from water erosion, with a consequent carbon loss, can be also caused. The highest carbon accumulation in forests is caused by its greatest carbon in aboveground biomass (44.2 tC/ha, Gálmez and Kómetter, 2009) counteracting the low SOC storage. In other words, despite of the use in pasture causes a higher SOC fixation, when a change in land use from forests to pastures is presented a loss of carbon which is not compensated by an increase in SOC. The land use change from forests to grasslands could cause an emission of 118 tCO₂/ha.

Although conserved pastures store more carbon in aboveground biomass, those in-use pastures contain around 6.3 tC/ha more than first ones due to a greater carbon accumulation in soils. That is to say that pastures currently in use have caused a total carbon fixation of 1.2 tCO₂/ha/year over than those in conservation.

Taking in consideration the importance of páramo ecosystems and theirs vulnerability to climate change and anthropogenic activities, impacts of livestock activities in the generation of environmental services and conservation of these ecosystems must be evaluated. With this information, it can be evaluated and recommended if it is better to conserve pasture, reducing SOC but increasing carbon in biomass in order to protect this ecosystem from degradation.

CONCLUSIONS

Conservation of pastures does not contribute positively to SOC storage. On the contrary, the extensive cattle activity, which is characteristic of this zone, has a positive impact in the carbon storage in soil in the Páramo of Anaime, fixing about 1.2 tCO₂/ha/year more than those in conservation. This is possible due to the higher dynamics of fine roots by defoliation in grazing lands, which conduces to incorporation of organic carbon to soil. This carbon can be stored by a long time due to low temperatures reduce considerably mineralization of organic matter. In contrast, conservation of grasslands increases carbon retention in aboveground biomass, resulting in similar total carbon in conserved

and in-use grasslands. However, more research is needed to find more details about the SOC dynamics in tropical upland grasslands.

Land use change, from forests to pastures, has a positive impact in the SOC storage. However, in this change must be considered carbon capture in biomass and other environmental services, such as those derived from conservation of biodiversity, soil protection and water regulation. Moreover, it is widely known that conventional cattle activity has negative effects on offer of invaluable environmental services that are supplied by páramo zones.

Although a rising tendency in BD caused by cattle activity, this relationship was not significant. This can be caused by a higher effect of parental material, low stocking rate, long resting periods, short occupation periods and an increase of incorporation of organic matter due to grazing, which improves soil structure. An increase in stocking rate and occupation period has a negative effect in SOC storage; in contrast, a higher time of use increases SOC. This can be explained by soil parent material, low animal stocking rates, long resting periods, short occupation time and the organic matter of livestock activities at low level of intensification. An increase in annual stocking rate and occupation periods has a negative effect in SOC stocks; in contrast, an increase in time of use of grasslands causes that SOC stocks rises. According to this, it is needed to maintain sustainable and ecofriendly practices and avoid intensification of this activity.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors of this paper want to express their most deep gratitude to *Semillas de Agua* for the invaluable support assistance in logistical issues and plot selection from local producers. The authors acknowledge to the town hall of Cajamarca for financial support. We sincerely appreciate to all cattle producers for their support in this research. Thanks to Diana Skarly Canal for her support in the Laboratory of Plant Physiology at the University of Tolima.

LITERATURE REVIEW

Alarcón, C., J. Dörner, D. Dec, O. Balocchi and I. López. 2010. Efecto de dos intensidades de

pastoreo sobre las propiedades hidráulicas de un andisol (durichapludand). *Agro Sur*, 38(1): 30-41.

Alegre, J. C. and P. D. Lara. 1991. Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas del suelo de la región tropical húmeda de Perú. *Pasturas Tropicales* 13 (1): 18-23.

Andrade, H., R. Brook and M. Ibrahim. 2008. Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. *Plant and Soil*, 308 (1-2): 11-22.

Andrade, H. and M. Ibrahim. 2003. ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40):109-116.

Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil. 2011. Ficha de caracterización, Reserva Natural Semillas de Agua. 37 p.

Avellaneda, J. A. 2006. Alteración del páramo de Chontales en Boyacá por ganadería, aplicación de plaguicidas en papa y cultivos de pino. *Revista Senderos Ambientales* 1(1): 71-80.

Birdlife. 2011. Reserva Semillas de agua. Available online <http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=14410>. [August 30, 2011].

Brown, S., C. Roa, C. Roa and L. D. Yepes. 2007. Protocol for the Characterization of Carbon and Water Cycles in High-elevation Ecosystems of the Andes. *Mountain Research and Development*, 27(4): 372-375.

Büchler, B., R. Bradley, B. Messerli and M. Reasoner. 2004. Understanding climate change in mountains. *Mountain Research and Development* 24(2): 176–177.

Buurman, P., M. Ibrahim and M. C. Amézquita. 2004. Mitigation of greenhouse gas emissions by silvopastoral systems: optimism and facts. In 2nd. International Congress in Agroforestry Systems, Mérida, México, Febrero, 2004.

- Civeira, G. 2010. Influence of municipal solid waste compost on soil properties and plant reestablishment in Peri-Urban environments.
- Chilean journal of agricultural research, 70: 446-453.
- De Camargo, P. B., S. E. Trumbore, L. A. Martinelli, E. A. Davidson, A. C. Nepstad and L. Victoria. 1999. Soil carbon dynamics in regrowing forest of Eastern Amazonia. *Global Change Biology*, 5: 693-702.
- Don, A., J. Schumacher, M. Scherer, T. Scholten and E. Schulze. 2007. Spatial and vertical variation of soil carbon at two grassland sites — Implications for measuring soil carbon stocks. *Geoderma*, 141: 272–282.
- Dörner, J., D. Dec, X. Peng and R. Horn. 2009. Efecto del cambio de uso en la estabilidad de la estructura y la función de los poros de un Andisol (TypicHapludand) del sur de Chile. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 9: 190-209.
- Ellert, B., H. Janzen and T. Entz. 2002. Assessment of a method to measure temporal change in soil carbon storage. *Soil Science Soc. American Journal*, 66: 1687-1695.
- FAO. 2007. Secuestro de carbono en tierras áridas: Aspectos biofísicos del secuestro de carbono en las tierras áridas. Roma, Italia, 111 p.
- FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal. Roma, Italia, 346 p.
- Farley, K. A., E. F. Kelly and R. G. M. Hofstede. 2004. Soil Organic Carbon and Water Retention after Conversion of Grasslands to Pine Plantations in the Ecuadorian Andes. *Ecosystems*, 7: 729–739.
- Fassbender, H. W. and E. Bornemisza. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2^a ed. San José, Costa Rica, 420 p.
- Fisher, M. J., I. M. Rao and R. J. Thomas. 2004. Implications of land use change to introduced pastures on carbon stocks in the central lowlands of tropical South America. *Environment, Development and Sustainability*, 6:111–131.
- Gálmez, V. and R. Kómetter. 2009. Perspectivas y posibilidades de REDD+ en Bosques Andinos. Intercooperation fundación suiza para el desarrollo y la cooperación internacional. Lima, Perú, 121 p.
- Han, G., X. Hao, M. Zhao, M. Wang, B. H. Ellert, W. Willms and M. Wang. 2008. Effect of grazing intensity on carbon and nitrogen in soil and vegetation in a meadow steppe in Inner Mongolia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 125: 21–32.
- Harden, C. P., J. Hartsig, K. A. Farley, J. Lee and L. L. Bremer. 2013. Effects of Land-Use Change on Water in Andean Páramo Grassland Soils, *Annals of the Association of American Geographers*, 103:2, 375-384.
- Harvey, C. A., F. Alpizar, F. M. Chacón and R. Madrigal. 2005. Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America: Historical overview and future perspectives. Mesoamerican and Caribbean Region, Conservation Science Program. San José, CR. The Nature Conservation (TNC). 140 p.
- Herrera, J. 2011. Caracterización del suelo del páramo en relación al carbono orgánico total almacenado, en la comunidad Huacona San Isidro, Cantón Colta, provincia del Chimborazo. Tesis de grado, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador, 92 p.
- Hofstede, R. and P. A. Mena. 2011. Los beneficios escondidos del páramo: Servicios ecológicos e impacto humano. Available online <http://www.condesan.org/e-foros/paramos2/losbeneficiosocultosdelpa.htm>. [August. 28, 2013].
- Ibrahim, M., M. Chacón, C. Cuartas, J. Naranjo, G. Ponce, P. Vega, F. Casasola and J. Rojas. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de uso de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45, 27–36.

- IGAC Instituto geográfico Agustín Codazzi. 2004. Estudio General de suelos y zonificación de tierras del departamento del Tolima. CD ROM.
- IPCC. Grupo Intergubernamental de Cambio Climático. 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis: Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. Ginebra, Suiza, 104 p.
- Larreguy, C., A. L. Carrera and M. B. Bertiller. 2014. Effects of long-term grazing disturbance on the belowground storage of organic carbon in the Patagonian Monte, Argentina. *Journal of Environmental Management*, 134: 47-55.
- Luan, J., L. Cui, C. Xiang, J. Wu, H. Song, Q. Ma and Z. Hu. 2014. Different grazing removal exclosures effects on soil C stocks among alpine ecosystems in east Qinghai-Tibet Plateau. *Ecological Engineering*, 64: 262-268.
- Maia, S. M. F., S. M. Ogle, C. E. P. Cerri and C. C. Cerri. 2009. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. *Geoderma*, 149: 84-91.
- Martínez, E., J. Fuentes and E. Acevedo. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. *R.C. Suelo Nutr. Veg*, 8 (1):68-96.
- Medina-Roldán, E., J. Paz-Ferreiro and R. D. Bardgett. 2012. Grazing exclusion affects soil and plant communities, but has no impact on soil carbon storage in an upland grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 149: 118-123.
- Murgueitio, E. 2003. Environmental impact of milk production systems in Colombia and alternative solutions. *Livestock Research for Rural Development*, 15(10). Available online <http://www.lrrd.org/lrrd15/10/murg1510.htm>. [August. 28, 2013].
- Otero, J. D., A. Figueroa, F. A. Muñoz and M. R. Peña. 2011. Loss of soil and nutrients by surface runoff in two agro-ecosystems within an Andean páramo area. *Ecological Engineering*, 37: 2035-2043.
- Pansu, M., Y. Martineau and B. Saugier. 2009. A modelling method to quantify in situ the input of carbon from roots and the resulting C turnover in soil. *Plant Soil*, 317: 103-120.
- Roman-Cuesta, R. M., N. Salinas, H. Asbjornsen, I. Oliveras, V. Huaman, Y. Gutiérrez, L. Puelles, J. Kala, D. Yabar, M. Rojas, R. Astete, D. Y. Jordan, M. Silman, R. Mosandl, M. Weber, B. Stimm, S. Gunter, T. Knoke and Y. Malhi. 2011. Implications of fires on carbon budgets in Andean cloud montane forest: The importance of peat soils and tree resprouting. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 261: 1987-1997.
- Sadeghian, S., E. Murgueitio and J. M. Rivera. 1999. Características de Suelos en Sistemas Agropecuarios y Forestales para el Ordenamiento Territorial en el Departamento del Quindío (Colombia). **En:** Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Cali, Colombia. Cali, Colombia, 28-30 de octubre de 1999. Memorias electrónicas.
- Sarmiento, L. and P. Bottner. 2002. Carbon and nitrogen dynamics in two soils with different fallow times in the high tropical Andes: indications for fertility restoration. *Applied Soil Ecology*, 19: 79-89.
- Silva, F. D. d., T. J. C. Amado, A. O. Ferreira, J. M. Assmann, I. Anghinoni and P. C. de F. Carvalho. 2014. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop-livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190: 60-69.
- Silveira, M. L., K. Liu, L. E. Sollenberger, R. F. Follett and J. M. B. Vendramini. 2013. Short-term effects of grazing intensity and nitrogen fertilization on soil organic carbon pools under perennial grass pastures in

the southeastern USA. *Soil Biology & Biochemistry*, 58: 42-49.

Stockmann, U., M. A. Adams, J. W. Crawford, D. J. Field, N. Henakaarchchi, M. Jenkins, B. Minasny, A. B. McBratney, V. de Remy de Courcelles, K. Singh, I. Wheeler, L. Abbott, D. A. Angers, J. Baldock, M. Bird, P. C. Brookes, C. Chenu, J. D. Jastrow, R. Lal, J. Lehmann, A. G. O'Donnell, W. J. Parton, D. Whitehead and M. Zimmermann. 2013. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 164: 80–99.

Walkley, A. and C. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff's method

for determination soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38.

Wang, D., G. Wu, Y. Zhu and Z. Shi. 2013. Grazing exclusion effects on above- and below-ground C and N pools of typical grassland on the Loess Plateau (China). *Catena*, 123: 113–120.

Zimmermann, M., P. Meir, M. R. Silman, A. Fedders, A. Gibbon, Y. Malhi, D. H. Urrego, M. B. Bush, K. J. Feeley, K. C. Garcia, G. C. Dargie, W. R. Farfan, B. P. Goetz, W. T. Johnson, K. M. Kline, A. T. Modi, N. M. Q. Rurau, B. T. Staudt and F. Zamora. 2010. No Differences in Soil Carbon stocks Across the Tree Line in the Peruvian Andes. *Ecosystems*, 13: 62–74.

Componentes corporales en ovinos de pelo para abasto en el sureste mexicano

Body composition of slaughter hair sheep in the southeast of Mexico

Roberto González-Garduño^{1*}, Rosa Ma. Salinas-Hernández², Gabriela Garduza-Arias² y Francisco Reyes-Montes¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria Sursureste. Tabasco, México.

Correo electrónico: robgardu@hotmail.com.

²Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias. Tabasco, México

RESUMEN

El objetivo del estudio fue estimar el porcentaje y correlación de los componentes corporales de ovinos de pelo sacrificados en Tabasco, México. Se registró información de ovinos provenientes de los estados de Tabasco, Veracruz y Chiapas. Se pesaron los principales componentes corporales (canal, cabeza, piel, patas, vísceras rojas y vísceras blancas tales como: hígado, tracto gastrointestinal y tracto respiratorio) durante tres periodos: 2004, 2009 y 2011. El peso y porcentaje de los componentes se analizó con el procedimiento GLM de SAS. Los machos fueron más pesados ($33,6 \pm 8,2$ kg) que las hembras ($31,3 \pm 6,4$ kg) al sacrificio y el peso de la canal (17,1), cabeza (1,9), patas (1,0) y piel (3,4) fue mayor en machos que en hembras (14,6; 1,6; 0,8; 2,7; respectivamente). Contrariamente, el tracto gastrointestinal (tgi) en las hembras fue mayor (7,3 kg) que en los machos (6,4 kg). El mayor coeficiente de correlación fue entre el peso vivo y el peso de la canal (94%). Entre el peso vivo con la cabeza y con el tracto respiratorio (tr) existió un alto coeficiente de correlación (76-77%). Las curvas de mejor ajuste entre los componentes fueron lineales y potenciales. Los ovinos para abasto corresponden a machos, hembras de desecho y hembras gestantes, con gran variabilidad en el peso vivo, bajo rendimiento en canal y alto porcentaje de tracto gastrointestinal.

Palabras clave: Peso vivo, rendimiento en canal, tracto gastrointestinal, ovejas, carneros.

ABSTRACT

The aim of this study was to estimate the rate and correlation of body components of hair sheep in a slaughterhouse in Tabasco, México. The information was recorded in 487 sheep from the states of Tabasco, Veracruz and Chiapas. Main components (carcass, head, skin, legs, liver, gastrointestinal tract and respiratory tract) were weighed during three years: 2004, 2009 and 2011. The weight and body composition percentage were analyzed using the GLM procedure of SAS. The males were heavier ($33,6 \pm 8,2$ kg) than females ($31,3 \pm 6,4$ kg) at slaughter, while carcass weight (17,1 kg), head (1,9 kg), legs (1,0 kg) and skin (3,4 kg) were higher in males than in females (14,6; 1,6; 0,8 and 2,7 kg, respectively). The gastrointestinal tract (git) had greater weight in females (7,3 kg) than in males (6,4 kg). The highest correlation coefficient between the components was between live weight and carcass weight (94%). Between the head weight and respiratory tract there was a high correlation coefficient (76-77%). The best-fit curves were linear and potential among components. Sheep for slaughter are males, females pregnant and females discarded, with great variability in live weight, carcass yield low and high percentage of gastrointestinal tract.

Key words: Live weight, carcass yield, gastrointestinal tract, ewes, rams.

Recibido: 22/10/13 Aprobado: 21/11/14

INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una fuente de empleos para pastores, esquiladores, artesanos, trabajadores de matadero, peleteros, restauranteros y comerciantes de productos de ovinos (De Lucas y Arbiza, 2000). A pesar de ésta contribución, la participación de los ovinos en el sector pecuario en México sólo representó el 2,7% del valor total de la ganadería (SIAP, 2011) con un inventario entre siete a ocho millones de cabezas entre 2008 y 2010.

La raza Pelibuey, fue la primera que llegó al sureste mexicano (Berruecos *et al.*, 1975) y se adaptó a las condiciones ambientales por su rusticidad, al grado que actualmente gran parte de los sistemas de producción ovina en Tabasco crían esta raza con poco desarrollo tecnológico (Nuncio-Ochoa *et al.*, 2001). Sin embargo, por sus valores productivos bajos, se ha buscado incrementar la ganancia de peso con la introducción de razas cárnicas de lana como Dorset y Suffolk y con razas de pelo mejoradas como Katahdin y Dorper, para obtener animales terminales que generen un mayor incremento en el rendimiento y calidad de la canal (Pineda *et al.*, 1998; Gutiérrez *et al.*, 2005; Burke y Apple, 2007; Macías-Cruz *et al.*, 2010).

Aún cuando se hayan introducido razas con mayor productividad (Vázquez-Soria *et al.*, 2011) el mejoramiento genético de los ovinos de pelo para producción de carne en México ha sido lento y ha ido de la mano con el cambio en los hábitos de consumo de carne de esta especie. La barbacoa había sido por muchos años el platillo tradicional y no era de interés obtener canales de calidad.

A pesar que, recientemente la demanda de cortes finos se ha incrementado, por lo tanto, se requieren de estudios referentes al rendimiento de los componentes de la canal (Partida-de la Peña *et al.*, 2009; Partida-de la Peña y Martínez-Rojas *et al.*, 2010; Vázquez-Soria *et al.*, 2011) especialmente en el sureste mexicano donde la diversificación en el consumo se ha iniciado con el establecimiento de algunas empacadoras que distribuyen cortes de ovino. No obstante, la mayoría de los mataderos aún consideran el sacrificio de animales de manera tradicional para obtener canales para la preparación de barbacoa y no se ha registrado la composición

corporal de animales que llegan a la matanza, por lo que debido a que existe limitada información al respecto, el objetivo de este estudio fue conocer el porcentaje y correlaciones de los componentes corporales de ovinos de pelo para abasto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información para el estudio se obtuvo en una sala de matanza rural de ovinos, en el municipio de Centro en el estado de Tabasco, México. En éste matadero se sacrifican un promedio de cuarenta animales por semana, los cuales provienen de distintos municipios del estado de Tabasco y de estados cercanos como Veracruz y Chiapas.

El clima predominante en la mayor parte de los municipios de origen de los animales es cálido-húmedo, con abundantes lluvias en verano y una temperatura media entre 23,8 y 25,8 °C (García, 1988).

Se registraron los componentes corporales de 487 ovinos destinados para abasto, durante los periodos de enero a diciembre de 2004, de junio a octubre de 2009 y de febrero a agosto de 2011. Los animales fueron adquiridos desde uno a tres días antes del sacrificio y se mantuvieron en estabulación con agua y alimento a libre acceso hasta un día antes de entrar a la sala de matanza. El día del sacrificio los ovinos se pesaron en una báscula de resorte de 0-100 kg y se registró el lugar de procedencia, sexo y estado fisiológico (hembras gestantes, hembras vacías y machos). Posteriormente, se insensibilizaron por desnucamiento con puntilla y se sacrificaron humanitariamente por desangrado por corte de la vena yugular (Vázquez-Pratts, 1989) de acuerdo a la norma oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995 de sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

Después del sacrificio se desprendió la cabeza en la unión atlanto-occipital y se le retiraron las patas delanteras y traseras de la unión del carpo-radio y metatarso-tarso, respectivamente. Luego se levantaron por el corvejón para retirar la piel. Durante el procesamiento se pesaron los componentes internos que se identificaron como sigue: a las vísceras blancas (Osório *et al.*, 2000) se les denominó como tracto gastrointestinal

(tgi), y las vísceras rojas conformadas por los pulmones, tráquea y corazón se pesaron como una sola pieza a la que se le denominó tracto respiratorio (tr). Igualmente se pesó el hígado y finalmente la canal lavada para después congelarla. En el caso de los machos se pesaron los testículos y en el caso de las hembras gestantes se pesó placenta y feto.

El peso de cada componente se transformó a porcentaje respecto al peso vivo y la información se analizó con el procedimiento GLM de SAS (SAS, 1999) con un modelo estadístico en el que se consideraron como factores independientes al sexo y estado fisiológico (machos, hembras gestantes y hembras vacías) de los animales sacrificados. Además, se registró el color del pelaje y sólo en los casos de Blackbelly y Dorper se consideró el fenotipo con base en los colores específicos para estas razas, con el fin de determinar su efecto en los porcentajes de cada componente.

El modelo utilizado fue: $Y_{ijkl} = \mu + S_i + S(EF)_{ij} + C_k + \varepsilon_{ijkl}$

Donde: Y_{ijkl} = variable respuesta (Peso y porcentaje de los componentes corporales).

μ = Media general.

S_i = Efecto del i-ésimo sexo (i= hembra, macho).

$S(EF)_{ij}$ = Efecto del j-ésimo estado fisiológico (I =machos, hembras gestantes y hembras vacías).

C_k = Efecto del k-ésimo color del pelaje (m =Blanco, canelo, pinto, negro y patrones de color Blackbelly y Dorper).

$\varepsilon_{ijklm} \sim NI(0, \sigma^2)$.

Para determinar el grado de asociación entre los componentes corporales se realizó un análisis de correlación lineal con el procedimiento CORR del SAS (SAS, 1999) y en el programa Excel se buscó el mejor coeficiente de determinación en la línea de tendencia para los distintos componentes respecto al peso vivo del animal al momento del sacrificio, para lo cual se seleccionó entre los tipos exponencial, logarítmica, polinómica, potencial y lineal (Montgomery *et al.*, 2006). El modelo lineal considerado fue $y = mx + b$ donde y fue la variable respuesta, m la pendiente, x la variable independiente y b la ordenada al origen (Steel y Torrie, 1988). Para las variables peso de

la canal y peso vivo, se determinaron las líneas de tendencia para machos, hembras vacías y hembras gestantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de los componentes corporales de ovinos de pelo sacrificados para consumo, se pudo observar que la influencia del sexo fue determinante ($P < 0,05$) en la mayoría de las variables, excepto en el peso del hígado, y en el peso y porcentaje del tracto respiratorio. Por otra parte el color del pelaje no tuvo influencia en la mayoría de las variables, pero si en el peso vivo, peso de la canal, peso de la piel y porcentaje de hígado (Cuadro 1).

Sexo y estado fisiológico

Los machos destinados al abasto tuvieron mayor peso vivo ($33,6 \pm 8,2$ kg) que las hembras ($31,3 \pm 6,4$) al momento del sacrificio, por lo que la mayoría de los componentes corporales fueron más pesados en los machos que en las hembras (Cuadro 2). Únicamente el peso del hígado ($0,7 \pm 0,2$ kg) y del tracto respiratorio ($0,9 \pm 0,2$ kg) fue similar en todos los animales. El peso al sacrificio observado en el presente estudio fue ligeramente menor al peso al mercado (35 kg) indicado por Gutiérrez *et al.* (2005), mientras que el rendimiento de la canal y el peso de las canales de los machos (50,7% y 17,1 kg) fueron mayores a los obtenidos en dicho estudio (43.3% y 15.87 kg, respectivamente).

Cuando se analizó la información de cada componente como porcentaje respecto al peso vivo inicial, se observaron diferencias entre machos y hembras, excepto en el porcentaje del tracto respiratorio (Cuadro 3). Mientras que cuando se compararon hembras gestantes y vacías, sólo se observaron diferencias en el porcentaje de la canal. Las hembras vacías tuvieron mejor rendimiento ($47,3 \pm 5,0$ %) que las gestantes ($43,7 \pm 6,1$ %).

En comparación con otros estudios (Partida-de la Peña y Martínez-Rojas, 2010; Vázquez-Soria *et al.*, 2011), se observó alta variación en el peso de los distintos componentes, especialmente en el rendimiento en canal y el tracto gastrointestinal, seguramente por el origen tan diverso de los animales que son destinados para abasto y a la

Cuadro 1. Valores de F y significancia de los componentes corporales de ovinos sacrificados en un matadero rural en Tabasco, México.

Componentes corporales	Sexo	Sexo (Estado fisiológico)	Color
	F	F	F
Peso vivo (kg)	4,53 *	0,4 ns	6,65 **
Peso de la canal (kg)	27,37 **	0,73 ns	4,11 **
Canal porcentaje (%)	90,37 **	14,46 **	0,48 ns
Peso de la cabeza (kg)	35,34 **	0,73 ns	0,83 ns
Cabeza porcentaje (%)	25,38 **	0,31 ns	2,31 ns
Peso de testículos (kg)	920,55 **	0,04 ns	0,84 ns
Testículos porcentaje (%)	1.359,72 **	0,05 ns	0,82 ns
Peso de las patas (kg)	56,02 **	2,97 ns	0,29 ns
Patatas porcentaje (%)	30,8 **	1,61 ns	0,55 ns
Peso de la piel (kg)	38,02 **	0,62 ns	2,96 *
Piel porcentaje (%)	18,78 **	0,08 ns	2,18 ns
Peso del Tracto gastrointestinal (Tgi; kg)	6,64 **	1,05 ns	1,6 ns
Tgi porcentaje (%)	22,22 **	0,1 ns	1,63 ns
Peso del hígado (kg)	1,42 ns	0,6 ns	1,95 ns
Hígado porcentaje (%)	17,24 **	0 ns	3,03 *
Peso del tracto respiratorio (Tr; kg)	2,54 ns	3,14 ns	0,69 ns
Tr porcentaje (%)	0,16 ns	2,31 ns	0,17 ns

Tgi = Tracto gastrointestinal; Tr = Tracto respiratorio; ns= No significativo, * Significativo ($P \leq 0,05$), ** Altamente significativo ($P \leq 0,01$).

Cuadro 2. Peso promedio y desviación estándar de los componentes corporales según el sexo y estado fisiológico de ovinos de pelo para abasto.

Componente corporal	Machos	Hembras		
		Gestantes	Vacía	Promedio
Número de observaciones	321	35	131	166
Peso vivo (kg)	33,6 (8,2) ^a	32,0 (6,1) ^b	31,1 (6,5) ^b	31,3 (6,4) ^b
Peso de la canal (kg)	17,1 (4,9) ^a	14,1 (3,8) ^b	14,8 (3,7) ^b	14,6 (3,7) ^b
Peso de la cabeza (kg)	1,9 (0,4) ^a	1,6 (0,2) ^b	1,6 (0,3) ^b	1,6 (0,3) ^b
Peso de los testículos (kg)	0,4 (0,2)			
Peso de las patas (kg)	1,0 (0,2) ^a	0,7 (0,1) ^b	0,8 (0,1) ^b	0,8 (0,1) ^b
Peso de la piel (kg)	3,4 (0,9) ^a	2,6 (0,5) ^b	2,7 (0,6) ^b	2,7 (0,6) ^b
Peso del tracto gastrointestinal (kg)	6,4 (1,6) ^a	6,9 (2,2) ^b	7,4 (2,1) ^b	7,3 (2,1) ^b
Peso del hígado (kg)	0,7 (0,2) ^a	0,7 (0,2) ^a	0,7 (0,2) ^a	0,7 (0,2) ^a
Peso del tracto respiratorio (kg)	0,9 (0,2) ^a	0,8 (0,2) ^a	0,9 (0,2) ^a	0,9 (0,2) ^a
Peso del feto y placenta (kg)		2,7 (0,6)		

Letras diferentes en cada fila fueron significativamente diferentes ($P \leq 0,01$).

Cuadro 3. Porcentaje de los componentes corporales respecto al peso vivo de ovinos de pelo al sacrificio.

Componente corporal	Machos	Hembras		
		Gestantes	Vacías	Promedio hembras*
Número de observaciones	319	35	131	166
Canal (%)	50,7 (4,8) ^a	43,7 (6,1) ^c	47,3 (5,0) ^b	46,6 (5,2) ^b
Cabeza (%)	5,8 (0,7) ^a	5,1 (0,5) ^b	5,2 (0,8) ^b	5,2 (0,8) ^b
Testículos (%)	1,3 (0,4)	-	-	
Patas (%)	2,9 (0,6) ^a	2,3 (0,3) ^b	2,5 (0,6) ^b	2,5 (0,5) ^b
Piel (%)	10,2 (2,3) ^a	8,7 (2,0) ^b	8,8 (2,4) ^b	8,8 (2,3) ^b
Tracto gastrointestinal (%)	19,4 (4,8) ^a	22,8 (5,5) ^b	23,1 (4,5) ^b	23,0 (4,7) ^b
Tracto respiratorio (%)	2,6 (0,6) ^a	2,5 (0,4) ^a	2,7 (0,5) ^a	2,7 (0,5) ^a
Hígado (%)	2,0 (0,4) ^b	2,2 (0,4) ^a	2,2 (0,4) ^a	2,2 (0,4) ^a

Letras diferentes en cada fila fueron significativamente diferentes ($P \leq 0,01$). *Es el promedio ponderado de los registros de las hembras.

influencia de factores como manejo, edad, sexo y estado fisiológico de los animales (Santos *et al.*, 2014), mientras que en los estudios de composición de la canal, generalmente utilizan animales de genotipo conocido y con un manejo muy homogéneo (Sen *et al.*, 2004; Gutiérrez *et al.*, 2005).

De manera similar a lo obtenido en el presente estudio, Macías-Cruz *et al.* (2010), encontraron que los machos tienen mayor peso al sacrificio y por lo tanto mayor rendimiento en canal, así como en el peso de la piel, de la cabeza y de los órganos viscerales respecto al registrado en las hembras. Pese a que, en otros estudios se ha observado que cuando se alimentan ovinos en iguales condiciones no existen diferencias en el rendimiento de la canal en corderos machos y hembras (Pérez-Meléndez *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2014). Ésta misma situación también se ha indicado en ovinos adultos de diferentes razas de pelo (Dorper, Katahdin y Pelibuey) y entre cruzas de Pelibuey con Suffolk y Dorset (Partida-de la Peña *et al.*, 2009). En el presente estudio el mayor rendimiento de la canal en los machos ($50,7 \pm 4,8\%$) respecto al promedio ponderado de las hembras ($46,6 \pm 5,2$) tal como se observa en el Cuadro 3, estuvo probablemente relacionado con el distinto manejo proporcionado a los animales, ya que en muchos casos en

las unidades de producción los machos son engordados para el abasto y las hembras que se envían al matadero son generalmente las de desecho, sin acondicionamiento alimenticio previo a la venta.

De los componentes corporales, el tracto gastrointestinal representó el mayor porcentaje respecto al peso vivo, después de la canal, y se observaron diferencias entre sexos. El comportamiento diferente entre género también se han indicado por Macías-Cruz *et al.* (2010), pero de modo contrario encontraron que el tgi fue mayor en machos que en hembras, cuando se alimentaron con dietas similares, mientras que en el presente estudio las ovejas que llegaban al matadero tenían mayor contenido gástrico que los machos, porque se enviaban hembras de desecho ya sea gestantes o vacías que normalmente se encontraban en pastoreo, mientras que los machos provenían de engordas y aunque permanecían dietados por un día, este tiempo no fue suficiente para vaciar el contenido ruminal ya que el tiempo de retención en el rumen es de 48 a 60 horas (Araujo-Febres y Vergara-López, 2007). Otros resultados obtenidos por Osório *et al.* (2000) también indican que cuando los animales se encuentran en pastoreo, el rendimiento en canal caliente es reducido (30 a 40%) y el porcentaje del tracto gastrointestinal

muy alto (18–28%) en corderos a los 150 y 222 días al sacrificio.

Los porcentajes obtenidos del tracto gastrointestinal e hígado del presente estudio fueron superiores a los indicados por Sen *et al.* (2004), en ovinos criados en condiciones semiáridas (20,4 vs 13,1% y 2,0 vs 1,2%), mientras que el porcentaje de cabeza, piel y canal fueron menores (5,6, 9,8 y 49,3%; respectivamente) a los registrados por esos mismos autores (5,7, 12,3 y 52,1 %, respectivamente). Por otra parte Pineda *et al.* (1998) observaron mayor valor en el porcentaje de la piel (16,4 vs 9,8%) y en el hígado (3,2 vs 2,0%) y menor porcentaje en el tracto respiratorio (1,5 vs 2,6%) en ovinos Pelibuey en relación con lo indicado en este trabajo.

Color del pelaje

El peso vivo y peso de la canal de los ovinos con fenotipo Dorper (47,8 y 23,7) fue mayor que en los otros colores (Negro, 33,4 y 16,8; canelo, 32,9 y 16,3; patrón de color Blackbelly, 32,4 y 16,2; blanco 32,3 y 16,0; pinto 30,5 y 15,3; respectivamente). Pero en los ovinos negros el peso de la piel fue mayor (3,7 kg) que en los blancos, tipo Blackbelly, canelos y pintos (3,3; 3,2; 3,1 y 3,0 kg, respectivamente). No obstante, en los porcentajes respecto al peso vivo no se encontraron diferencias en las variables anteriores.

No se encontraron diferencias en las variables de estudio respecto al color del pelaje debido a que esta variable se registró únicamente como de tipo fenotípico, y a pesar de que pudiera estar relacionada con la raza, no fue posible distinguir con precisión el tipo de encaste, ya que en muchos casos se recibían animales de acopiadores y sólo en determinadas situaciones se conocía el tipo racial con seguridad.

Los componentes corporales se han estudiado ampliamente en diferentes razas (Álvarez *et al.*, 2013; Marković *et al.*, 2014) en relación al tipo de alimentación (Ramírez-Retamal y Morales, 2014) y se ha observado que no existen diferencias en el peso de la canal entre razas de lana y de pelo sacrificados a los 35 kg de peso vivo (Pelibuey, Suffolk x Pelibuey y Rambouillet x Pelibuey) de acuerdo con Gutiérrez *et al.* (2005), y de igual manera entre las cruzas de la raza BlackBelly con Pelibuey (Cantón *et al.*, 1992). Aunque

existen algunos estudios (Vázquez-Soria *et al.*, 2011) en los que las cruzas de Katahdin con razas especializadas en carne como la Charolais, Dorper y Suffolk mejoran el rendimiento en canal respecto a la Texel (56,2; 55,3; 56,5 y 53,5; respectivamente). De igual forma Burke y Apple (2007), observaron mayor rendimiento en el porcentaje de la canal en St Croix, Suffolk y Dorper en comparación con Katahdin en ovinos en pastoreo suplementados con grano de maíz, mientras que en estabulación también se han encontrado diferencias en el rendimiento en la canal (Burke *et al.*, 2003).

Medidas de asociación entre los componentes

El mayor coeficiente de correlación observado entre los componentes corporales de los ovinos de pelo, fue entre el peso vivo y el peso de la canal (94%), también entre el peso vivo con la cabeza y con el tracto respiratorio se obtuvo un alto coeficiente de correlación (76-77%). El único coeficiente de correlación negativo y muy cercano a cero fue entre el peso de la piel y del tracto gastrointestinal (Cuadro 4).

La importancia de la alta correlación entre el peso vivo y el peso de la canal se ha indicado por Partida-de la Peña y Martínez-Rojas (2010), quienes señalan que el peso vivo es una de las medidas zoométricas con mejor predicción para el rendimiento en canal de ovinos de pelo. Estas dos variables tienen gran importancia económica, ya que el precio de venta depende de la primera y el peso de la canal determina el rendimiento de barbacoa, por lo que los compradores de ovinos prefieren animales pequeños pero gordos y castigan el precio cuando son animales de desecho grandes y delgados.

La alta correlación entre el peso vivo y peso de la canal también se ha observado en un estudio (0,97) con ovinos Rambouillet, Targhee, Columbia y Polypay (Snowder *et al.*, 1994) y de manera similar al presente estudio, la correlación entre el peso de la canal y el peso de la piel fue alta (0,61 y 0,60).

La más baja correlación entre el peso vivo con los componentes corporales, ocurrió con las vísceras blancas, ya que a pesar del dietado previo de los animales, el rumen se vacía hasta

las 48 a 60 horas (Araujo-Febres y Vergara-López, 2007) y por lo tanto depende básicamente del sistema de producción. Mientras que los demás componentes corporales mantuvieron alta correlación porque dependen directamente del peso vivo del animal, tal como ha sido indicado por Pérez-Meléndez *et al.* (2007).

La curva con mejor ajuste respecto al peso vivo correspondió al peso de la canal (Coeficiente de determinación $R^2 = 0,88$; Cuadro 5, Figura). Mientras que el menor R^2 fue para peso del tracto gastrointestinal, los testículos y la piel, que estuvo por debajo del 40%. Los valores de determinación intermedios correspondieron a la

cabeza, tracto respiratorio e hígado (entre 50 y 60%). En la mitad de las componentes, el mejor ajuste fue de tipo lineal, mientras que en la otra mitad de las variables, el mejor modelo que se ajustó fue el que correspondió a un potencial (Cuadro 5).

Los machos tuvieron la curva de peso de la canal con mejor ajuste ($R^2 = 0,91$) que las hembras, y de éstas las hembras vacías tuvieron mayor R^2 (Figura) que las gestantes (0,85 vs 0,80). En las hembras gestantes el menor R^2 estuvo relacionado con el peso del feto, ya que hubo casos en los que la placenta y feto llegaron a pesar hasta 4 kg, además de que normalmente

Cuadro 4. Coeficientes de correlación entre los componentes corporales de ovinos sacrificados para abasto.

	Peso	Cabeza	Patas	Piel	Tgi	Hígado	Tr	Canal
Peso	1,00							
Cabeza	0,77**	1,00						
Patas	0,65**	0,67**	1,00					
Piel	0,52**	0,47**	0,51**	1,00				
Tgi	0,50**	0,35**	0,17**	-0,02 ^{ns}	1,00			
Hígado	0,66**	0,40**	0,39**	0,22**	0,34**	1,00		
Tr	0,76**	0,58**	0,54**	0,42**	0,33**	0,64**	1,00	
Canal	0,94**	0,75**	0,69**	0,60**	0,27**	0,61**	0,76**	1,00

Tgi = Tracto gastrointestinal; Tr = Tracto respiratorio; ^{ns}= No significativo, * =Significativo ($P \leq 0,05$); **=Altamente significativo ($P \leq 0,01$).

Cuadro 5. Ecuaciones de regresión de los componentes corporales respecto al peso vivo en ovinos de pelo para abasto.

Componente corporal (y), kg	Ecuación general	R^2
Peso de la canal	$y = 0,574 (\text{peso vivo}) - 2,46$	0,88
Peso de la cabeza	$y = 0,039 (\text{peso vivo}) + 0,541$	0,57
Peso del tracto respiratorio	$y = 0,039 (\text{peso vivo})^{0,875}$	0,54
Peso del hígado	$y = 0,026 (\text{peso vivo})^{0,920}$	0,53
Peso de las patas	$y = 0,085 (\text{Peso vivo})^{0,671}$	0,40
Peso de la piel	$y = 0,261 (\text{peso vivo})^{0,711}$	0,32
Peso de los testículos	$y = 0,011 (\text{peso vivo}) + 0,049$	0,29
Peso del tracto gastrointestinal	$y = 0,131(\text{peso vivo}) + 2,312$	0,26

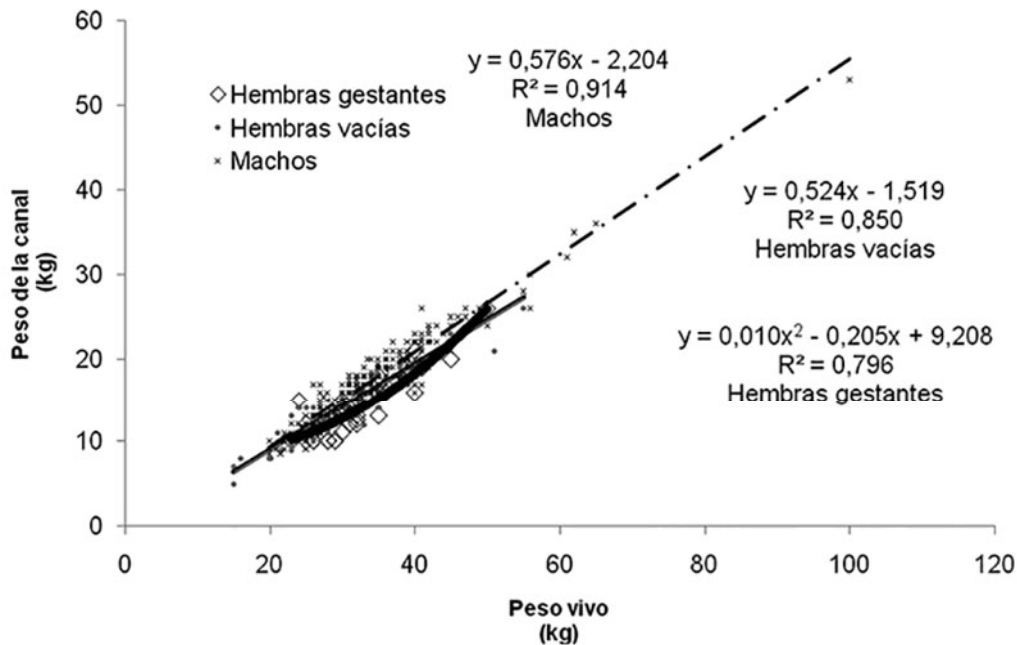


Figura. Peso de la canal respecto al peso vivo de ovinos de pelo para abasto por sexo y estado fisiológico.

se trataba de hembras en pastoreo, por lo que también el peso del tgi estuvo influyendo en la relación entre el peso vivo y el peso de la canal.

CONCLUSIÓN

Los componentes corporales de ovinos para abasto presentaron diferencias notables entre machos de engorda y hembras de desecho (gestantes y vacías). El peso y rendimiento de la canal, y de la piel fueron mayores en machos que en las hembras, mientras que las vísceras blancas representaron mayor porcentaje en las hembras.

En las hembras el estado fisiológico fue el principal factor que afecta el rendimiento de la canal, las hembras gestantes tuvieron menor rendimiento en comparación con las hembras vacías, por la presencia del feto, lo que incrementa el peso vivo y reduce el rendimiento de este componente.

Por la alta correlación existente entre peso vivo y peso de la canal, es posible utilizar el peso vivo como referencia para estimar de manera fiel el peso de las canales.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Sergio Carballo por todas las facilidades en el matadero para la realización de la presente investigación. A Chimo, Carmen, Arturo, Alip y Natael por su apoyo en los muestreos.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, J. M., R. M. Rodríguez Iglesias, J. García Vinent, H. Giorgetti, G. Rodríguez and M. Baselga. 2013. Introduction of sheep meat breeds in extensive systems: Lamb carcass characteristics. *Small Rumin. Res.*, 109(1): 9-14.
- Araujo-Febres, O. y J. Vergara-López. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 15 (Supl. 1):133-140.
- Berruecos V., J. M., M. Valencia y H. Castillo. 1975. Genética del borrego Tabasco o Pelibuey. *Téc. Pec. Méx.*, 29:59-65.
- Burke, J. M. and J. K. Apple. 2007. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Rumin. Res.*, 67: 264–270.

- Burke, J. M., J. K. Apple, W. J. Roberts, C. B. Boger and E. B. Kegley. 2003. Effect of breed-type on performance and carcass traits of intensively managed hair sheep. *Meat Sci.*, 63: 309–315.
- Cantón C., J. G., A. Velázquez and A. Castellanos. 1992. Body composition of pure and crossbred Blackbelly sheep. *Small Rumin. Res.*, 7: 61-66.
- De Lucas T., J. y S. I. Arbiza. 2000. Producción ovina en el mundo y México. Editores mexicanos unidos S.A. México.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Gutiérrez, J., M. S. Rubio and R. D. Méndez. 2005. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Sci.*, 70:1–5.
- Macías-Cruz, U., F. D. Álvarez-Valenzuela, J. Rodríguez-García, A. Correa-Calderón, N. G. Torrentera-Olivera, L. Molina-Ramírez y L. Avendaño-Reyes. 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Arch. Med. Vet.*, 42:147-154.
- Marković, B., M. Bjelanović, G. Vučić, P. Berg and B. Egelanddal. 2014. Comparison of carcass characteristics and meat quality of Norwegian white sheep breed with two western Balkan Pramenka sheep. *Agric. and Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo*, 60(1): 53-61.
- Montgomery, D. C., E. A. Peck and G. G. Vining. 2006. Introducción al análisis de regresión lineal. Editorial Continental, Tercera Edición, México.
- Nuncio-Ochoa, G., J. Nahed-Toral, B. Díaz-Hernández, F. Escobedo-Amezcuca y B. Salvatierra-Izaba. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. *Agrociencia* 35:469-477.
- Osório, J. C., N. M. Oliveira, M. T. Osório, M. Pimentel y J. L. Pouey. 2000. Efecto de la edad al sacrificio sobre la producción de carne en corderos no castrados de cuatro razas. *Rev. Brasileña de Agrociencia.*, 6(2):161-166.
- Partida-de la Peña, J. A y L. Martínez-Rojas. 2010. Composición corporal de corderos Pelibuey en función de la concentración energética de la dieta y del peso al sacrificio. *Vet. Méx.*, 41(3):177-190.
- Partida-de la Peña, J. A., D. Braña-Varela y L. Martínez-Rojas. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Téc. Pec. Méx.*, 47(3):313-322.
- Pérez-Meléndez, P., M. Maino-Menéndez, K. Köbrich-Grüebler, M. S. Morales-Silva y J. Pokniak-Ramos. 2007. Efecto del peso de sacrificio y sexo sobre la canal de corderos lactantes del cruce Suffolk Down x Merino Precoz Alemán. *Rev. Científica FCV-LUZ XVII(6):* 621-626.
- Pineda, J., J. M. Palma, G. F. W. Haenlein and M. A. Galina. 1998. Fattening of Pelibuey hair sheep and crossbreds (Rambouillet – Dorset X Pelibuey) in the Mexican tropics. *Small Rumin. Res.*, 27:263–266.
- Ramírez-Retamal, J. and R. Morales. 2014. Influence of breed and feeding on the main quality characteristics of sheep carcass and meat: A review. *Chilean J. Agric. Res.*, 74(2): 225-233.
- Santos, N. P. D. S., C. B. de Oliveira-Neto, J. L.R. Sarmiento, L. R. Bezerra, R. L. Oliveira, G. V. dos Santos, A. de A. Rego-Neto and D. Biagiotti. 2014. Carcass traits and growth curve parameters in Santa Inês sheep. *J. Agric. Sci.*, 6(5):180-187.
- SAS Institute. 1999. The SAS System for Windows. Version 8. SAS Institute. Inc. Cary, N. C. USA.
- Sen, A. R., A. Santra and S. A. Karim. 2004. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. *Meat Sci.*, 66:757–763.

- SIAP-SAGARPA. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Resumen Nacional. Población Ganadera Ovina 1999-2010. [Serie en línea: 2010 oct] Disponible en línea: <http://www.siap.gob.mx>. [Sept. 15, 2013].
- Snowder, G. D., H. A. Glimpl and R. A. Field. 1994. Carcass characteristics and optimal slaughter weights in four breeds of sheep. *J. Anim. Sci.*, 72:932-937.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2ª ed., Mc.Graw-Hill. México, D. F.
- Vázquez-Pratts, V. M. 1989. Necropsia e identificación de helmintos del tracto gastroentérico de rumiantes. *En: Campos R. R. y G. R. Bautista (eds). Diagnóstico de helmintos y hemoparásitos de rumiantes. Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria (AMPAVE, AC). Jiutepec, Morelos, México. pp. 72-82.*
- Vázquez-Soria, E.T., J. A. Partida-de la Peña, M. S. Rubio-Lozano y D. Méndez-Medina. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. *Rev. Mex. Cienc. Pec.*, 2(3):247-258.

Condición fisiológica de *Arca zebra* por grupos de tallas y su asociación con variables ambientales, en el banco de Chacopata, estado Sucre

Physiological condition of *Arca zebra* by groups of sizes and its association with environmental variables, in the bank of Chacopata, Sucre state

María E. Lista Alfonzo*, Carlos J. Velásquez, Antulio S. Prieto Arcas y Yelipza C. Longart Rojas

Universidad de Oriente (UDO), Cumaná, estado Sucre, Venezuela. *Correo electrónico: marieulis2010@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó la condición fisiológica de *A. zebra* por grupos de tallas y su asociación con variables ambientales analizando el índice de condición (IC), para lo cual se realizaron salidas de campo al morro de Chacopata, desde junio 2008 hasta junio 2009. Se colectaron las muestras con una rastra de 120 x 86 cm, a una profundidad aproximada de 8 m. Se seleccionaron al azar ejemplares de diferentes longitudes (Lt) distribuyéndolos en cuatro grupos de tallas: grupo I (< de 30,0 mm), grupo II (30,1 a 50,0 mm), grupo III (50,1 a 70,0 mm) y el grupo IV (> de 70,0 mm). A cada ejemplar, mensualmente se le determinó la biomasa seca de la gónada (Psg) y el peso total del organismo (Psorg) y, a partir de estos se obtuvo el IC. También se registraron mensualmente variables ambientales: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, seston total, orgánico e inorgánico y la clorofila a. Los resultados indicaron que el IC de los organismos del grupo I, se correlacionaron positivamente con la clorofila a y la salinidad; mientras, que los ejemplares de los grupos II, III y IV el IC mostró asociación positiva con la temperatura; indicando la influencia que ejercen las variables ambientales sobre la fisiología de *A. zebra*. La especie mostró una buena condición fisiológica en ejemplares > de 50,0 mm, siendo a partir de esta talla la recomendada para su explotación comercial y en los períodos: junio-septiembre y noviembre de cada año.

Palabras clave: condición fisiológica, pepitona, *Arca zebra*, Chacopata, península de Araya, variables ambientales

ABSTRACT

The physiological condition of *A. zebra* by groups of sizes and its association with environmental variables were evaluated analysing the condition index (CI), for which there were field trips to the morro de Chacopata, from June 2008 to June 2009. The samples were collected with a drag of 120 x 86 cm, to an approximate depth of 8 m. It is randomly selected samples of different lengths (Lt) distributed in four groups of sizes: group I (< 30.0 mm), group II (30.1 to 50.0 mm), group III (50.1 to 70.0 mm) and the group IV (> 70.0 mm). Each samples, monthly was determined the dry biomass of the gonad (Psg) and the total weight of the body (Psorg) and, from these won the IC. Also there were monthly environmental variables: temperature, salinity, dissolved oxygen, seston total, organic and inorganic and chlorophyll a. The results indicated that the CI in the organisms of the group I, were positively correlated with the chlorophyll a and salinity; while, that samples of the groups II, III and IV the IC showed positive association with temperature; indicating the influence of environmental variables on the physiology of *A. zebra*. The species showed a good physiological condition in samples > of 50.0 mm, being from this size recommended for their commercial exploitation and in the periods: June, September and November of each year.

Key words: physiological condition, shell, *Arca zebra*, Chacopata, Araya peninsula, environmental variables.

Recibido: 13/02/14 Aprobado: 21/11/14

INTRODUCCIÓN

La pepitona, *A. zebra*, pertenece a la familia Arcidae y se distribuye desde el atlántico occidental, particularmente desde el golfo de México hasta la costa norte de Brasil; se encuentra generalmente sobre rocas formando bancos, desde profundidades menores de 1 m hasta 20 m. Este bivalvo es abundante en Venezuela y constituye uno de los principales rubros pesqueros, con un aporte del 8% a la producción pesquera marítima (SARPA, 1996) y en el nororiente se localizan bancos al este de la isla de Margarita, isla de Coche, morro de Chacopata y costa norte del golfo de Cariaco (Saint-Aubyn *et al.*, 1999), con volúmenes de explotación en 2008 y 2009 de 70 000 Tm y 20 000 Tm en el 2010 y 2011 (INSOPESCA, 2012); donde la mayor producción y rentabilidad correspondió al morro de Chacopata.

La pesquería de este molusco genera un alto impacto socioeconómico, estimándose que unas 6 000 personas se benefician directa o indirectamente durante las fases de extracción, procesamiento y comercialización de este recurso (Jiménez, 1999). Sin embargo, la pesquería ha sido realizada de forma sostenida y se encuentra en una fase de explotación de plena a moderada (Arias de Díaz *et al.*, 2002). En este sentido, existe la regulación N° RNR/266 del 02-09-1960, la cual contempla que “todo ejemplar de pepitona que no haya alcanzado su completo desarrollo (3 cm de ancho) debe ser devuelto al mar inmediatamente y reintegrar a las aguas de origen las conchas del molusco, las cuales serán distribuidas en el área explotada”.

La determinación del tamaño comercial en moluscos es de gran importancia, para la explotación racional y manejo sustentable de las poblaciones naturales y para establecer los costos de producción en cultivo. En este sentido, el índice de condición o cantidad relativa de carne en los bivalvos, es utilizado para estimar el valor del organismo para su explotación y consumo, siendo por lo general proporcional a la talla; además, permite conocer como responde internamente el organismo a las variaciones ambientales (Cruz y Villalobos, 1993).

Los factores endógenos y exógenos o ambientales pueden influir en el crecimiento de las estructuras de las especies de moluscos o

en su condición fisiológica. Estudios realizados en el molusco *Anadara tuberculosa* en Punta Morales, Costa Rica, señalan que las variaciones del índice de condición dependen no sólo de la madurez sino también de la abundancia y disponibilidad de alimentos (Cruz, 1982) y en la pepitona *A. zebra* de la población de Chacopata península de Araya, Venezuela, los aumentos y disminuciones del índice de condición estuvieron asociados con los cambios de temperatura (Lista *et al.*, 2006).

Esta investigación reviste importancia ya que el banco de Chacopata ha sido durante años uno de las áreas donde se extrae masivamente el bivalvo *A. zebra*, por lo tanto conocer aspectos de su biología es primordial para entender las posibles variaciones que puedan ocurrir en el futuro en la estructura, funcionamiento y desarrollo de las comunidades de este banco. Con este propósito se analizó la condición fisiológica en cuatro grupos de tallas de ejemplares de *A. zebra* y su asociación con variables ambientales en el periodo junio 2008 a junio 2009 en el banco natural de Chacopata, península de Araya.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron ejemplares de *A. zebra* mensualmente, con una rastra de 120 x 86 cm entre junio 2008 y junio 2009 a una profundidad de 8 m en el morro de Chacopata, el cual se localiza al norte de la península de Araya, estado Sucre, Venezuela (10° 42' - 10° 46' L. N. y los 63° 46' - 63° 54' L. O), tal como se observa en la Figura 1. Esta zona se caracteriza por presentar fondo rocoso y con dominancia específica de *A. zebra*. Entre los organismos acompañantes de esta comunidad se encuentran los bivalvos *Pinctada imbricata*, *Modiolus squamosus*, *Chama macerophyla*, *Anadara notabilis* y los gasterópodos *Phyllonotus pomun*, *Chicoreus brevifrons* y *Murex recurvirostris* (Prieto *et al.*, 2001).

Una vez recolectados los moluscos fueron colocados en contenedores isotérmicos a una temperatura que osciló entre 10 y 15 °C, para evitar la inducción al desove por “shock” térmico, y se trasladaron inmediatamente al Centro de Investigaciones Ecológicas Guayacán de la Universidad de Oriente (CIEG-UDO), para su procesamiento. En el laboratorio, se

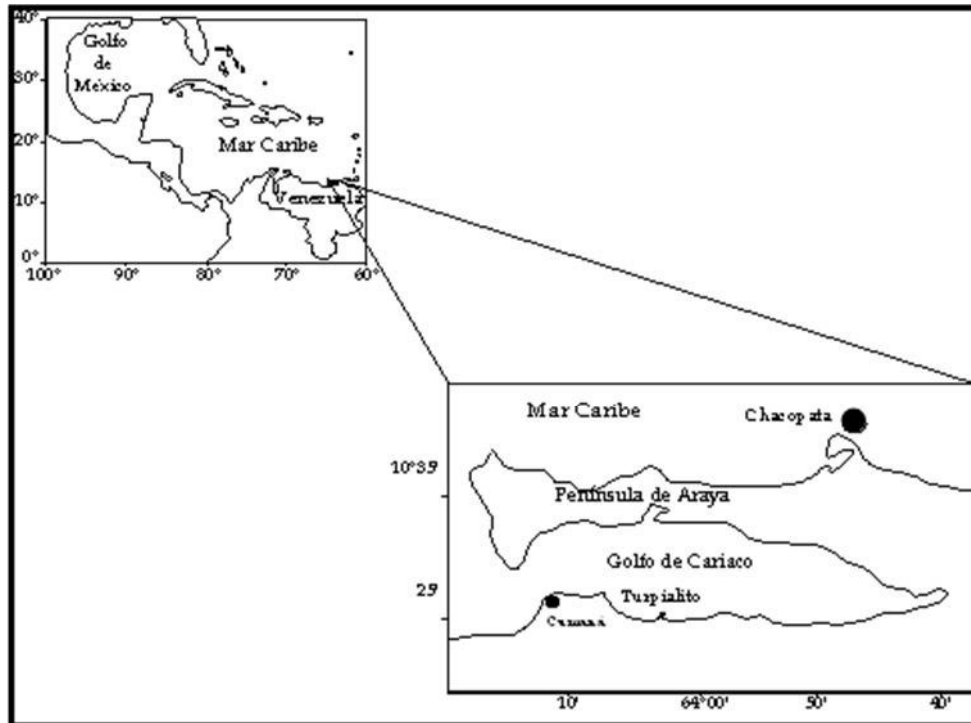


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de muestreo de la pepitona, *A. zebra* (●).

les removieron manualmente los epibiontes y detritus de las valvas con un cuchillo, hasta dejarlos lo más limpio posible, para medirlos con un vernier digital de 0,01 mm de apreciación, el eje antero-posterior representando la longitud total (Lt). Basado en la Lt, se seleccionaron 40 ejemplares ubicándolos según las tallas en grupo I, < 30,0 mm; grupo II, 30,1 a 50,0 mm; grupo III, 50,1 a 70,0 mm y el grupo IV, > 70,0 mm, siguiendo los criterios de Lista (2005).

Mensualmente a los organismos (10 por grupo) se les determinó la biomasa seca de las gónadas (Psg) y del organismo (Psorg), al deshidratarlos en una estufa, a 60 °C hasta peso seco constante. Para establecer el índice condición (IC), se utilizó la siguiente fórmula: $IC = (Psg/Psorg) \times 100$.

Se recolectó mensualmente agua de mar con una botella de Niski de 5 l, filtrada con una malla de 280 mm para eliminar el macroplancton y cuantificar la disponibilidad de alimentos como el seston total, orgánico e inorgánico y la biomasa fitoplanctónica, representada por la clorofila a, según el método de Strickland y Parson

(1972). También se monitoreó la temperatura *in situ* con un termómetro de mercurio de 0,1 °C; la salinidad, por el método de conductividad eléctrica, usando un salinómetro inductivo y el oxígeno disuelto según el método de Winkler modificado por Carritt y Carpenter (1966).

Para evaluar los posibles efectos de los parámetros ambientales sobre el índice de condición, se realizaron correlaciones por grupos de tallas. Los datos fueron procesados por Microsoft Excel ^{xp}.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tejido reproductivo

Los bivalvos del grupo I, iniciaron su desarrollo gonadal en el mes de agosto 2008, mostrando a partir de enero 2009 un desarrollo significativo de la biomasa seca de la gónada; con valores altos en marzo (0,0085 g) y junio 2009 (0,0200 g) y, bajos en agosto 2008 (2×10^{-5} g), febrero y mayo 2009 con 0,0030 g y 0,0077 g, respectivamente. En junio y desde octubre hasta diciembre 2008 no se encontraron individuos con gónadas. Los

ejemplares de *A. zebra* del grupo II, mostraron una disminución en el peso de la gónada en agosto 2008, con un incremento hasta diciembre 2008, disminuyendo en enero 2009 (0,011 g) y aumentando nuevamente desde febrero hasta junio 2009.

Es de resaltar que este grupo ya comienza a desarrollar el patrón de variación observado en los grupos III y IV. Los ejemplares de los grupos III y IV, fueron los de mayor producción gonádica, con un patrón definido de incremento sostenido desde junio 2008 hasta finales de septiembre 2008, cuando ocurrió una caída notable de la biomasa gonádica a finales de octubre 2008 (50% de la biomasa previamente alcanzada), con un leve incremento en el mes de noviembre 2008, para experimentar un descenso desde diciembre 2008 hasta enero 2009; aumentando levemente en febrero 2009, para luego mantenerse en sus niveles mínimos hasta finales de abril 2009, cuando posteriormente se evidencia otro incremento en la producción gonádica, a partir de mayo 2009 (Figura 2).

Los altos valores de la biomasa seca de las gónadas, se han relacionado con las reservas de carbohidratos que se transforman luego en lípidos totales, para ser utilizados en la maduración de los ovocitos (Saint-Aubyn *et al.*, 1999). Esta transferencia de energía se observó en este estudio, particularmente en los meses de agosto y noviembre 2008, período donde ocurre una estratificación de la columna de agua en el nororiente de Venezuela, producto del movimiento vertical de los nutrientes de la masa de agua.

Los bajos valores de la biomasa seca de las gónadas observados en los meses de octubre y diciembre 2008, indicarían la evacuación de los gametos, posiblemente por desoves. Estos resultados difieren parcialmente con los señalados por Prieto y Saint-Aubyn (1998), quienes indicaron que el ciclo anual de desove y reclutamiento en esta especie presenta dos períodos; el primero entre junio y octubre y el segundo en marzo. Probablemente las diferencias existentes entre los meses de madurez y desove de una misma especie, en distintas o en las mismas zonas geográficas, obedezcan a estrategias reproductivas originadas por las oscilaciones anuales de los

factores ambientales, muy influenciados por variaciones en los ciclos climáticos.

Índice de condición

El índice de condición (IC) determinado en el grupo I de los ejemplares de *A. zebra*, muestra sus más altos valores en mayo (12,16%) y junio 2009 (14,21%), mientras que fueron bajos en agosto 2008, febrero y abril 2009; con valores de 0,01%, 4,60% y 6,40%, respectivamente (Figura 3). En el grupo II, el IC fue bajo en el mes de agosto 2008 (2,16%), con un incremento en septiembre (10,57%), descendiendo posteriormente hasta enero 2009, para aumentar en febrero (7,69%), disminuir en marzo 2009 (3,72%) y nuevamente incrementar en los meses posteriores. El comportamiento del IC en los grupos III y IV fue semejante, con un incremento desde junio hasta septiembre 2008, disminuyendo posteriormente en enero 2009, con aumento leve en febrero y descenso hasta abril 2009, reflejando luego un incremento en los meses siguientes, debido al aumento de la producción gonádica.

Los altos valores del índice de condición observado desde junio hasta septiembre 2008, noviembre 2008 y junio 2009, coincidieron en la mayoría de los organismos con mayor peso gonadal, mientras que los mínimos valores de octubre 2008, febrero y mayo 2009 se relacionaron con ejemplares en descanso reproductivo o desovados, lo que implica que la variación de IC, estaría relacionado con los procesos reproductivos de *A. zebra* y por lo tanto con el peso.

Estos resultados coinciden con los reportados por Mora (1985), para la misma especie, quien señala una etapa de enflaquecimiento en el mes de mayo y dos etapas de engorde; una en junio y otra comprendida de enero hasta abril. No obstante, difieren parcialmente de los resultados de Prieto *et al.* (2001), indicados para una población de la localidad de Pariche, Golfo de Cariaco, quienes señalaron que *A. zebra* presentó un período de recuperación desde febrero hasta julio, donde alcanzó valores altos del índice de engorde.

Probablemente la alternancia entre engorde y enflaquecimiento en diferentes períodos del año, en una misma especie, en distintas o en las mismas zonas geográficas, se debe a las

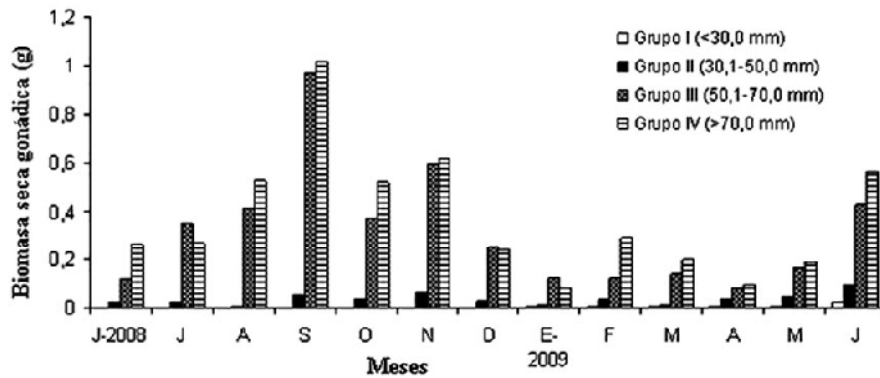


Figura 2. Variación mensual de la biomasa seca de la gónada, por grupos de tallas de *A. zebra*, colectada en la localidad de Chacopata, península de Araya, estado Sucre.

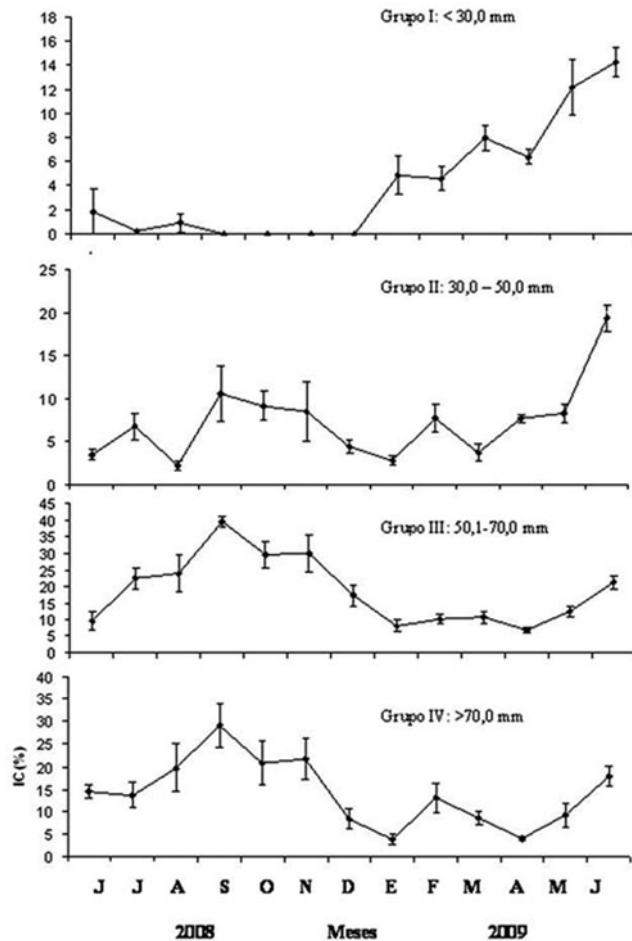


Figura 3. Variación mensual del índice de condición (IC) por grupos de tallas de *A. zebra* colectada en la localidad de Chacopata, península de Araya, estado Sucre.

correlaciones de las estrategias reproductivas con los factores ambientales y sus oscilaciones anuales, tal como señaló Ruíz *et al.* (1998). No se observó disminución del índice reproductivo con el aumento de la talla, evento que ha sido reportado para bivalvos con biso, que crecen apiñados, tal es el caso de *Mytilus edulis*, en los cuales Galtsoff (1959) menciona que tal condición ocasiona un escaso desarrollo del espacio intervalvar.

Las diferencias observadas en los promedios del índice de condición indicarían, la influencia que ejercen los parámetros ambientales sobre la fisiología de la especie, donde la temperatura y la disponibilidad de nutrientes parecieran los de mayor influencia tal y como refieren Lodeiros y Himmelman (1999).

La variación del índice de condición se ha relacionado con la generación y pérdida de gametos en especies comerciales como *Anadara tuberculosa* en Costa Rica (Cruz, 1982) y *C. columbiensis* en Colombia (Caballero-Cruz *et al.*, 1996). Además, los incrementos del índice de condición en las especies, también pueden estar influenciados por el enriquecimiento de las aguas como consecuencia de las corrientes de surgencia que están fuertemente influenciadas por los vientos alisios, fenómeno que origina bajas temperaturas, altas concentraciones de nutrientes y fitoplancton en la columna de agua, que propician una elevada producción primaria (Ferráz-Reyes, 1987).

A efecto del aprovechamiento del recurso, la especie mostró altos valores en las gónadas e índice de condición en organismos mayores de 50,0 mm, lo que indicaría, que a partir de esta talla la especie presenta condiciones óptimas en su desarrollo, favoreciendo su comercialización para el consumo. Los resultados para *A. zebra* difieren de lo señalado por Arrieche *et al.* (2004) para el mejillón marrón *P. perna* del morro de Guarapo, quienes recomendaron realizar la explotación comercial de este bivalvo a una longitud superior a los 60 mm, que es cuando alcanza la mayor eficiencia de rendimiento de la carne. Acosta *et al.* (2006), señalaron que *P. perna* y *P. viridis* bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, alcanzaron sus mayores índices de condición en los meses de diciembre, con tallas

promedio de 65,84 mm y en enero de 55,70 mm, respectivamente; indicando que estas especies pueden ser comercializadas a partir de estas tallas.

Variables ambientales

La clorofila *a* estuvo generalmente por encima de 0,50 $\mu\text{g.l}^{-1}$, con picos en julio (1,56 $\mu\text{g.l}^{-1}$), noviembre 2008 (1,64 $\mu\text{g.l}^{-1}$), febrero (2,18 $\mu\text{g.l}^{-1}$) y mayo 2009 (2,83 $\mu\text{g.l}^{-1}$); los valores mínimos se obtuvieron entre finales de agosto 2008 (0,50 $\mu\text{g.l}^{-1}$) y en abril 2009 (0,82 $\mu\text{g.l}^{-1}$), y se puede observar en la Figura 4a.

El seston total y el seston inorgánico (Figura 4b) mostraron un comportamiento similar, con los valores más altos en junio 2008 (31,90 mg.l^{-1} y 25,39 mg.l^{-1} , respectivamente) y en mayo 2009 (35,50 mg.l^{-1} y 28,45 mg.l^{-1} , respectivamente) y, los más bajos valores en agosto 2008 (23,60 mg.l^{-1} y 19,12 mg.l^{-1} , respectivamente), en enero 2009 (23,58 mg.l^{-1} y 17,97 mg.l^{-1} , respectivamente) y en abril 2009 (23,88 mg.l^{-1} y 20,16 mg.l^{-1} , respectivamente), mostrando en general, una elevada concentración de seston inorgánico (> 70%) en relación al seston total. El seston orgánico mostró valores bajos con respecto al seston total, indicando que el mayor aporte del seston, es de materia inorgánica particulada. El seston orgánico, durante los meses de estudio no mostró una variación significativa.

La salinidad, alcanzó sus más altos valores en abril y mayo 2009 y los más bajos en octubre 2008, con variaciones que oscilaron entre los 36,2-36,8 ppm (Figura 5a).

La concentración de oxígeno fue siempre mayor de 3,00 mg.l^{-1} , con un valor promedio de 3,80 mg.l^{-1} en los primeros seis meses de estudio (finales de junio-diciembre 2008) y de 4,70 mg.l^{-1} en los meses restantes (Figura 5b).

Los valores de temperatura en el mes de agosto de 2008, estuvieron comprendidos entre 26,0 y 27,0 °C, manteniéndose los mismos durante los meses de septiembre y octubre, hasta finales de noviembre 2008, que disminuyeron hasta 23,5 °C, permaneciendo alrededor de este valor, hasta diciembre 2008; experimentando nuevamente ligeros aumentos en comparación con el segundo semestre 2008; desde enero hasta finales de febrero 2009, cuando los valores

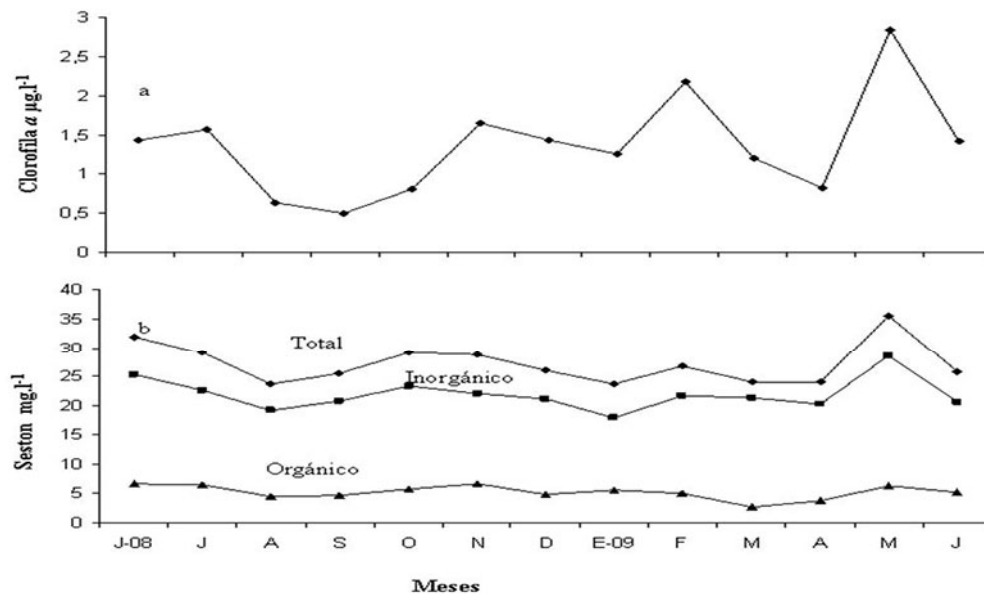


Figura 4. Variación mensual de la clorofila a (a), seston total, inorgánico y orgánico (b) en el banco de pepitonas del morro de Chacopata, península de Araya, estado Sucre.

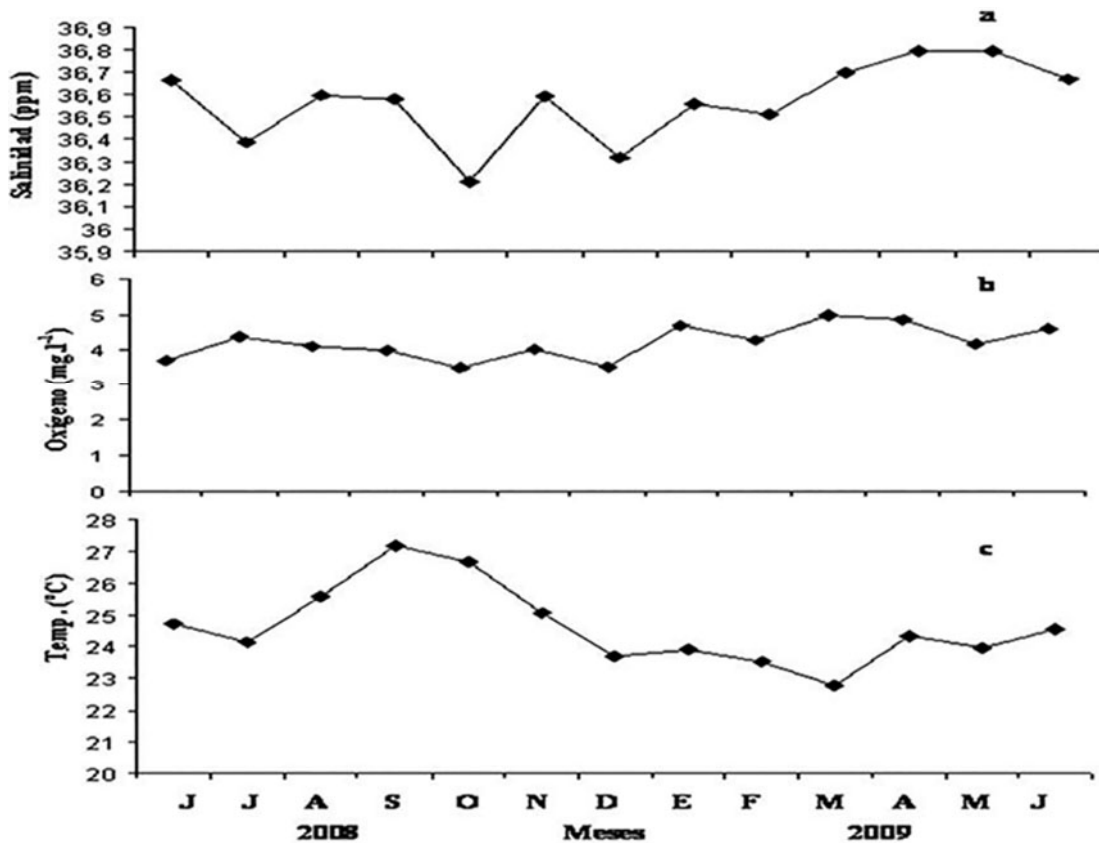


Figura 5. Variación mensual de la salinidad (a), oxígeno disuelto (b) y temperatura (c) en el banco de pepitonas del morro de Chacopata, península de Araya, estado Sucre.

caen bruscamente en los meses de marzo y mayo 2009 (Figura 5c).

El seston orgánico se mantuvo entre 5–8 mg.l⁻¹ se descartó, su influencia en las estrategias reproductiva de *A. zebra* en el morro de Chacopata, debido a que posiblemente estos valores son óptimos y los ejemplares no experimentan deficiencias o excesos de seston orgánico que le impulsen a desarrollar alguna estrategia reproductiva por este factor. Nakal (1979) señala que los moluscos marinos desarrollan estrategias reproductivas que les permiten, por un lado, aprovechar al máximo los recursos disponibles del ambiente y por otro, adaptarse a las variaciones de los factores abióticos, dentro de los rangos genéticos de cada especie.

El alto contenido del componente inorgánico en el seston, probablemente influyó negativamente en el balance energético para la producción gonádica en *A. zebra*. Se detectaron valores mayores del 70%, causado posiblemente por la dinámica de la costa, el oleaje y la acción continua de la captura de esta especie, la cual se realiza mediante rastras artesanales con un número considerable de embarcaciones extrayendo este recurso marino. Este mayor porcentaje de material inorgánico podría afectar la ingestión por dilución de la materia orgánica en la especie. No obstante, determinaciones fisiológicas relativas a la ingestión realizadas en *A. zebra* (Ward y MacDonald, 1996) muestran que la especie con altos niveles de seston, posee una ingestión preferencial de material de bajos valores en la relación Carbono:Nitrógeno (C:N), lo cual mejora en un 31% la calidad del material ingestado, lo que supone una estrategia fisiológica en compensación con el decrecimiento de la disponibilidad de alimento por los altos valores de seston inorgánico que se registraron para la zona. Esta estrategia es de mucha importancia y puede influir en el éxito adaptativo de la especie.

La salinidad varió poco durante el estudio, no obstante, parece ser de gran importancia en los organismos menores de 30,0 mm; posiblemente debido a que estos necesitan una variación muy escasa de este factor ambiental para su crecimiento y formación de tejido gonadal. Lodeiros *et al.* (2001), señalaron que la salinidad

influye en la nutrición y por lo tanto en el crecimiento de los moluscos. Gosling (2003), indicó que los bivalvos responden a cambios bruscos de la salinidad con el cierre de las valvas impidiendo la filtración de los nutrientes.

La concentración de oxígeno se mantuvo con valores altos, estimándose que no influye significativamente en los procesos fisiológicos de estos bivalvos, indicando poco efecto en la reproducción de *A. zebra* en el área de muestreo.

Las disminuciones en el tejido gonádico de los grupos II, III y IV, en el período desde octubre 2008 hasta enero-febrero 2009, evidencian la mayor actividad de desove de la especie, evento que coincide con la disminución de la temperatura en el ecosistema marino de la región, luego las biomásas gonádicas se mantienen asociadas a temperaturas intermedias, para aumentar con el incremento de éstas a finales de mayo-junio 2009. Esta asociación positiva entre las biomásas de la gónada y la temperatura, señala a este factor ambiental como el principal modulador de la reproducción en *A. zebra* y coincide con los resultados obtenidos por Lista *et al.* (2006) para la misma especie y con los señalados para el bivalvo *Lima scabra* (Lodeiros y Himmelman, 1999).

Las estrategias de reproducción en relación a la temperatura, permiten sincronizaciones locales de los moluscos en la zona nororiental del país, que le garantiza actuar en concordancia con la variabilidad ambiental, en la cual ocurre la interacción de los diversos factores ambientales, entre ellos, los vientos, que con su dinámica producen corrientes de surgencias periódicas en estos ecosistemas marinos tropicales. De esta manera, las especies en dicha zona presentan ritmos adaptativos a estas condiciones manifestando diferentes estrategias reproductivas para actuar en relación a la influencia ambiental.

La temperatura promedio en el mes de agosto 2008 fue de 25,57 °C incrementándose en el mes de septiembre (27,17 °C) para luego disminuir desde octubre (26,66 °C) hasta finales de diciembre (23,69 °C); experimentando nuevamente aumentos menores desde enero hasta finales de febrero 2009, cuando cae bruscamente en el mes de marzo 2009 y posteriormente se incrementa en los meses

siguientes, estas variaciones probablemente estimularon la maduración y el desove de los organismos. Trabajos experimentales han demostrado que la gametogénesis puede iniciarse en respuesta a un aumento de la temperatura, solo si existen suficientes reservas de nutrientes en el organismo, o si el alimento está disponible en el ambiente, debido a que temperaturas elevadas en épocas de baja disponibilidad de alimentos, pueden causar estrés que podrían incluso conducir a reabsorción gonádica para obtener energía e invertirla en el mantenimiento somático.

Aún cuando no se registraron elevadas biomasa de fitoplancton en el morro de Chacopata, esta se mantuvo constante durante el período de estudio, lo que permite deducir que la especie siempre tuvo disponibilidad de alimento, aprovechándolo como fuente energética. Sobre la base de lo señalado anteriormente, se infiere que la pepitona *A. zebra* muestra una estrategia reproductiva del tipo oportunista, ya que utiliza la energía obtenida a partir del alimento y la invierte directamente en su reproducción, de acuerdo a lo señalado por Bayne (1976).

En este estudio los altos valores de la biomasa seca de las gónadas y del índice de condición, observados a partir de julio 2008 en todos los grupos de tallas, coinciden con los incrementos de temperatura en el mes de agosto 2008, que oscilaron de 24 °C a 26-27 °C, para estabilizarse durante los meses de septiembre-octubre de 2008, hasta finales de noviembre 2008, cuando hubo un descenso hasta los 23 °C, en diciembre 2008; para aumentar nuevamente hasta finales de febrero 2009, observándose disminuciones de 21,1 °C en los meses de marzo y finales de mayo 2009. Las bajas temperaturas posiblemente permitieron la expulsión de gametos, ya que este factor puede controlar la maduración y desoves de los órganos reproductivos (Giese y Pearse, 1974).

La disponibilidad de alimento en contraste con la temperatura, probablemente no es un factor importante para *A. zebra* en el área de muestreo, ya que como se sugiere no es limitante. Si bien no se registraron elevados valores de biomasa fitoplanctónica, éstos, generalmente, se mantuvieron por encima de 0,5 µg.l⁻¹, lo cual representa una constante

disponibilidad de alimento. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por García (1987), quien realizó un estudio sobre el ciclo anual de reproducción en esta especie en los bancos naturales de Punta Arena, isla de Cubagua y las Cabeceras de isla de Coche, concluyendo que la temperatura ejerce mayor influencia sobre el proceso reproductivo de *A. zebra*. Sin embargo, Saint-Aubyn *et al.* (1999) señalaron que el factor ambiental de mayor importancia en esta especie es la disponibilidad de alimento.

Relación de las variables ambientales con el índice de condición

No se observó en los organismos del grupo I, una influencia determinante del IC con la temperatura que es negativa aparentemente, pero la clorofila *a* y la salinidad si se correlacionaron siendo significativo (*) y muy significativo (**), respectivamente; mientras, que en los ejemplares de los grupos II y IV el IC mostró asociación significativa (*) y altamente significativa (***) con la temperatura, respectivamente y los del grupo III revelaron una asociación negativa con la clorofila *a*, la cual fue significativa (*) y positiva con la temperatura, siendo altamente significativa (***); indicando la influencia que ejercen las variables ambientales sobre la fisiología de *A. zebra* (Cuadro 1).

La pepitona, *A. zebra* manifiesta que su condición fisiológica es dependiente de factores endógenos como la reproducción y de exógenos como la interacción con variables ambientales de los ecosistemas marinos donde habitan, principalmente la temperatura, fuertemente influenciada por los fenómenos de surgencia en la zona.

CONCLUSIONES

La biomasa seca de las gónadas y el índice de condición en organismos > 30,0 mm estuvieron asociados con las oscilaciones de la temperatura, lo que señala a esta variable ambiental como el principal modulador de la reproducción en *A. zebra*.

Ejemplares de *A. zebra* mayores de 50,0 mm, presentaron condiciones óptimas en su desarrollo, lo que señalaría que a partir de

esta talla, se podría comenzar la explotación comercial para el consumo.

Dos períodos pueden ser considerados como los más apropiados para la explotación comercial del recurso pepitona, junio-septiembre y noviembre de cada año.

LITERATURA CITADA

- Acosta, V., A. Prieto y C. Lodeiros. 2006. Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 24: 177-192.
- Arias de Díaz, A., R. Guzmán, R. Jiménez y R. Molinet. 2002. La pesquería de la pepitona, *Arca zebra*, en Chacopata, estado Sucre, Venezuela: Un análisis bioeconómico. *Zootecnia Trop.* 20: 49-67.
- Arrieche, D., B. Licet, N. García, C. Lodeiros y A. Prieto. 2004. Índice de condición, gonádico y de rendimiento del mejillón marrón *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae), del morro de Guarapo, Venezuela. *Interciencia.* 27: 613-619.
- Bayne, B. 1976. Aspects of reproduction in bivalve mollusca. En: Wiley, M. (ed.). *Estuarine Processes.* Academic Press, London. Vol. 1. pp. 432-448.
- Caballero-Cruz, A., J. Cabrera-Peña y S. López. 1996. Descripción del crecimiento y madurez sexual de una población de *Crassostrea columbiensis* (Mollusca: Bivalvia). *Rev. Biol. Trop.* 44: 335-339.
- Carritt, D. and J. Carpenter. 1966. Comparisons and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea-water. *J. Mar. Res.* 24: 286-318.
- Cruz, S. 1982. Variación mensual del índice de condición del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) en Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 30: 1-4.
- Cruz, R. and C. Villalobos. 1993. Monthly changes in tissue weight and biochemical composition of the mussel *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31: 175-179.
- Ferráz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog.* 26: 97-110.
- Galsoff, P. 1959. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fish Bull. Serv. U. S.*, 64: 1-480.
- García, C. 1987. Estudio sobre el ciclo anual de reproducción e índice de engorde de la pepitona *Arca zebra* Swainson, 1833 (Mollusca: Bivalvia) en los bancos naturales de Punta Arenas, isla de Cubagua y las Cabeceras de la isla de Coche. Tesis de Pregrado. Universidad e Oriente. Isla de Margarita, Venezuela. 95p.
- Giese, A. and J. Pearse. 1974. Introduction: General principles. En: "Reproduction of Invertebrates". Vol. I. Academic Press, New York. pp 1-49.
- Gosling, E. 2003. Bivalve molluscs; Biology and culture. *Fishing News Books.* Blackwell Science. 443 p.
- INSOPESCA. 2012. Instituto Socialista de la Pesca y la Acuicultura, Ministerio de Agricultura y Tierras. Producción nacional pesquera 2011. Caracas.
- Jiménez, R. 1999. Análisis y evaluación del recurso pepitona, *Arca zebra* en el banco de Chacopata. Memorias del taller venezolano sobre aprovechamiento y comercialización de moluscos bivalvos, isla de Margarita. pp. 100-103.
- Lista, M. 2005. Influencia de factores ambientales en la reproducción de la pepitona, *Arca zebra* Swainson, 1833 (Mollusca: Bivalvia), en el banco natural de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Tesis de grado M.Sc. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 47 p.
- Lista, M., C. Lodeiros, A. Prieto, J. Himmelman, J. Castañeda, N. García and C. Velásquez. 2006. Relation of the seasonal changes in the mass of the gonad and somatic tissues of the zebra ark shell *Arca zebra* to

- environmental factors. J. Shell. Fish. Res. 25: 969-973.
- Lodeiros, C. and J. Himmelman. 1999. Reproductive cycle of the bivalve *Lima scabra* (Pterioidea: Limidae) and its association with environmental conditions. Rev. Biol. Trop. 3: 411-418.
- Lodeiros, C., A. Maeda-Martínez, L. Freitas. E. Uribe. D. Lluch y M. Sicard. 2001. Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura A. N. Maeda-Martínez (ed.). **En:** Ecofisiología de pectínidos iberoroamericano. Cap. 4: 77-88.
- Mora, J. 1985. Distribución por tallas, ciclo gonádico e índice de engorde de la pepitona *Arca zebra*, Boca de Río, Isla de Margarita. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 95p.
- Nakal, A. 1979. Contribución a la ecología de la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833). Aspectos gametogénicos. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 85p.
- Prieto, A. y M. Saint-AubyN. 1998. Crecimiento del bivalvo *Arca zebra* (Swainson, 1883), en Chacopata estado Sucre, Venezuela. Saber. 11: 14-19.
- Prieto, A., L. Ruíz, N. García y M. Álvarez, M. 2001. Diversidad malacológica en una comunidad de *Arca zebra* (Mollusca: Bivalvia) en Chacopata, estado Sucre, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 49: 591-598.
- Ruíz, E., J. Cabrera, R. Cruz y J. Palacios. 1998. Crecimiento y ciclo reproductivo de *Polymesoda radiata* (Bivalvia: Corbiculidae) en Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 46: 643-648.
- Saint-Aubyn, M., A. Prieto y L. Ruíz. 1999. Producción específica de una población del bivalvo *Arca zebra* (Swainson, 1883), en la costa nororiental del estado Sucre, Venezuela. Acta Cient. Vzlna. 50: 15-23.
- SARPA. 1996. Servicio Autónomo de Recursos Pesqueros y Acuícola. Estadísticas del subsector pesquero y acuícola de Venezuela 1990-1995. Caracas.
- Strickland, J. and T. Parson. 1972. A practical Handbook of seawater analysis. J. Fish. Res. B. Can. 167: 1-310.
- Ward, J. and B. Macdonald. 1996. Preingestive feeding behaviors of two subtropical bivalves (*Pinctada imbricata* and *Arca zebra*): responses to an acute increase in suspended sediment concentrations. Bull. Mar. Scien. 59: 417-432.

Morfogenesis del raigrás (*Lolium multiflorum* Lam.) diploide y tetraploide

Morphogenic characteristic of diploid and tetraploid ryegrass cultivars (*Lolium multiflorum* Lam.)

Características morfogênicas de cultivares diploides e tetraploides de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)

Lucas Vargas Oliveira^{1*}, Otoniel Geter Lauz Ferreira^{2*}, Carlos Eduardo da Silva Pedroso³, Olmar Denardin Costa¹, Cícero Mateus Sell⁴, Fernando Amarilho Silveira⁵

¹Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Pelotas, RS, Brasil. *Correo electrónico: lvoliveira.agro@gmail.com. ² Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Departamento de Zootecnia. Pelotas, Brasil. *Correo electrónico: ogferreira@gmail.com. ³ Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Departamento de Fitotecnia. Pelotas, Brasil. ⁴ Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Curso de Agronomia. Pelotas, Brasil. ⁵ Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Curso de Zootecnia. Pelotas, Brasil.

RESUMO

No Sul do Brasil, a utilização de pastagens cultivadas hibernais surge como alternativa para alimentação pecuária em épocas de escassez de forragem. O conhecimento morfogênico destas plantas é essencial na hora de escolher qual cultivar deve ser utilizada em cada ambiente produtivo. Portanto, objetivou-se determinar as características morfogênicas de cultivares diploides e tetraploides de azevém, em regime de desfolha. Os tratamentos constaram de três cultivares diplóides (Comum-RS, Pronto® e Conquest®) e quatro tetraplóides (INIA Titan®, Winter Star®, KLM138® e Banquet II®), alocadas em casa de vegetação, em um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Por análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), foram analisadas as características morfogênicas: taxa de aparecimento de folhas (TAF), taxa de expansão (TEF) e senescência de folhas (TSF), filocrono (Ph) e tempo de vida das folhas (TVF). As cultivares apresentaram diferenças quanto às características morfogênicas, definindo que as mesmas devem ser indicadas para diferentes sistemas produtivos. A cultivar Banquet II®, em função da altura pré-corte utilizada e de seu hábito de crescimento, possibilitou reduzido número de cortes, tendo apresentado a maiores taxas de expansão e de aparecimento de folhas. Já a cultivar KLM 138®, por seu filocrono e tempo de vida da folha, apresentou menor renovação de folhas no dossel forrageiro, o que permite maiores intervalos entre desfolhas. INIA Titan® e Pronto® apresentaram rápido rebrote após os cortes, o que influenciou no elevado número dos mesmos.

Palavras-chave: altura de corte, alongação de folhas, *Lolium perenne*, morfogênese, senescência

ABSTRACT

Due to the low forage production from native pasture in the winter season in southern Brazil, the use of cool season cultivars pasture grown is an alternative for livestock feed this time of year. The morphogenic knowledge of these plants is essential for decision making in choosing which cultivar should be used in each production environment. With this concern, the aim of this research was to determine, under defoliation, in green house, ryegrass morphogenesis traits of diploid and tetraploid cultivars. Seven treatments were evaluated: three diploid cultivars (Comum-RS, Pronto® and Conquest®) and four tetraploids (INIA Titan®, Winter Star®, KLM 138® and Banquet II®), with six replications in a completely randomized design. Data were submitted to analysis of variance and means compared by Tukey test ($P < 0.05$). Variables evaluated were: leaf expansion rate (LER), senescence rate (SR), leaf appearance rate (LAR), phyllochron (Ph) and leaf lifetime (LL). Significant differences occurred ($P < 0.0001$) for all variables. The materials studied exhibited variability in morphogenesis, defines that the same shall be indicated for different production systems. Banquet II® cultivar, depending on the height pre-cut used and its growth habit, showed reduced number of cuts and higher rates of expansion and leaf appearance. KLM 138® cultivar for its phyllochron and leaf lifetime has lower renewal of leaves in canopy and allows longer intervals between defoliation. INIA Titan® and Pronto® showed rapid regrowth after cutting, which influenced the high number of them.

Key words: cutting height, Leaf elongation, *Lolium perenne*, morphogenesis, senescence

Recibido: 14/02/14 Aprobado: 10/11/14

RESUMEN

El uso de cultivares microtérmicos es una alternativa para la alimentación ganadera en época de escasez forrajera durante el período frío al Sur de Brasil. El conocimiento de la morfogénesis de estas plantas es esencial para la elección de qué cultivar se debe utilizar en cada ambiente productivo. Bajo esta premisa, fue determinado la morfogénesis de los cultivares diploides y tetraploides de raigrás bajo corte. Los tratamientos consistieron en tres cultivares diploides (Comum-RS, Pronto® y Corquest®) y cuatro cultivares tetraploides (INIA Titan®, Winter Star®, KLM 138® y Banquet II®), ubicados en casas de cultivo en un diseño completamente aleatorio con seis repeticiones. Mediante el análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$), se analizó la morfogénesis foliar: tasa de aparición (TA), tasa de expansión (TE), tasa de senescencia (TS) filocrón (Ph) y duración de vida de las hojas (DVH). Los cultivares estudiados presentaron diferencias en la morfogénesis, lo cual indica que son adecuados para los diferentes sistemas de producción. El cultivar Banquet II fue el que presentó las mayores tasas de aparición y de expansión de hojas, aunque debido a su hábito de crecimiento postrado presentó el menor número de cortes. El cultivar KLM 138, debido a su alto filocrón y duración de vida de hojas mostró una menor renovación de hojas, lo que permitiría intervalos más largos entre defoliaciones. INIA Titan® y Pronto® mostraron rápido rebrote después de los cortes, que han influido en el alto número de ellos.

Palabras clave: altura de corte, elongación de hojas, *Lolium perenne*, morfogénesis, senescencia.

INTRODUÇÃO

As pastagens naturais no Estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, apresentam influência da estacionalidade do clima e do tipo de manejo ao qual são submetidas, sendo a utilização de pastagens cultivadas adaptadas a este ambiente, uma das alternativas para amenizar o vazio forrageiro no período frio do ano. Neste contexto, o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma espécie da família Poaceae muito difundida no Sul do Brasil, sendo cultivada há várias décadas pela boa adaptabilidade às condições edafo-

climáticas, facilidade de manejo e excelente ressemeadura natural (Tonetto *et al.*, 2011). Sua origem não é bem definida, mas provavelmente é originário do norte da Itália (Spedding e Diekmahns, 1972) tendo sido introduzido no Brasil em 1875 por colonizadores italianos no Estado do Rio Grande do Sul (Araújo, 1978). No gênero *Lolium* há grande variabilidade entre populações selvagens e cultivadas, havendo ampla base genética caracterizada pela presença de espécies selvagens e semisselvagens, criando um cenário privilegiado ao melhoramento vegetal (Breese e Hayward, 1972).

O azevém, anual ou perene, existe na natureza como uma planta diplóide, com 14 cromossomos, porém através do melhoramento genético por duplicação cromossômica foram desenvolvidas plantas tetraploides, estas com 28 cromossomos. Algumas diferenças do azevém tetraploide em relação ao diploide são as folhas mais largas e de coloração mais escura, menor número de perfilhos, mas de maior tamanho, elevada massa de forragem, ciclo vegetativo mais longo, menor conteúdo de matéria seca, sementes maiores, rebrote rápido e menor tolerância ao frio que os diplóides (Farinatti *et al.*, 2006; Oliveira *et al.*, 2014).

Considerando a importância do azevém para a intensificação da produção pecuária no RS, a avaliação de suas características morfogenéticas torna-se relevante como ferramenta para o manejo e utilização dessa espécie. Segundo Gomide *et al.* (1998) e Gomide e Gomide (2000), o entendimento das características morfogenéticas permite a visualização da curva de produção e acúmulo de forragem além da estimativa da qualidade do pasto, possibilitando a recomendação de práticas de manejo diferenciadas.

Em uma pastagem em crescimento vegetativo, a morfogênese da planta pode ser descrita por três características principais: taxa de surgimento de folhas, taxa de expansão de folhas e tempo de vida da folha (Lemaire e Chapman, 1996), variáveis que se constituem em fatores morfogenéticos do perfilho (Cauduro *et al.*, 2006). As características morfogenéticas são determinadas geneticamente, mas influenciadas por fatores ambientais como temperatura, disponibilidade hídrica e de nutrientes, e seu

estudo permite a seleção e o manejo diferenciado de cada genótipo. A exemplo, em *Festuca alta* Horst *et al.* (1978) utilizaram a taxa de expansão de folhas para a escolha de cultivares associada às características de vigor de rebrote e de produtividade.

Nos últimos anos, novas cultivares de azevém tem sido lançadas, entretanto poucas são as informações que embasam a escolha e o manejo das mesmas. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi determinar as características morfogênicas de cultivares diploides e tetraploides de azevém, em regime de desfolha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão (31°45'48"S e 52°29'02"W), RS, Brasil, em um período experimental de 225 dias (06/06/2011 a 17/01/2012). Os tratamentos constaram de três cultivares de azevém diploides [Comum-RS (*Lolium multiflorum* Lam.), Pronto® (*Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*) e Conquest® (*Lolium multiflorum* var. *italicum*)]; e quatro tetraploides [INIA Titan® (*Lolium multiflorum* var. *italicum*), Winter Star® (*Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*), KLM 138® (*Lolium multiflorum* var. *italicum*) e Banquet II® (*Lolium perenne* L.)]. As cultivares foram semeadas na densidade de 10 sementes vaso⁻¹ com 2500g de solo, com as seguintes características químicas: pH_(H₂O): 5; Índice SMP: 6,2; Matéria orgânica (%): 1,8; Argila (%): 20; CTC (Cmol_c dm⁻³): 8; P (mg dm⁻³): 12,5 e K (mg dm⁻³): 62.

O solo foi corrigido e adubado em dose única antes da semeadura com 4,62g de calcário e 0,137g da fórmula 10-30-10 por vaso, conforme recomendação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) para gramíneas forrageiras anuais de estação fria. Foram utilizados seis vasos por cultivar, constituindo um experimento completamente ao acaso com sete tratamentos e seis repetições.

Por ocasião do aparecimento da primeira folha completamente expandida foi realizado o raleio das plantas, permanecendo três por vaso, e após o surgimento do perfilho secundário,

foi marcado com fio colorido o perfilho a ser avaliado (perfilho primário), representativo do vaso, utilizando-se a técnica dos “perfislos marcados” (Carrère *et al.*, 1997). As avaliações foram executadas até as plantas entrarem em estágio reprodutivo, sendo realizadas duas vezes por semana com intervalos de 3-4 dias, e também antes de cada corte. Foi mensurado o comprimento da fração verde das lâminas foliares completamente expandidas (lígula completamente exteriorizada) e em expansão (sem lígula visível), inclusive as senescentes. O comprimento das lâminas completamente expandidas foi medido a partir das respectivas lígulas, o das lâminas em expansão a partir da penúltima lígula visível (Davies, 1993; Carrère *et al.*, 1997) e a senescência foliar pela diferença entre o comprimento total da lâmina e o comprimento da fração verde.

A partir destas medidas foram calculadas as características morfogênicas: taxa de aparecimento de folhas (número de folhas/GD), taxa de expansão foliar (cm/GD), taxa de senescência (cm/GD), tempo de vida das folhas (número de folhas vivas x filocrono) e filocrono (1/TAF). A soma térmica diária acumulada foi calculada por meio da equação: GD = [(Tmax+Tmin)/2] - Tb, em que Tmax= temperatura máxima, Tmin= temperatura mínima e Tb= temperatura de base. Sendo esta Tb estimada em 7°C para azevéns diploides e 9°C para tetraploides (Müller *et al.*, 2009).

Para dar condições ao adequado estabelecimento, o primeiro corte foi realizado quando as plantas atingiram 20 cm de altura média, enquanto os demais foram realizados quando era atingida altura de 15 cm (Freitas 2003; Pedroso *et al.* 2005) deixando-se sempre um resíduo de 7 cm (Medeiros e Nabinger, 2001).

Os dados foram analisados através da análise de variância e teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a taxa de expansão de folhas (TEF), as diferenças significativas (P<0,0001) ocorreram de modo que a cultivar Banquet II® apresentou valor superior em relação às demais, que não diferiram entre si (Tabela). A superioridade desta

Tabela – Taxa de expansão de folhas (TEF), taxa de senescência foliar (TS), taxa de aparecimento de folhas (TAF), filocrono (Ph), tempo de vida das folhas (TVF) e número de cortes de cultivares diploides e tetraploides de azevém.

Cultivares	Características morfogênicas					
	TEF (cm/GD)	TS (cm/GD)	TAF (folhas/GD)	Ph (GD/folha)	TVF (GD)	Nº de cortes
Banquet II	0,24211 a	0,031580 a	0,011492 a	62,21 d	341,74 c	2
Pronto	0,14112 b	0,002455 c	0,010069 ab	80,33 cd	341,15 c	10
Winter Star	0,12924 b	0,019949 ab	0,009416 ab	114,88 abc	555,52 ab	5
Comum-RS	0,14413 b	0,009360 bc	0,009405 ab	77,37 cd	329,73 bc	4
KLM 138	0,12787 b	0,010451 bc	0,008366 ab	150,07 a	621,71 a	6
Conquest	0,12991b	0,018004 abc	0,008104 ab	132,72 ab	584,03 a	5
INIA Titan	0,09507 b	0,008447 bc	0,006962 b	100,79 bcd	357,33 c	11

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

cultivar, além de ser devida a característica genética da mesma, também ocorreu em função da altura de corte utilizada. Como a cultivar apresenta hábito de crescimento prostrado, levou muito tempo para atingir a altura de corte, fato que proporcionou a realização de apenas dois cortes, incrementando a TEF média entre cortes.

A TEF é citada como a característica morfogênica que, isoladamente, mais se correlaciona com a massa de forragem, sendo afetada de forma variada pelos fatores de ambiente e de manejo. Segundo resultados observados por Lemaire e Agnusdei (1999), Pontes *et al.* (2003), Cauduro *et al.* (2006) e Confortin *et al.* (2010), aumentos na taxa de expansão de folhas estão associadas a maiores intervalos entre desfolhas, como verificado no presente estudo na cultivar Banquet II®, que normalmente proporcionam maiores alturas da pastagem. Pontes *et al.* (2003) relacionaram esse efeito ao maior resíduo e à maior quantidade de material senescente nos tratamentos de maior altura, proporcionando maior remobilização de nitrogênio. A remobilização de nitrogênio das folhas mais velhas para aquelas em expansão é um processo que acompanha a senescência foliar, podendo, segundo Lemaire e Chapman

(1996) atingir até três quartos da quantia contida nas folhas verdes.

Em relação à taxa de senescência (TS), Banquet II® e Pronto® representaram os extremos do conjunto de cultivares estudado ($P<0,0001$), enquanto as demais foram semelhantes a uma dessas duas cultivares (Tabela). Segundo Salisbury e Ross (1992), a senescência é o resultado de uma programação genética que ocorre tanto nos tecidos como nos órgãos inteiros de uma planta. Na cultivar Banquet II®, a altura de corte utilizada também promoveu a TS observada, tendo em vista que as folhas chegavam ao seu máximo tempo de vida sem que as plantas alcançassem o ponto de corte.

Além disso, como ocorreram apenas dois cortes durante o ciclo da cultivar, as folhas permaneciam intactas por mais tempo, concorrendo, conforme Freitas (2003) para o aumento da TS. Segundo esse autor, em azevém anual, folhas intactas apresentam maior senescência em relação às folhas cortadas. Na cultivar Pronto®, o baixo valor da TS deve-se ao pequeno intervalo de tempo (15,5 dias) entre os cortes realizados, que deste modo, não permitia o aparecimento de quantidades significativas de material senescente. A cultivar Pronto® evidenciou caráter genotípico de rápido

rebrote, proporcionando, através do elevado número de cortes (Tabela), maior quantidade de folhas jovens (em expansão) em relação a folhas velhas (expandidas e senescentes).

A taxa de aparecimento de folhas (TAF) foi maior ($P < 0,0001$) na cultivar Banquet II® comparativamente a INIA Titan®, enquanto as demais cultivares apresentaram valores intermediários e semelhantes a esses, não diferindo entre si (Tabela). A taxa de aparecimento de folhas é considerada a característica central da morfogênese, uma vez que influencia diretamente cada um dos componentes estruturais e, conseqüentemente, o índice de área foliar do pasto. Assim, espécies de lenta TAF não podem ser pastejadas frequentemente, tendo em vista que a velocidade com que as folhas são consumidas deve ser inferior à sua velocidade de surgimento. Fato que indica a necessidade de estratégias de desfolha diferenciadas para com as cultivares citadas.

Em relação ao filocrono (Ph), a cultivar KLM 138® mostrou o maior valor ($P < 0,0001$), sendo este semelhante ao observado nas cultivares Winter Star® e Conquest® (Tabela). O comportamento apresentado por tais cultivares demonstra reduzida renovação de lâminas foliares das plantas, o que leva a necessidade de se diminuir a frequência de desfolhas. Conforme Nabinger (1997), apesar de o Ph ser relativamente constante para um genótipo num dado ambiente, variações dentro de espécies e cultivares são possíveis e necessitam ser conhecidas para que esse indicador possa ser usado para comparar materiais. Por exemplo, na avaliação e seleção de novas cultivares dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* encontradas por Silveira (2006). Neste sentido, aliando-se desfolhas frequentes a elevada renovação de folhas e presença de tecidos jovens, busca-se por cultivares com baixo Ph.

Para o tempo de vida da folha (TVF), os maiores valores ($P < 0,0001$) foram encontrados nas cultivares KLM 138®, Conquest® e Winter Star®. Esta última semelhante a Comum-RS (Tabela), as quais, por permanecerem por mais tempo com folhas vivas, permitiram maiores intervalos entre desfolhas que as demais cultivares testadas. Os menores valores de TVF foram observados em INIA Titan®, Banquet II® e Pronto®, que também não se diferenciaram de Comum-RS (Tabela).

O baixo TVF encontrado nestas cultivares pode estar relacionado ao, também baixo, valor de Ph, tendo em vista que estas características estão diretamente relacionadas. Baixo TVF, induz a um manejo de cortes frequentes que leve a máxima colheita de folhas vivas, evitando perdas por senescência. Isto mostra, o quão é importante utilizar o TVF como um instrumento de controle para evitar estas perdas de material senescente e morto, visando assim, aumentar a eficiência de utilização destas cultivares por um período de tempo maior.

Segundo Nabinger e Pontes (2001), o TVF é uma característica genotípica influenciada pelo ambiente, cujo conhecimento nas diferentes espécies é uma importante ferramenta no manejo das pastagens, tendo em vista que pode indicar o teto potencial de rendimento (máxima quantidade de material vivo por área) como também, o intervalo de descanso entre pastejos. A exemplo, Barbosa *et al.* (2007) tomou como base as informações de TVF para definir a duração dos ciclos de pastejo de azevém anual sob lotação rotacionada. Em situações em que se planeja o manejo da desfolha, o TVF pode ser usado na tomada de decisão da escolha do genótipo a ser utilizado. Isto ocorre, devido ao conhecimento que se obtém do tempo pré-senescente das folhas e do número de folhas vivas do dossel, podendo-se manejar a intensidade e frequência de pastejo pelos animais, concorrendo ou não para uma maior área foliar residual.

CONCLUSÕES

As cultivares estudadas apresentaram diferenças quanto às características morfológicas, definindo que as mesmas devem ser indicadas para diferentes sistemas produtivos.

A cultivar Banquet II®, em função da altura pré-corte utilizada e de seu hábito de crescimento, possibilitou reduzido número de cortes, tendo apresentado as maiores taxas de expansão e de aparecimento de folhas. Já a cultivar KLM 138®, por seu filocrono e tempo de vida da folha, apresentou menor renovação de folhas no dossel forrageiro, o que permite maiores intervalos entre desfolhas.

INIA Titan® e Pronto® apresentaram rápido rebrote após os cortes, o que influenciou no elevado número dos mesmos. Esta característica evidenciada mostra que estas cultivares podem ser utilizadas em sistemas de lotação rotacionada, visando menores intervalos entre desfolhas.

As cultivares Comum-RS, Winter Star® e Pronto®, por apresentarem ciclo curto, devem ser indicadas como pastagens ou cobertura vegetal em sistemas de integração lavoura-pecuária, com vista à sustentabilidade dos sistemas agropecuários.

LITERATURA CITADA

- Araújo, A. A. 1978. Forrageiras para ceifa: capineiras, fenação e ensilagem. Porto Alegre: Sulina, 196 p.
- Barbosa, C. M. P., P. C. F. Carvalho., G. F. Cauduro., R. Lunardi., T. R. Kunrath e G. D. F. Gianluppi. 2007. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. R. Bras. Zootec., 36(6):1953-1960.
- Breese, E. L. and M. D. Hayward. 1972. The Genetics basis of present breeding methods in forage crops. Euphytica J., 21(2):234-236.
- Carrère, P., F. Louault and J. F. Soussana. 1997. Tissue turnover within grass clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. J. App. Ecol., 34:333-348.
- Cauduro, G. F., P. C. F. Carvalho, C. M. P. Barbosa, R. Lunardi. C. Nabinger, E. N. Gonçalves e T. Devincenzi. 2006. Variáveis morfológicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. Rev. Bras. Zoot., 35(4):1298-1307.
- Confortin, A. C. C., F. L. F. Quadros, M. G. Rocha, D. G. Camargo, C. L. Glienke e B. C. Kuinchtner. 2010. Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. Acta Scient. 32:385-391.
- Davies, A. 1993. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A., R.D. BAKER., S.A. GRANT e A.S. LAIDLAW (Eds.) Sward measurement handbook. London: British Grassland Society, pp. 183-216.
- Farinatti, L. H. E., M. G. da Rocha., C. H. E. C. Poli., C. C. Pires., L. Pöter e J. H. S. da Silva. 2006. Desempenho de ovinos recebendo suplementos ou mantidos exclusivamente em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). R. Bras. Zootec, 35(2):527-534.
- Freitas, T. M. S. de. Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio. 2003. Dissertação de M.Sc. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, Brasil. 116 p.
- Gomide, C. A. M., D. S. C. Paciullo., L. C. P. Grasselli e J. A. Gomide. 1998. Efeito da adubação sobre a morfogênese de gramíneas tropicais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, pp. 486-488.
- Gomide, C. A. M. e J. A. Gomide. 2000. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.). R. Bras. Zootec. 29(2):341-348.
- Horst, G. L., C. J. Nelson e K. H. Asay. 1978. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. Crop Sc., 18(5):715-719.
- Lemaire, G. e M. Agnusdei. 1999. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: International Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, Curitiba. Anais... Universidade Federal de Curitiba, Curitiba, pp. 165-186.
- Lemaire, G. e D. Chapman. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J. e A.W. ILLIUS (Eds.) The ecology and management of grazing systems. Wallingford: CAB International, pp. 3-36.

- Medeiros, R. B. e C. Nabinger. 2001. Rendimento de sementes e forragem de azevém anual em resposta a dose de nitrogênio e regime de corte. *R. Bras. Sementes*, 23(2):145-154.
- Müller, L., P. A. Manfron, S. L. P. Medeiros, N. A. Streck, A. Mittelmann, D. D. Neto, A. H. Bandeira e K. P. Morais. 2009. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. *Ciê. Rural*, 39(5): 1343-1348.
- Nabinger, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. 1997. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 13, 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEAL, pp. 15-95.
- Nabinger, C. e L. da S. Pontes. 2001. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, pp. 755-771.
- Oliveira, L. V., O. G. L. Ferreira, R. A. T. Coelho, P. P. Farias e R. F. SILVEIRA. 2014. Características produtivas e morfofisiológicas de cultivares de azevém. *Pesq. Agropec. Trop.*, 44(2):191-197.
- Pedroso, C. E. S., D. B., Menezes Neto, A. B. Affonso., P. L. Monks., R. M. G. esteves., O. G. L. Ferreira., P. V. D. Moraes e Siewerdt, L. 2005. Preferência de ovinos sob pastejo em azevém anual em diferentes alturas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia. Anais... 2005, CD-ROM.
- Pontes, L. S., C. Nabinger., P. C. F. Carvalho., J. K. Trindade., D. P. Montardo e R. J. Santos. 2003. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. *R. Bras. Zoot.*, 32(4):814-820.
- Salisbury, F. B. e C. W. Ross. 1992. *Plant physiology*. 4. ed. California: Wadsworth, 682 p.
- Silveira, M. C. T. 2006. Caracterização morfogênica de oito cultivares do gênero *Brachiaria* e dois do Gênero *Panicum*. Dissertação de *M.Sc.* Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Viçosa, MG, 91 p.
- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2004. Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC (CQFS RS/SC). Manual de adubação e calagem para estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. SBCS/NRS. 10. ed. Porto Alegre, 400 p.
- Spedding, O. R. W. e E. O. Diekmahns. 1972. *Grasses and legumes in british agriculture*. Bucks: Commonwealth Agricultural Bureaux, London, 250p.
- Tonetto, C. J., L. Müller., S. L. P. Medeiros., P. A. Manfron., A. H. Bandeira, K. P. Morais, L. T. Leal., A. Mittelmann e D. D. Neto. 2011. Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. *R. Zootec. Trop.* 29(2):169-178.

La propiedad intelectual como soporte en la gestión del conocimiento. Su importancia en el proceso de investigación científica

Intellectual Property as support in knowledge management. It's importance for scietific ressearch process

Rafael Ramírez Mirabal

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Agente Oficial de la Propiedad Intelectual. Correo electrónico: rafael@censa.edu.cu. San José de las Lajas, Provincia Mayabeque, Cuba. Código postal 32700.

RESUMEN

Se brinda una panorámica sobre la gestión de activos intangibles originados del conocimiento creado por la investigación científica, y de cómo se constituyen en factor fundamental para crear ventajas competitivas para las organizaciones. La creación de nuevos productos y servicios depende en gran medida de la difusión y valorización de los resultados de la investigación financiada con fondos públicos, por lo que también se valoran las alternativas de proteger estos resultados como invenciones a través de patentes, o publicarlos en una revista científica, de manera que pueda desarrollarse una coexistencia estratégica y oportuna de estas dos formas de protección. Para mostrar una nueva perspectiva en la gestión de activos intangibles se describe la experiencia desarrollada en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) de Cuba, donde se ha implementado un Sistema Interno de Propiedad Intelectual, en el que las diferentes acciones vinculadas a todo el proceso de transformación del conocimiento en intangibles negociables, se gestiona como un sistema de procesos que logra efectividad en el completamiento del ciclo de investigación–negocio, respondiendo a así los intereses de la organización. Este Sistema puede ser útil en otras organizaciones con funciones semejantes.

Palabras clave: gestión del conocimiento, propiedad intelectual, negocio investigación, ingresos.

ABSTRACT

It provides an overview of the intangible assets management arising from the scientific research knowledge, and how this constitutes a key factor to create competitive advantages for organizations. The creation of new products and services depends largely form the publicly funded research results dissemination and exploitation, so alternatives to protect these results as inventions through patents, or publish them on a scientific journal are also evaluated, so you can develop strategic and oportune coexistence of these two protection forms. Showing a new perspective in the management of intangible assets, the developed experience at the National Center for Animal and Plant Health (CENSA) of Cuba, is described. In this case an Internal Intellectual Property System has been implemented, in which the different actions related with knowledge transformation into intangibles assets ready for business, is managed as a process system that achieves effectiveness in completing research-business cycle, answering in a satisfactory way the organization interests. This system may be useful in other organizations with similar functions.

Key words: Intellectual Property, Knowledge Management, Research, Business Income.

INTRODUCCIÓN

La Gestión del Conocimiento se ha identificado como un nuevo enfoque gerencial que reconoce y utiliza el valor más importante de las universidades y las organizaciones: el recurso humano, su conocimiento, y el aporte que con él hace a sus organizaciones (anónimo, 2003). Se reconoce que conocimiento es poder y que los activos intangibles (entre ellos el conocimiento), juegan un papel fundamental para crear ventajas competitivas para las organizaciones. Es decir que el conocimiento por sí mismo no es relevante, en tanto no pueda ser utilizado para dar origen a acciones de valor (Narváez, M.C., 2003).

En su intervención ante el Seminario Latinoamericano para el Intercambio y la Actualización en Gerencia de la Ciencia y la Innovación, la ministra de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de Cuba, Dra. Rosa Elena Simeón Negrín expresaba que, "En particular, la gestión del conocimiento permite aprovechar el conocimiento adquirido por las organizaciones. Ello dará la posibilidad no sólo de usarlos adecuadamente sino también de protegerlos e incrementarlos. Entonces, la gestión del conocimiento correctamente empleada podrá aportar riqueza a su organización y a la sociedad de modo más efectivo y seguro". Simeón (2001).

Por otra parte, el Dr Agustín Lage Dávila, destacado líder de la investigación científica cubana y uno de los principales protagonistas de los avances de la Biotecnología de su país (2002), expresó que, "El concepto de "ciclo completo" para el conocimiento nos lleva al análisis de cómo se incorpora el conocimiento a activos negociables. La primera vía es el conocimiento incorporado al producto mismo, y a su precio. Es lo que ocurre con las proteínas recombinantes y otros productos de la Biotecnología. Ello requiere también propiedad intelectual. Un instrumento que tarde o temprano entrará en crisis a escala mundial pero que por el momento es imprescindible emplear. En Cuba estamos ya operando con más de 500 patentes en el sector de la Biotecnología. Es "propiedad del conocimiento" pero en manos diferentes y con un significado social diferente. Su significado no puede dissociarse del carácter social, estatal, de la propiedad de los centros

científicos que son los titulares de esas patentes. Ello da valor agregado y debemos encontrar cada vez formas más eficientes de realizar ese valor en las transacciones comerciales con países industrializados. Se trata de aprovechar la oportunidad creada por la economía del conocimiento para defender una alternativa de desarrollo socioeconómico diferente a la globalización neoliberal "

Aportando la idea de que la gestión del conocimiento es la capacidad de una organización para administrar la creación, difusión, adaptación y utilización de conocimientos valiosos y su integración en negocios, sistemas, procesos, productos y servicios, Enrique Medellín Cabrera (2002), especialista en administración de tecnología y vinculación de la universidad con su entorno social y productivo en México, centra su atención en la identificación y valoración del capital intelectual haciendo un análisis de sus facetas, tanto desde el punto de vista de sus integrantes, el capital humano y el capital estructural, como de la expresión, interna y externa, de sus variables. Ofrece un detallado análisis de la formación y entrega de valor en los centros de investigación y desarrollo, señalando las necesidades de creación en los mismos de determinadas capacidades para adaptarse a las condiciones actuales del mercado y finaliza presentando un gráfico que resume las características del laboratorio de I&DT como un sistema y su relación con la cadena del valor.

Un enfoque alternativo a las consecuencias privatizadoras del conocimiento es la colaboración que se facilita a través de mecanismos tales como la creación de centros coordinadores de patentes, patentes mancomunadas y arreglos de libre acceso, mediante los cuales se ceden derechos comunes de propiedad o arreglos liberales de licencia, que ponen las tecnologías en el dominio público.

Una patente mancomunada es un acuerdo entre los titulares de patentes de licenciar sus respectivas patentes entre ellos o a terceros sobre una base de no exclusividad. Se puede hacer directamente o por medio de un intermediario. La patente mancomunada puede provenir de un mandato gubernamental o un arreglo de parte de la industria donde el negocio de perfil monopólico de patentes dificulta los avances tecnológicos.

En general, la patente mancomunada puede ayudar a integrar tecnologías complementarias, reducir los costos de transacción, allanar posiciones bloqueadoras, evitar litigios costosos y promover la disseminación (anónimo 2007).

Además, el director general del Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI), comentaba que al tratarse de un proceso largo y costoso, las universidades y los centros de investigación deben analizar puntualmente qué es lo que conviene resguardar bajo el sistema de propiedad intelectual, y de esa forma dar prioridad a proyectos e investigaciones con amplias posibilidades de ser patentables y comercializables, sobre todo a aquellas que sólo cuenten con el apoyo institucional. “Aunque eso no quiere decir que se deje de apoyar la ciencia básica, que finalmente es la base de los desarrollos aplicables”, aclaró. Esto, añadió, debe corresponderse con el hecho de que “las solicitudes de patente no están peleadas con las publicaciones indexadas, como muchos investigadores creen, pues “hay un periodo de 12 meses, a partir de la divulgación del proyecto a través de presentaciones en congresos o revistas especializadas, para realizar una solicitud de patente sin ningún problema” (Agencia ID Ciencia Tecnología Innovación, 2009).

La creación de nuevos productos y servicios depende en gran medida de la difusión y valorización de los resultados de la investigación financiada con fondos públicos. Con objeto de promover los resultados de la investigación científica, la Comunidad Económica Europea (CEE) ha adoptado una recomendación con la que busca mejorar la gestión de la propiedad intelectual y la transferencia de conocimientos por parte de los organismos públicos de investigación (OPI) contribuyendo así a la construcción de la sociedad del conocimiento. Para crear nuevos mercados, señalan que los OPI deben gestionar su propiedad intelectual (PI) correctamente. Esto facilita la transferencia de conocimientos y nuevas tecnologías a las empresas, a través de la concesión de licencias y la creación de empresas semilla (“spin-offs”).

Se proponen en este caso un conjunto de principios que los estados miembros de la CEE deberían respetar en relación con las

transferencias de conocimientos y la gestión de PI para los organismos públicos de investigación y las universidades europeas. De acuerdo con estos principios, se ha animado a los Estados miembros a:

- convertir la transferencia de conocimientos en una asunto prioritario para los OPI.
- promover el desarrollo de capacidades y competencias en el campo de la PI, la transferencia de conocimientos y la iniciativa empresarial entre los organismos públicos de investigación.
- permitir la difusión de los resultados de investigación obtenidos gracias a la financiación pública (publicaciones), garantizando la debida protección de la propiedad intelectual.
- garantizar un tratamiento justo y equitativo de los proyectos de investigación internacionales en lo que respecta a los derechos de propiedad intelectual, en beneficio de todos los socios implicados; (CEE, 2011).

Es conocido que los mecanismos de mercado son incapaces de ofrecer soluciones que lleven a las empresas a realizar un nivel de inversión “socialmente óptimo” en la producción de conocimientos. La sociedad en su conjunto corre el riesgo de encontrarse en estado de sub-inversión permanente en investigación, y de no poder disponer del flujo de nuevos conocimientos e innovaciones necesarias para la búsqueda del crecimiento económico y del bienestar colectivo. Para superar este tipo de falla del mercado, la teoría económica concuerda en que hay que recurrir a “arreglos institucionales” particulares, es decir mecanismos no mercantiles, para crear el tipo de estímulo apropiado al buen desarrollo de la inversión en investigación, y de manera más general, en “actividades inventivas”. Uno de los mecanismos incitativos para limitar el “costo” de la innovación. es la implementación de derechos de propiedad intelectual (DPI), especialmente patentes atribuidas a los inventores. (Coriat, 2008).

Los activos intangibles pueden representar hasta tres cuartas partes del valor de las empresas y los DPI han alcanzado un nivel tal de visibilidad e incidencia financiera que las transacciones basadas en la propiedad intelectual van ganando una creciente importancia. De ahí que

las empresas necesiten desarrollar una gestión adecuada de esos activos intangibles, entre los que figuran las patentes, las marcas y los derechos de autor. (Comisión CEE, 2011).

Patentes y Publicaciones. Coexistencia oportuna y necesaria

Como hemos podido comprobar en nuestro análisis, la investigación subvencionada con fondos públicos está también obligada en la actualidad a lograr ganancias que las amorticen y las hagan sostenibles. Por estas razones, se señala que algunos proyectos son financiados por privados y en esos casos, estos privados desean obtener un beneficio económico de la investigación, o al menos disminuir, en la medida de lo posible, los costos (Eberhard, 2010).

Los investigadores de las universidades u organismos públicos de investigación que desean maximizar el valor de sus invenciones o resultados de investigación tienen como alternativas proteger sus invenciones a través de patentes, y también publicar sus resultados en una revista científica.

Hay diferentes otras formas de protección de una invención, por ejemplo, mediante la no divulgación, o mantenimiento del secreto; pero el análisis que nos ocupa se centrará en la publicación y las patentes.

En el ámbito académico, la prioridad se da a menudo a la publicación de los resultados sobre la protección de ellos. Además, el currículo en los campos académicos y técnicos con frecuencia se mide por la cantidad de publicaciones científicas en revistas de categoría "A" o alto factor de impacto, en lugar de cómo los resultados han sido útiles o patentados. Sin embargo, es importante señalar que la publicación y las patentes no son excluyentes, y es posible lograr ambas cosas.

Las patentes se han ido apoderando cada vez más de los contextos académicos y también en el currículo ha ido ganando en importancia, el número de inventos patentados por el académico. Se observa un cambio en la medición del rendimiento para los investigadores académicos, el cambio de percepciones en favor de agregar valor económico a la comunidad a través de la comercialización de la investigación académica. En una relación consecuente, la industria

promociona cada vez más la publicación de resultados de la investigación, para atraer a los inversores, mejorar la reputación o evitar que una invención sea patentada por un competidor (Potočník, 2009).

Como se describe más adelante, a pesar de que las patentes y la publicación siguen siendo instrumentos diferentes, se combinan cada vez más de forma simultánea con el fin de obtener las ventajas de ambas estrategias. Como se ha podido apreciar, es importante tener en cuenta que no se trata de una elección entre publicar y patentar, sino de asegurar que no se ponga en peligro la obtención del valor económico de la investigación producto de publicaciones inoportunas. Esto puede lograrse precisando correctamente el momento de la publicación.

Otro aspecto importante a considerar es que en el proceso de preparación y presentación de una patente, ya sea sobre un producto o proceso, debe evitarse la publicación, previo a la solicitud formal, de aquellos aspectos que estén relacionados con la esencia de lo que será reivindicado en cada caso. No obstante, los resultados que no parten de la esencia, tales como estudios de estabilidad, pruebas clínicas, evaluaciones pre clínicas, seguridad y eficacia de procesos, entre otros; pueden ser publicados simultáneamente en esta etapa, y de esta forma continuar aportando al currículo científico del investigador y de su institución.

Publicación defensiva

Este tipo de publicación puede resultar en muchas ocasiones, una solución para la preservación de la titularidad y autoría, en la gestión de propiedad intelectual.

Las patentes sólo se otorgan para lo que es nuevo. Si el inventor o la institución a la que pertenece, no están interesados en obtener un monopolio con fuerza legal, sino que sólo desean asegurar que su invento no pueda ser patentado por ninguna otra persona, una opción es publicarlo. En la mayoría de los países esto garantiza que luego de la fecha de publicación, toda patente que se desee registrar sobre la misma invención, será considerada inválida. Solamente en los Estados Unidos esto no es así.

En estos casos, la Oficina de Patentes de los EE.UU. ha desarrollado un sistema de publicación defensiva, llamado Registro Estatutario de Invención (35 USC 157). El solicitante de una patente que no desea el monopolio, puede solicitarla de la forma corriente, pero también pedir que su solicitud sea publicada sin previo examen de novedad. Antes de realizar la publicación, se examina la solicitud a efectos de determinar si el invento ha sido descrito de manera tal que pueda ser reproducido y si es técnicamente útil. La ventaja de este sistema, sobre el de la publicación solamente, radica en que el inventor que publica, establece su invención sólo a partir de la fecha de publicación (que puede ser meses o años después que la investigación fuera realizada). En caso de reclamaciones y existencia de un procedimiento de interferencia, ambas partes pueden demostrar lo que realmente hicieron y cuándo (CEE, 2011).

Otro enfoque del asunto pudiera ser que no todas las invenciones son clave para el éxito comercial de una empresa y optar por publicar estas invenciones inhibe a otros obtener patentes en un futuro para el mismo invento, asegurando a sus propietarios el reconocimiento y paternidad. Aunado a el exorbitante número de solicitudes de patentes, implica que se otorguen patentes que no se podrían mantener, ni legal, ni económicamente, obligando al inventor o a sus licenciantes a arriesgar su patrimonio para defender sus derechos de propiedad intelectual. Publicar estos inventos en el dominio público es una buena manera de prevenir el otorgamiento de estas posibles patentes competidoras.

Las universidades y otras instituciones que operan con fondos públicos, en muchas ocasiones quieren emitir licencias de sus tecnologías sin tener que esperar el otorgamiento de una patente. El publicar estas tecnologías, pendientes de patentarse, haciéndolo de manera adecuada y preservando el secreto de los aspectos esenciales, les permite explotar comercialmente las licencias que puedan otorgarse, manteniendo su PI. Esta forma de actuar puede ser una manera fácil y ágil para extender la vida útil de las licencias de una nueva tecnología (Sánchez, 2013).

Resultados y hallazgos en la Gestión de PI en el CENSA

Uno de los aspectos principales en la gestión del conocimiento es lograr su completa coherencia con otras herramientas que en la época actual resultan decisivas para el logro de la excelencia y rentabilidad de las organizaciones como son; la Gestión de Calidad, La Gestión de Procesos, la Planeación Estratégica, la Gestión de Propiedad Intelectual, entre otras (Ramírez, 2008).

Actualmente los procesos son posiblemente el elemento más importante y más extendido en la gestión de las empresas, universidades y organizaciones en general, especialmente en las que basan su sistema de gestión en la calidad total. Este interés por los procesos ha permitido desarrollar una serie de técnicas relacionadas con ellos. Por otro lado están los modelos de gestión, en que los procesos tienen un papel central como base de la organización y como guía sobre la que se articula el sistema de indicadores de gestión (Correa, 2004).

Las diferentes acciones a desarrollar en el trabajo en propiedad intelectual pueden gestionarse como un sistema de procesos para lograr un verdadero aprovechamiento de sus posibilidades y que la PI sirva adecuadamente a los intereses de las organizaciones y países donde es creada, de modo que realmente propicie un clima de confianza en el desempeño de las actividades en el comercio, la colaboración científico-técnica, la actividad de innovación-desarrollo y la negociación de cualquiera de las manifestaciones del conocimiento que sea creado.

A partir de lo antes expuesto, en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), una organización de I+D+I de Cuba, se desarrolló un Sistema Interno de Propiedad Intelectual (SIPI) que ha permitido lograr mayor eficiencia en la gestión de esta especialidad aplicando estos conceptos, que también puede ser útiles en otras organizaciones con funciones semejantes (Ramírez, 2005). Se realizó la identificación de los procesos aplicando un diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa, 1988) donde se consideraron como elementos básicos las Pautas o Requisitos rectores del Sistema Nacional Cubano de Propiedad Industrial (CITMA, 2002) y también se incorporaron los elementos del Derecho de

Autor útiles en la protección de los resultados que se obtuviesen, así como las posibilidades del Secreto Empresarial o Información No Divulgada.

Se identificaron 5 procesos fundamentales, a los que se les denominó para un más fácil manejo: Evaluación de Derechos, Control de la Información, Solicitud de Derechos, Explotación Comercial y Capacitación.

El establecimiento de las interrelaciones entre los procesos identificados se realizó definiendo el mapa de procesos, que debe ser el primer paso para poder comprenderlos y mejorarlos (Navarro, 2002). El mapa del proceso del SIPI se presenta en la Figura, donde se muestran las interrelaciones entre los 5 procesos que lo integran. Siguiendo los criterios de Jiménez, 2005, se consideraron como procesos clave los de Evaluación de Derechos, Explotación Comercial y Solicitud de Derechos, pues en ellos se concentran las acciones básicas y fundamentales a ejecutar.

Quedaron evidenciadas las interrelaciones entre los procesos definidos, donde los elementos de salida de unos se convierten en los de entrada de los otros, cerrando el ciclo desde la identificación en los proyectos como fuente de resultados protegibles, hasta que se llega a su explotación comercial como activos intangibles concedidos, tanto nacional como internacionalmente. El resultado final de la aplicación del sistema permite convertir el resultado científico o conocimiento creado en intangibles negociables de PI.

Para la elaboración de toda la documentación soporte de los procesos identificados, se utilizaron los fundamentos del aseguramiento de la Calidad expresados en las normas ISO 9001:2008 (ONN, 2008), manteniéndose tres principios fundamentales: “documentar los pasos a dar”, trabajar por “procesos” y “registrar” las acciones efectuadas. También se cumplieron los cuatro aspectos básicos que se plantean como requisitos en la Norma ISO 9001:2008: Identificación y Definición de los procesos;

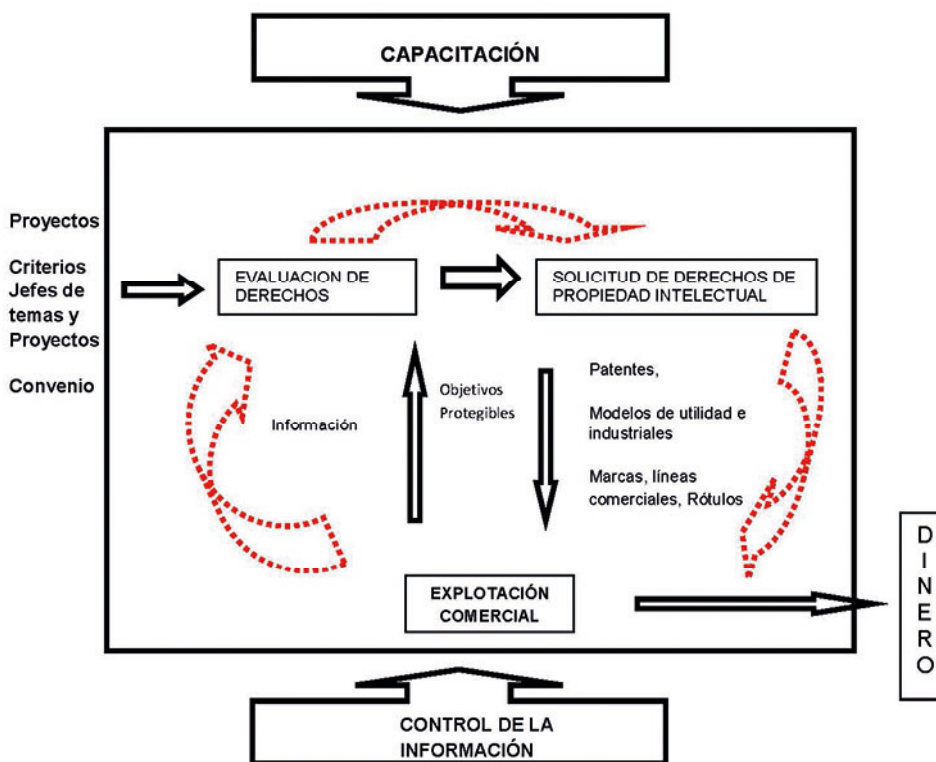


Figura. Mapa de los procesos del Sistema Interno de Propiedad Intelectual del CENSA.

designación de los Responsables; Elaboración y Mantenimiento de los procedimientos o documentos guía de cada uno y la valoración de la Efectividad en alcanzar el resultado que se necesita.

En el transcurso de los 10 años posteriores a la aplicación del SIPI en el CENSA, se han obtenido resultados muy favorables, tal y como se describe por Ramírez *et al.*, 2010.

CONCLUSIONES

En Europa las posiciones actuales aconsejan alentar a los estados miembros de la CEE a que definan o adopten políticas u orientaciones sobre la gestión de la propiedad intelectual y la transferencia de conocimientos, como parte de su Código de Buenas Prácticas para las universidades y otros organismos públicos de investigación. De este modo, asumen que se contribuye a fomentar la valorización y el aprovechamiento de los resultados de la investigación científica financiada con fondos públicos, cuyo cometido es la innovación comercial y social, para atraer a nuevos talentos y medios de financiación del sector privado europeo y mundial.(CEE, 2011).

Por otra parte en los Estados Unidos, a partir de los años 1980, se asiste a una verdadera actualización de los principios subyacentes a la política pública en materia de DPI, que conduce a la implementación de un verdadero régimen nuevo y distingue aspectos cruciales con respecto al que había prevalecido hasta el momento. En la práctica, las universidades y laboratorios de investigación académica están autorizados por una nueva legislación a registrar patentes sobre los productos de sus investigaciones – inclusive, cuando estas investigaciones son financiadas con fondos públicos. Este paso se dio en 1980 con la votación de la Bayh-Dole Act. Esta ley fundamental introdujo una serie de disposiciones nuevas y complementarias. Por un lado, se autoriza el registro de patentes sobre los resultados de la investigación financiada con fondos públicos. Por otro, se abre la posibilidad de ceder estas patentes bajo la forma de licencias exclusivas a firmas privadas o de constituir con ellas asociaciones del tipo joint ventures, cuya intención es aprovechar los conocimientos así cedidos, para comerciar directamente

(vendiendo los conocimientos mismos bajo la forma de licencias a terceros) o para explotarlos y obtener productos comercializables (Coriat 2008).

Como pudimos observar en el trabajo del CENSA los resultados satisfacen las expectativas expresadas por otros autores que señalan, la necesidad imprescindible de garantizar la obtención de rentabilidad a partir de la explotación, licencia o transferencia, de los activos de propiedad industrial e intelectual, definiendo una política homogénea, clara y uniforme en esta materia (Vega, 2010). En este mismo sentido se señala que la mejor forma de concienciar e implicar a los empleados a todos los niveles en un cambio de mentalidad, es implantar un Sistema de Gestión de Propiedad Industrial e Intelectual que garantice la gestión eficaz en esta materia, de acuerdo a las directrices organizativas y de negocio.

En Cuba en la actualidad, se cuenta hoy con un bloque científico, que en la rama de la biotecnología y siguiendo los conceptos que hemos venido analizando, aporta a la sociedad cubana, no solo beneficios en materia de mejor calidad de vida y de salud, sino además, en aspectos tan relevantes como el intercambio a nivel político y comercial con naciones del mundo que identifican esta esfera de la ciencia y la tecnología como un nuevo camino para estrechar las relaciones de amistad y colaboración. Entre los años 2007 y 2008 el sector de medicamentos biotecnológicos se ha situado como el segundo renglón de exportación del país gracias a la exportación de unos 180 productos generados por esta esfera de la ciencia cubana. De un año a otro ocurrió un incremento de hasta un 13% en un plan de exportación dirigido en el 2008 hacia 58 países del mundo (Pérez, 2009).

En todo este proceso de cambio están involucrados los DPI. Este mecanismo aplicado en el sistema de la biotecnología cubana se ha insertado en función de lograr la protección de las tecnologías e invenciones desarrolladas, considerando la oportunidad que representa el que Cuba sea uno de los países signatarios del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT). A lo largo de todo el globo terráqueo el otorgamiento de patentes cubanas ha constituido un aspecto reconocido.

En 15 años se han otorgado aproximadamente 500 patentes que reconocen innovaciones en el campo de vacunas y fármacos, fundamentalmente generados por el trabajo conjunto de las más de 50 instituciones científicas con la colaboración de una veintena de centros universitarios. El país ha sabido oportunamente utilizar estas fortalezas como sólida herramienta de solidaridad e intercambio comercial con fuertes ramificaciones políticas, muy por el contrario a las políticas que abundan internacionalmente al lograr implementar empresas mixtas y transferencias de tecnología a países subdesarrollados como prueba fehaciente de la cooperación Sur-Sur, con varios proyectos de colaboración técnico-comercial en Irán, en la India y en China, fundamentalmente. Del mismo modo, se han adoptado también las políticas convenientes para el intercambio con países de alto nivel de desarrollo y compañías farmacéuticas de alto nivel comercial.

La biotecnología cubana genera ingresos anuales que superan los 300 millones de dólares, y ocupa el segundo lugar en la exportación de bienes después del níquel (Groog, 2012).

Por último, tal como se ha sustentado, la gestión de los DPI, como parte de la gestión del conocimiento creado en la investigación científica, es una opción oportuna y necesaria, que se corresponde con las políticas de la gran mayoría de los países y que correctamente aplicada, debe constituir un fuerte punto de apoyo para el posicionamiento y desarrollo de universidades y centros de investigación que ejecutan sus actividades en el diverso escenario que muestran las economías de cada región, en la actualidad.

LITERATURA CITADA

- Agencia de Ciencia Tecnología Innovación Salud Medio Ambiente. 2009, julio. Quiénes somos Directorio Publicidad Contacto Mapa de sitio. Suplemento 50 Años CINVESTAV. Suplemento noticias. El papel de la propiedad intelectual. Disponible en línea: <http://www.invdes.um.mx/suplemento-noticias/407-el-papel-de-la-propiedad-intelectual>. [Mar. 05, 2012].
- Anónimo 2003. Capital intelectual. Disponible en línea: http://www.gestiondelconocimiento.com/conceptos_capitalintelectual.htm. [Abr. 15, 2003].
- Anónimo 2007. Derechos de propiedad intelectual e investigación. Noticia(s) 51 de 73. Disponible en línea: <http://web.idrc.ca>. [Abr. DIA, 2007].
- CEE. Comunidad Económica Europea 2011. Mayo. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social (COM 287 final. Disponible en línea: lacroinfo@idrc.ca y <http://archive.idrc.ca/library/document/102282/cuadro2.html>. [Jun. 13, 2013].
- CITMA 2002. Resolución No. 21/2002, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Sistema Nacional de Propiedad Industrial de la República de Cuba, 28 de febrero 2002. Gaceta Oficial de la República de Cuba, 7/01/03.
- Coriat, B. 2008. Derechos de Propiedad intelectual e Innovación: reflexiones y dimensiones. Disponible en línea: http://europa.eu/legislation_summaries/research_innovation/general_framework/ri0007_es.htm y <http://www.iade.org/modules/noticias/article.php?storyid=2373>. [Mar. 24, 2012].
- Coriat, B. 2008. Sobre la gestión de la propiedad intelectual en las actividades de transferencia de conocimientos. Derechos de Propiedad Intelectual e Innovación: reflexiones y dimensiones. Disponible en línea: http://europa.eu/legislation_summaries/research_innovation/general_framework/ri0007_es.htm y <http://www.iade.org/modules/noticias/article.php?storyid=2373>. [Mar. 22, 2012].
- Correa, J. 2004. Diseño de un procedimiento para la gestión de procesos en la gerencia comercial de la sucursal ALC. Disponible en línea: monografias.com. [Sep. 24, 2004].

- Eberhard, J. 2010. Enero. Patentes y Publicaciones. ¿Cómo generar los incentivos correctos? Disponible en línea: http://manzanamecanica.org/2010/01/patentes_y_publicaciones_como_generar_los_incentivos_correctos.html. [Mar. 22, 2012].
- Grogg, P. 2012, marzo. Biotecnología cubana toca las puertas del Norte. Inter Press Service en Cuba. Disponible en línea: http://www.ipscuba.net/index.php?option=com_k2&view=item&id=625:biotecnolog%C3%ADa-cubana-toca-las-puertas-del-norte&Itemid=8. [May. 15, 2012].
- Ishikawa, K. 1988. ¿Qué es el control total de la calidad. La modalidad japonesa. Ed. Ciencias Sociales, Ciudad Habana, Cuba.
- Jiménez, J. M. 2005. Gestión de proyectos: Introducción a la gestión por procesos. Gestión Empresarial. Disponible en línea: www.gestionempresarial.info. [Jun. 18, 2005].
- Lage, A. 2002. Propiedad y expropiación en la economía del conocimiento. En: Gestión del Conocimiento. Concepto, aplicaciones y experiencias. Faloh, R.; Fernández, M.C., La Habana, 2002.
- Medellín, E. 2002. Gestión del conocimiento y la entrega de valor en las organizaciones de investigación y desarrollo tecnológico. Gestión del conocimiento, conceptos, aplicaciones y experiencias. Editorial academia. La Habana, Cuba, pp. 102-105.
- Narváez, M. C. 2003. La creación del conocimiento y las tecnologías de la información. Disponible en línea: <http://www.monografias.com>. [Sep. 24, 2003].
- Navarro, E. 2002. Calidad, gestión de procesos y Tecnologías de la Información. Disponible en línea: <http://winred.com>. [Ene. 18, 2002].
- ONN. Oficina Nacional de Normalización. 2008. Norma cubana ISO 9001:2008 sobre Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos. La Habana, Cuba.
- Pérez, R. 2009. Repercusión de los resultados alcanzados por la Biotecnología Cubana en nuestra política exterior. Política Internacional 12 (enero-junio):92-113.
- Potočnik, J. 2009. Informe de la Comisión Europea, Dirección General de Investigación. La publicación de documentos y patentes. Orientación para los investigadores. Disponible en línea: http://www.liaison.tuc.gr/fileadmin/users_data/liaison/Library/IPR/Publishing_and_patenting_guidance_document.pdf. [Oct. 25, 2009].
- Ramírez, R. 2005. Sistema de Gestión de Calidad para Propiedad Intelectual en un centro de investigación agropecuario. Tesis de PhD. Universidad Agraria de La Habana, Centro Nacional La Habana, Cuba, 102 p.
- Ramírez, R. y A. Villoch. 2008. En busca de la excelencia en la gestión de Propiedad Intelectual. Boletín IPR Help Desk, CEE, No.37.
- Ramírez R., A. Villoch y A. Suárez. 2010. Propiedad Intelectual empleando la gestión de procesos con enfoque sistémico. Experiencia de aplicación en el CENSA. Rev. Salud Anim. Vol. 32 No. 3 (2010): 174-179.
- Sánchez, G. 2013. Disponible en línea: <http://www.marcas.com.mx/Default.htm>. [Jun. 20, 2013].
- Simeón, R. E. 2001. Intervención de la Dra. Rosa Elena Simeón Negrín, Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba en la inauguración del VI Seminario Iberoamericano para el Intercambio y la Actualización en Gerencia de la Ciencia y la Innovación, IBERGECYT'2001, Cuba. **En:** Gestión del Conocimiento. Concepto, aplicaciones y experiencias. Faloh, R.; Fernández, M.C., La Habana, 2002.
- Vega, J. 2010. Un paso más en la gestión de la Propiedad Industrial e Intelectual. Clarke, Modet & C^o España. Disponible en línea: <http://www.madrimasd.org/informacionIdi/analisis/opinion/opinion.asp?id=42815>. [Ago. 23, 2010].

Componentes de (co)varianza de la producción de leche de un rebaño bufalino venezolano estimados con modelos de lactancia completa o del día de control

(Co)variance components for milk production in a venezuelan buffalo herd analyzed by total lactation and test day models

Alberto Menéndez-Buxadera¹ y Omar Verde²

¹Universidad de Córdoba. Departamento de Genética. Madrid, España. Correo electrónico: ge1mebua@uco.es

²Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación. Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Fundacite). Unidad Territorial Yaracuy. Correo electrónico: omarverde@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó la producción de leche a 244 (L244) y 305 días (L305) para 9.814 partos ocurridos entre 1991 y 2012 de 2.680 hembras en un rebaño bufalino ubicado en Apure, Venezuela, generadas a partir de la producción diaria (lt) de 84.009 registros mensuales. Se estimaron los componentes de (co)varianza genético en lactancia completa (LT) para L244 y L305 y por regresión aleatoria sobre lt (TD). L244 y L305 aumentaron 750 kgs y 860 kgs respectivamente mientras que lt aumentó 2 kgs/día. Número de parto afectó significativamente los tres rasgos. Durante las primeras 11 semanas se presentaron los mayores niveles de producción diaria. El modelo LT produjo heredabilidad (h^2) de $0,29\pm 0,08$ y $0,26\pm 0,06$ para L244 y L305 respectivamente, mientras que la correlación genética (r_g) entre ambos rasgos fue de $0,95\pm 0,16$. Los resultados del modelo TD indicaron que los componentes de (co)varianza y la h^2 aumentan hasta la semana 15, con correlaciones superiores a 0,9 en semanas adyacentes. Análisis de componentes principales para lt en diferentes semanas de lactancias señalaron que el 89% y el 9% de la varianza genética están explicadas por el primer y segundo vector propio, indicando la posibilidad de aumentar el nivel lt y producir cambios en la forma de la curva. Los Valores Genéticos de los animales para L244 estimados según modelos LT y TD manifiestan gran variación y están fuertemente correlacionados ($r=0,869$). Se determina que los modelos TD son altamente recomendables en los programas de mejora de esta especie.

Palabras clave: producción láctea búfalos, parámetros genéticos, comparación de modelos.

ABSTRACT

Milk production was evaluated at 244 (L244) and 305 days (L305) for 9.814 births that occurred between 1991 and 2012 of 2.680 females in a buffaloes herd located in Apure, Venezuela, generated from daily (lt) production of 84.009 monthly records. Two procedures allowed to estimate the components of genetic (co)variance: one called total lactation (LT) for L244 and L305 and a random regression model known as Test Day (TD) on lt. L244 and L305 increased 750 kgs and 860 kgs respectively while lt increased 2 kgs/day. Number of calving exerted significant effect on the three traits. The highest daily production levels occur during the first 11 weeks. The LT model produced heritability (h^2) of 0.29 ± 0.08 and 0.26 ± 0.06 for L244 and L305 respectively, while the genetic correlation (r_g) for both traits was 0.95 ± 0.16 . The TD model results indicate that the (co)variance components and the h^2 increase until week 15, with correlations higher than 0.9 in adjacent weeks. Principal component analysis for lt in different weeks of lactations showed that 89 and 9% of genetic variance is explained by the first and second vector, indicating the possibility of increasing lt and produce changes in the shape of the curve. Breeding values of animals for L244 estimated by models TD and LT manifest a significant variation and are highly correlated ($r=0,869$). It is concluded that TD models are highly recommended in this specie improvement programs.

Key words: dairy buffaloes, genetic parameters, comparison of models.

Recibido: 28/05/14 Aprobado: 21/11/14

INTRODUCCIÓN

La zona tropical, en donde está ubicada Venezuela, presenta amplia diversidad ecológica, condiciones ambientales extremas, variable calidad de alimentos para los animales, así como enfermedades y parásitos detrimentales o mortales, por lo que la producción de proteína animal para el consumo humano requiere de rebaños adaptados a estas difíciles condiciones ambientales.

En Venezuela se estima la existencia del orden de 150.000 cabezas de búfalos, por lo que constituiría el segundo país de América en cuanto a población existente. Se considera una especie muy adaptada a las condiciones tropicales y con niveles productivos iguales o superiores al vacuno, pudiendo ser explotado en una amplia diversidad de ambientes ecológicos y sistemas de producción así como en sabanas inundables, ambientes en los cuales al vacuno le es difícil producir (Hoogesteijn *et al.*, 2008).

Los registros mensuales de la producción láctea de cada animal, conocidos como día de prueba (test day, TD), es una actividad que realizan regularmente los criadores de animales lecheros. En términos generales, de cada lactancia se dispone de aproximadamente 10 TD, los cuales se utilizan en una función que estima la Lactancia Total (LT) acumulada en un periodo de tiempo determinado.

En tal sentido, resulta obvio interrogarse sobre las ventajas de utilizar 'una variable resumen (dimensión finita), ejemplo: producción total de leche en una lactancia, en comparación al empleo de las variables originales repetidas temporalmente (dimensión infinita); ejemplo: pesajes mensuales de leche, a partir de donde se estimó aquella. Múltiples trabajos se han publicado sobre este tema, aunque le correspondieron a Ptak y Schaeffer (1993) el mérito de haber presentado una primera versión coherente de la evaluación de los registros de producción láctea en el día de control, internacionalmente conocido como Test Day Model (TDM). Un año más adelante, Schaeffer y Dekkers (1994), presentaron las bases de un procedimiento general para tratar los TDM mediante lo que se denomina Random Regresión Model (RRM) o Modelo de Regresión Aleatoria. A partir de esta publicación,

se ha generado una gran cantidad de resultados de aplicación de RRM a datos de diferentes escenarios de producción animal, como por ejemplo Swalve (2000) en ganado vacuno lechero y Meyer y Hill (1997) en crecimiento en el ganado vacuno.

En la especie bufalina bajo condiciones tropicales, también se han aplicado modelos de RRM, particularmente en Brasil (ver Tonhati *et al.*, 2008; Sesana *et al.*, 2010) con resultados aportando mayor información científica. Desafortunadamente en Venezuela no se han encontrado referencias con este tipo de aplicación a los resultados de los TD, no obstante, como ya se ha señalado, ser el segundo país en el continente en cuanto a inventario de búfalos y disponiendo de enormes aéreas de mucha humedad donde el búfalo puedes ser una opción que proporcione grandes beneficios económicos y sociales. De acuerdo a la excelente revisión de Hoogesteijn *et al.* (2008), el búfalo se ha adaptado muy bien a las condiciones del llano venezolano con niveles productivos comparables a los países vecinos de Brasil y Colombia y manifestando importantes variaciones fenotípicas, de manera que es oportuno llevar a cabo un análisis en detalle de las causas de variación en producción de leche, profundizando en sus componentes genéticos.

El objetivo de este estudio fue estimar los parámetros genéticos de la producción de leche total y diaria mediante modelos de Lactancia Total y Regresión Aleatoria de un rebaño de ganado bufalino ubicado en San Fernando de Apure, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El hato de donde proceden los datos se ha dedicado durante los últimos 40 años a la explotación del Búfalo de Agua (*Bubalus bubalis*). El rebaño actualmente ha sido seleccionado para la producción de leche con un plantel de más de 1.300 búfalas adultas. Se basa primordialmente en dos grupos raciales importantes, el Prieto Mediterráneo, traído de Italia y el Murrah, originalmente de la India, traído en varias importaciones desde Bulgaria, seguida de la introducción de semen de butoros probados para producción lechera mediante el uso de la inseminación artificial (IA) desde 1992.

La producción de leche se inició en el año 1981 en forma rudimentaria, ordeñando los animales a mano en corrales de palma. Posteriormente se construyeron cuatro galpones, donde las condiciones de trabajo eran más aptas tanto para las búfalas como para los ordeñadores, con techo, piso de concreto y bebederos, manejándose 75 búfalas por corral.

Este período de ordeño manual duró 4 años hasta que se decidió la tecnificación del proceso, el cual tuvo que superar varios problemas tales como el apoyo de la búfala sin el bucerro, la crianza artificial de los bucerros con nodrizas y la estacionalidad reproductiva. Estos inconvenientes actualmente superados, requirieron de la búsqueda de soluciones en otros países con más experiencia en esta especie, relativamente nueva en América (Hoogesteijn *et al.*, 2008).

Se utilizaron 110.554 registros diarios de producción de leche de 17.110 lactancias controladas de Septiembre de 1985 a Marzo de 2012 de 3 421 hembras, hijas de 1.915 madres y 340 sementales. Se eliminaron registros fuera del rango de la media \pm 3 desviaciones estándar, lactancias con menos de 3 TD controlados y aquellos TD registrados a más de 380 días de lactancia. Debido a las pocas observaciones disponibles, se eliminaron los datos de los partos ocurridos antes de Enero de 1991. Según

los días de lactancia cuando se realizó el TD, se agruparon en intervalos de 7 días (dim7= 1...53 niveles), el número de partos (np= 1,2,3...10 ó más); ordeños (no=2 niveles) y la fecha de control de TD se empleó como equivalente a grupo contemporáneo (gc = 1...257 niveles). La variable estudiada fue producción de leche total (lt) en el día de control. Finalmente, quedaron disponibles 84 009 TD de 9.814 partos de 2.680 hembras hijas de 1.508 madres y 328 sementales. Esta base de datos fue denominada como TDdata. El pedigree fue confeccionado con toda la información disponible y contenía un total de 4.812 animales con datos y sus antecesores sin datos.

De las mismas hembras presentadas en TDdata se captó la producción total acumulada hasta 244 (L244) y 305 días (L305) de lactancia. No se emplearon factores de ajustes para extender aquellas lactancias con una duración menor que los límites antes mencionados. El factor gc fue reemplazado por año-mes de parto (ym con 252 niveles). Esta base de datos fue denominada como LTdata. El Cuadro 1 presenta algunos indicadores generales de las bases de datos disponibles.

En términos estadísticos, se aplicaron varios modelos lineales de efectos fijos que incluyeron los efectos de gc; np, no y dim7 para TDdata mientras que para LTdata el efecto gc se

Cuadro 1. Características generales de la población de búfalos estudiada.

Animales con datos (n)	2.680
Animales en los pedigree (n)	4.812
Sementales (n)	328
Madres (n)	1.508
Período de tiempo (años)	1.991 a 2.012
Lactancias (n)	9.813
Mediciones en día de prueba (n)	84.009
Duración de lactancia *	277 \pm 61
Leche total a 244 días (kgs) *	1.586 \pm 501
Leche total a 305 días (kgs) *	1.728 \pm 593
Leche total diaria (kgs) *	7.02 \pm 2.5

* Media \pm desviación estándar

reemplazó con ym , con vistas a evaluar las respuestas generales de las variables dependientes estudiadas. Para estimar los componentes de (co)varianza genética se aplicaron dos modelos diferentes, aunque la representación general de estos modelos lineales mixtos es muy similar:

$$Y_i = Xb + Z_{1a} + Z_{2w} + I_{nr}$$

donde

b es un vector de efectos fijos definidos previamente (np ; no ; gc ; ym y $dim7$ en dependencia del modelo). a ; w y r son vectores de efectos aleatorios no correlacionados debido a los efectos genéticos animal (a); ambiente permanente debido a mediciones repetidas en el animal (w) y del error residual (r) respectivamente. Las matrices X ; Z_1 ; Z_2 e I son matrices de incidencia que conectan los efectos fijos y aleatorios con la variable dependiente. Las varianzas esperadas son:

$$\text{var} \begin{bmatrix} a \\ w \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \otimes G_a & 0 & 0 \\ 0 & I \otimes W_p & 0 \\ 0 & 0 & R \end{bmatrix}$$

Cuando se utiliza la base de datos LTdata, las variables dependientes fueron L244 y L305, por lo que se trata de un modelo animal bicaracter de repetibilidad (LTm), similar a los procedimientos clásicos aplicados a este tipo de datos. En este caso, como se señaló con anterioridad, los efectos de $dim7$ no son considerados y ym sustituye a gc . Los componentes de (co)varianza y el valor genético se estiman directamente de la solución del modelo.

Cuando se utiliza Tddata, se trata de aplicar un modelo de regresión aleatoria (TDm) a la variable lt ; en este modelo se incluyen los mismos efectos fijos previamente mencionados y, además, una covariable fija mediante un polinomio de Legendre de tercer orden que pretende modelar la curva de lactancia de toda la población. Los componentes esperados de (co)varianza y el valor genético pueden ser equivalentes a lo expresado para LTm, pero con algunas modificaciones, ya que se estiman a lo largo de la trayectoria de la lactancia cuantificada por cada punto de $dim7$. En este caso:

$$G_a = K_a = \ddot{O} \begin{bmatrix} A \sigma_{a_o}^2 & A \sigma_{a_s} \\ A \sigma_{a_s} & A \sigma_{a_s}^2 \end{bmatrix} \ddot{O}'$$

$$W_p = K_p = \ddot{O} \begin{bmatrix} I_w \sigma_{p_p}^2 & I_w \sigma_{p_s} \\ I_w \sigma_{p_s} & I_w \sigma_{p_s}^2 \end{bmatrix} \ddot{O}'$$

Los elementos \ddot{O} son los coeficientes del polinomio de Legendre equivalentes de Z_1 y Z_2 . Las matrices K_a y K_p se corresponden con los componentes de (co)varianza de coeficientes de regresión aleatoria para los efectos genéticos y de ambiente permanente respectivamente. A es el numerador de la matriz de parentesco entre los animales con datos y sus antecesores sin datos. I_w es la matriz identidad de orden igual al número de animales con datos; $R = I_e \sigma_e^2$ es un vector de varianza residual y \otimes es un operador de Kronecker.

Con tales formulaciones y empleando los coeficientes \ddot{O} correspondientes a los niveles de $dim7$ se estiman los componentes de (co)varianza a lo largo de la trayectoria de $dim7$. En este modelo, la estructura de var-covar contiene elementos de una función de orden q con un intercepto con varianzas $\sigma_{a_o}^2$ y $\sigma_{p_o}^2$; tantas pendientes con varianzas $\sigma_{a_s}^2$ y $\sigma_{p_s}^2$ como sea el orden de ajuste, así como las respectivas covarianzas σ_{a_s} y σ_{p_s} para los efectos genéticos y de ambiente permanente respectivamente.

En este modelo de TDm se compararon ajustes (q) de orden $q = 0, 1, 2$ y 3 así como varianza residual homogénea y heterogénea con 3 clases correspondientes a tres etapas de la lactancia representada por $dim7$. La elección del mejor modelo se llevó a cabo mediante los criterios informativos $-2 \log L$; AIC y BIC, de acuerdo a Foulley y Robert-Granie (2002). Para LTm, los parámetros genéticos de heredabilidad (h^2) y correlaciones genéticas (r_g) para cada variable se estiman mediante fórmulas clásicas mientras

que los valores genéticos esperados (VGE) de cada animal son las soluciones del efecto genético. Para TDm, estos parámetros se estiman a lo largo de la trayectoria de los i^{th} días de lactancia representados por $dim7$, aplicando un procedimiento propuesto por Jamrozik y Schaeffer (1997):

$$\sigma_{a_i}^2 = \Phi_i K_a \Phi_i'$$

$$\sigma_{p_i}^2 = \Phi_i K_p \Phi_i'$$

$$\sigma_{a_j} = \Phi_j K_a \Phi_j'$$

$$\sigma_{p_j} = \Phi_j K_p \Phi_j'$$

Los estimados de heredabilidad para cada j^{th} semana de lactancia (h_i^2) y las correlaciones genética entre la i^{th} y j^{th} semanas diferentes de la lactancia (r_{g_j}) se estiman según:

$$h_i^2 = \frac{\Phi_i K_a \Phi_i'}{\Phi_i K_a \Phi_i' + \Phi_i K_p \Phi_i' + \sigma_{e_i}^2} \quad y$$

$$r_{g_j} = \frac{\Phi_i K_a \Phi_j'}{\sqrt{\Phi_i K_a \Phi_i' * \Phi_j K_a \Phi_j'}}$$

Mientras que los VGE para el k^{th} esimo animal en la i^{th} semana de lactancia se estiman según:

$$VGE_k^i = \Phi_q^i a_k'$$

Donde el vector a_k contiene las soluciones de la regresión aleatoria para los efectos genéticos del animal k y Φ_q son los coeficientes del polinomio de Legendre del q orden considerado. Con este procedimiento se dispondrá de estimaciones del VGE para cada variable en cada semana de lactancia. Los VGE para las producciones acumuladas; por ejemplo, a 244 días de lactancia (semana 35) se obtienen por:

$$VGE_3 = 7 * \sum_{i=1}^3 VGE_i$$

Con este procedimiento se estiman los VGE según el modelo de TDm, los cuales se

compararán con los estimados según el modelo LTm para L244. Con los resultados obtenidos, se estimaron las correlaciones entre los VGE del modelo LTm y TDm así como el grado de coincidencia de los mejores 500 animales según ambos modelos.

El análisis de los datos se realizó con el ASREML 3.0 (Gilmour *et al.*, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generales del presente estudio (Cuadro 1) muestran un satisfactorio nivel de producción de leche del búfalo en Venezuela, comparables o superiores a los más recientes estimados publicados de Brasil (Mendes Malhado *et al.*, 2013) y Colombia (Cerón-Muñoz *et al.*, 2012). Referido a la base de datos estudiada, los niveles de producción de leche han manifestado un significativo incremento en el periodo de tiempo entre 1991 y 2008 y una ligera disminución en los últimos 3 años (Figura 1).

Este aumento fue del orden de 750 kg; 860 kg y 2 kg/d en L244; L305 y Lt respectivamente. Al propio tiempo existe una importante variabilidad con coeficientes de variación fenotípico de alrededor 33% en las tres variables dependientes antes mencionadas. De acuerdo a ello, es evidente que el desarrollo y explotación de esta especie puede proporcionar importantes beneficios económicos y sociales a Venezuela aprovechando las enormes aéreas disponibles en este país susceptibles de inundaciones y donde el vacuno no es la opción.

El número de parto ejerció un significativo efecto sobre L244; L305 y Lt (Figura 2) aumentando entre el 11% al 16 % los resultados del cuarto o quinto parto respecto a la primera lactancia. Similares tendencias se presentaron en Brasil (de Amorin-Ramos *et al.*, 2007); Colombia (Cortes *et al.*, 2012); Cuba (Garcia *et al.*, 2012) o en rebaños más especializados de Italia (Catillo *et al.*, 2002).

En general, la forma de la curva de lactancia (Figura 3) presenta un incremento entre primero y segundo o más partos aunque manifiestan el mismo patrón. Durante las primeras 10 u 11 semanas se presentan los mayores niveles de producción diaria y posteriormente una fase

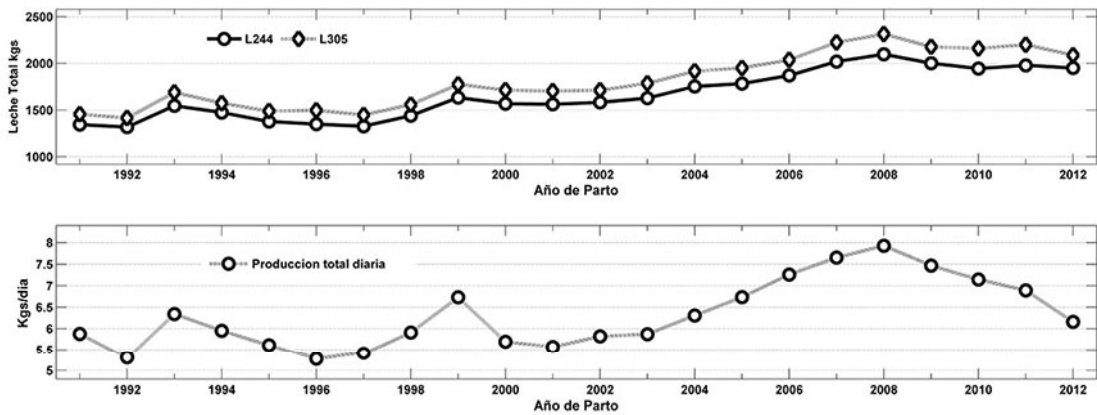


Figura 1. Constantes mínimo cuadráticas de la producción de leche en el periodo de tiempo analizado.

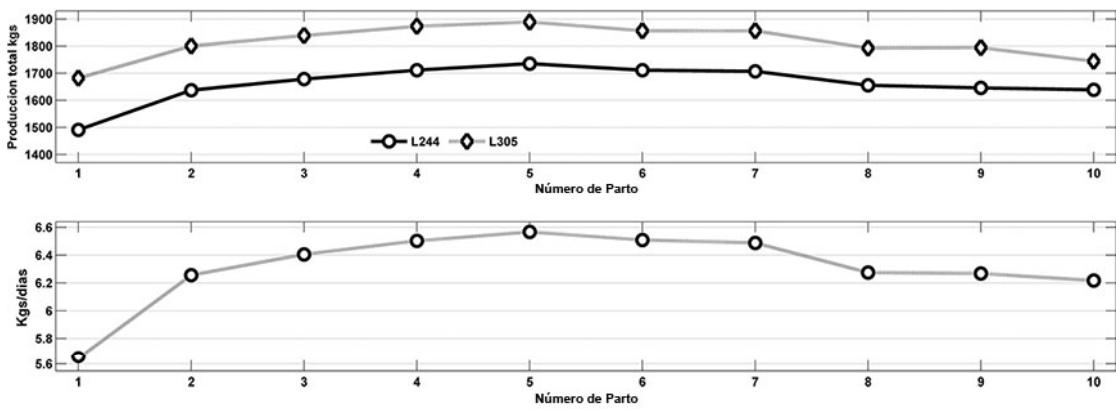


Figura 2. Efecto del número de parto sobre la producción de leche acumulada y en el día de control.

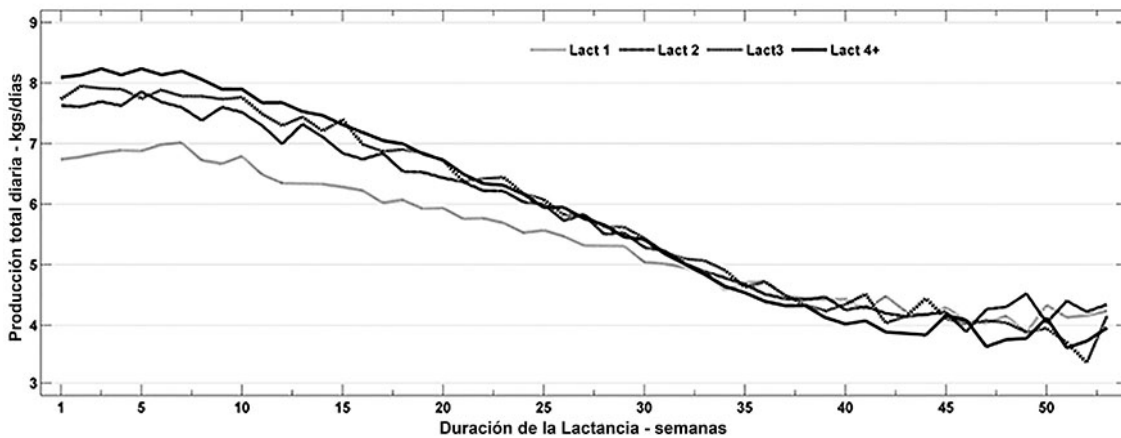


Figura 3. Curva de lactancia.

de decrecimiento. Este tipo de respuesta es muy similar a la publicada por Breda *et al.*, (2010) en búfalos Murrah de Brasil. Cuando los registros mensuales se expresan en clases de 30 días, se presentan formas de respuestas muy semejantes en búfalos de Colombia, (Cortes *et al.*, 2012) y Brasil (Tonhati *et al.*, 2008).

Los estimados del LTm permitieron obtener una heredabilidad (h^2) de $0,29 \pm 0,08$ y $0,26 \pm 0,06$ para L244 y L305 respectivamente, mientras que las correlaciones genéticas (r_g) entre ambos rasgos fue de $0,95 \pm 0,16$ indicando que prácticamente se trata del mismo rasgo. Los estimados de repetibilidad (R) para los mismos caracteres fueron semejantes $R=0,45 \pm 0,10$. Estos estimadores están dentro del rango de las publicaciones realizadas en búfalos mantenidos en países vecinos de Colombia y Brasil (Cuadro 2). La magnitud de los coeficientes de variación (CV) de origen genético aditivo y total fueron ligeramente inferiores pero, a pesar de, con la posibilidad cierta de desarrollar un programa de mejora.

Los componentes de (co)varianza según el modelo TDm se estimaron por un proceso paso a paso. El modelo 1 de orden $q=0$ asume que no hay variación entre animales en la forma de la curva de lactancia, lo cual es equivalente a un modelo de repetibilidad. Los modelos 2; 3 y 4 consideran que existen variaciones genéticas en la curva de lactancia, las cuales se modelan según un polinomio de Legendre lineal ($q=1$),

cuadrático ($q=2$) y cúbico ($q=3$) respectivamente. En estos primeros cuatro modelos se asume que la varianza residual es homogénea. El modelo 5 es similar al modelo 4 pero incluye una varianza residual heterogénea. Los efectos aleatorios de ambiente permanente se asumieron del mismo orden descrito previamente. Dado que los efectos fijos de estos 5 modelos son los mismos, se puede seleccionar aquel con mejor ajuste mediante los criterios informativos de -2 LogL ; AIC y BIC (Foulley y Robert Granie, 2002). Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Cualquiera que sea el orden de ajuste, asumir la existencia de variación genética en la forma de la curva de lactancia es la alternativa más adecuada a los datos disponibles. Los resultados fueron coincidentes en identificar un modelo de tercer orden como el que mejor se ajusta a los datos (modelos 4 y 5). De acuerdo a las publicaciones de Breda *et al.* (2010) y Aspilcueta-Borquis *et al.* (2013) con datos de búfalo en las condiciones de Brasil, es recomendable emplear varianza residual heterogénea, y en el presente trabajo los resultados del modelo 5 con 27 parámetros corroboran este punto de vista. Los componentes de varianza, así como los parámetros genéticos básicos se muestran en la Figura 4.

Los resultados indican un patrón con ligeros incrementos en las varianzas genéticas y fenotípica totales en las primeras 15 semanas de lactancia, una etapa bastante uniforme entre 15 y 25 semanas de lactancia y posteriormente

Cuadro 2. Estimados de heredabilidad y repetibilidad de la producción acumulada de leche en búfalos criados en la región.

Autor	Nº Animales*	h^2	R	CV aditivo(total)
Campos <i>et al.</i> , 2007	(4.389)	0,22	0,51	ND
Tonhati <i>et al.</i> , 2008	7.392 (3.078)	0,19	0,43	15,8 (34,1)
Aspilcueta-Borquis <i>et al.</i> , 2010	11.760 (4.757)	0,26	0,41	15,4 (30,2)
Baldi <i>et al.</i> , 2011	1.879 (4.408)	0,20	0,44	12,1 (27,2)
Ceron-Muñoz <i>et al.</i> , 2012**	6.130 (6.825)	0,34	0,42	ND
Méndez Malhado <i>et al.</i> , 2013	702 (2.910)	0,28	0,38	17,8 (33,2)
Trabajo Actual	4.812 (9.813)	0,29	0,45	14,8 (27,4)

*Entre paréntesis el número de registros. **Resultados de Colombia, el resto de Brasil.

ND: no disponible.

Cuadro 3. Resultados de los Criterios Informativos de los 5 modelos genéticos.

Modelo	P*	Orden de ajuste			Criterio Inf.		
		Genético	Permanente	Residual	-2LogL	AIC	BIC
1	3	0	0	homog	-2 783	5 572	5 600
2	7	1	1	homog	-1 550	5 580	5 645
3	13	2	2	homog	-1 096	5 592	5 713
4	21	3	3	homog	- 998	5 608	5 804
5	27	3	3	heterog	- 890	5 620	5 934

*número de parámetros.

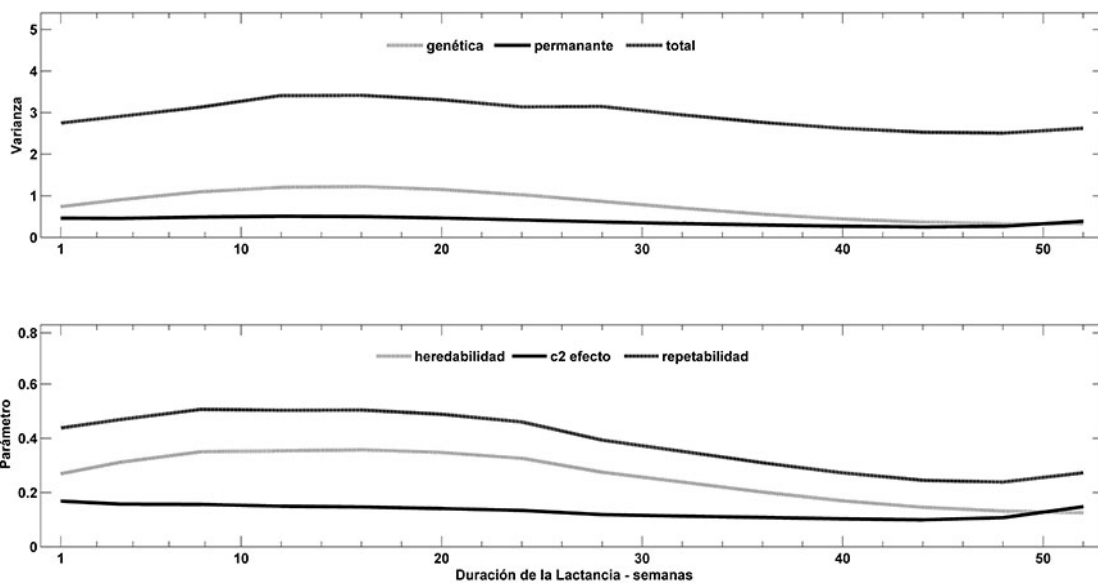


Figura 4. Componentes de varianza; heredabilidad y repetibilidad para producción de leche en el día de control (modelo 5).

Cuadro 4. Estimados de heredabilidad y repetibilidad para la producción mensual de leche en búfalos criados en ambiente tropical, mediante modelos de regresión aleatoria.

Autor	Nº Animales*	h ²	Repetibilidad
Tonhati <i>et al.</i> , 2008	1.630 (23.691)	0,12 a 0,30	0,31 a 0,48
Aspilcueta-Borquis <i>et al.</i> , 2010	11.760 (47.614)	0,15 a 0,24	0,29 a 0,36
Breda <i>et al.</i> , 2010	2.810 (17.935)	0,19 a 0,31	0,43 a 0,47
Sesana <i>et al.</i> , 2010	2.810 (17.935)	0,18 a 0,44	ND
Ceron-Muñoz <i>et al.</i> , 2012**	3.201 (28.372)	0,07 a 0,16	0,14 a 0,21
Hurtado-Lugo <i>et al.</i> , 2011**	5.296 (5.386)	0,10 a 0,33	ND
Trabajo Actual	4.812 (84.009)	0,17 a 0,35	0,28 a 0,46

*entre paréntesis es el número de controles mensuales utilizados. ** Publicaciones de Colombia, el resto de Brasil. ND: no disponible.

un franco decrecimiento. Por el contrario, los efectos de ambiente permanente debido a repeticiones del mismo dato en el animal se mantienen prácticamente constantes a lo largo de la lactancia. Estos resultados son totalmente coherentes con la mayor parte de las referencias de la literatura disponible en el trópico americano sobre parámetros genéticos en búfalos mediante el uso de modelos de regresión aleatoria (Cuadro 4).

Los estimados de correlaciones genéticas (r_g) entre la *lt* en cada semana de lactancia se presentan en la Figura 5.

Todas las r_g entre semanas adyacentes fueron superiores a 0,90 y disminuyen en la medida que se aumenta la distancia entre controles.

No obstante, el patrón general es positivo, lo que implica que cualquier proceso de selección empleando los resultados individuales de *lt* producirá beneficios a lo largo de la lactancia. Este tipo de respuesta ya se había indicado en búfalos de Brasil (Tonhati *et al.*, 2008) y es, en general, la misma tendencia encontrada en ganado de leche (ver revisión de Swalve, 2000) y caprino (Zumbach *et al.*, 2008; Menéndez-Buxadera *et al.*, 2010). Esta matriz de r_g fue sometida a un análisis de componentes principales, en forma análoga a los enfoques aplicado en la especie bufalina por Breda *et al.* (2010) y Sesana *et al.* (2010); los resultados alcanzados indicaron que el primer (vp1) y segundo vector propio (vp2) explicaron el 89% y 9% de la variación genética

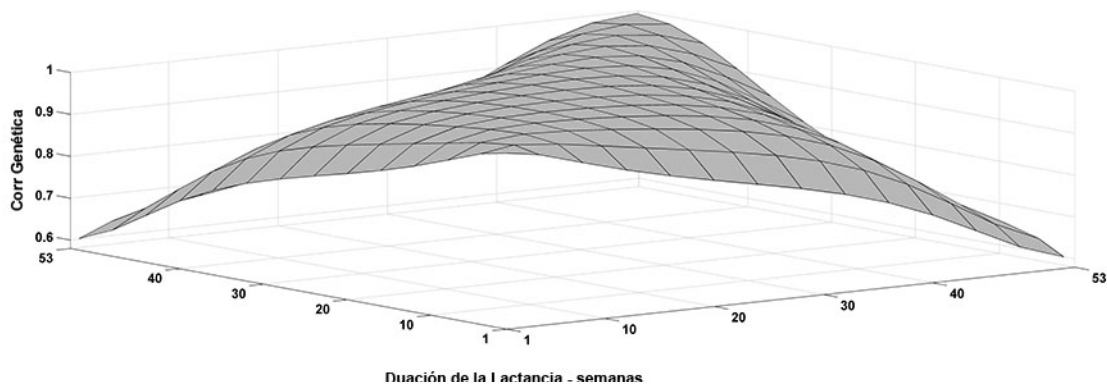


Figura 5. Estimados de correlaciones genéticas entre la producción diaria de leche en diferentes semanas de lactancia.

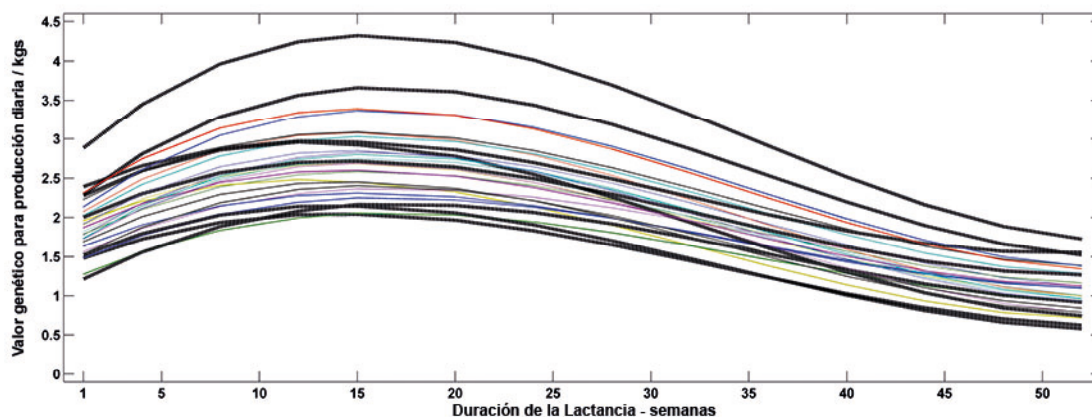


Figura 6. Evolución de los Valores Genéticos (VG) para producción de leche en el día de control (modelo de regresión aleatoria) de los mejores 30 animales seleccionados según su VG para producción acumulada a 244 días de lactancia y un modelo de repetibilidad.

respectivamente, tendencias muy similares a las referencias previamente citadas.

Por definición, el vp_1 es conocido como un vector de talla, mientras que vp_2 es un vector de forma, no correlacionado con vp_1 , de manera que esta característica puede ser de utilidad para cambiar la forma de la lactancia. Este último punto de vista se puede comprobar al representar la evolución de los Valores Genéticos (VG) para lt a lo largo de la trayectoria de la lactancia, para los mejores 30 animales seleccionados según L244 con el modelo LTm (Figura 6).

En esta figura se han resaltado aquellos animales con un marcado incremento en su VG en la primera etapa de lactancia y un decrecimiento posterior diferente. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la persistencia, un criterio que debe ser objeto de un estudio adicional.

Los VG de cada animal para L244 fueron estimados según los resultados del modelo clásico LTm y la nueva perspectiva que proporciona el modelo TDm. Ambos conjuntos de datos se unieron para estimar las relaciones entre el mérito genético de los animales para el denominado mismo rasgo de acuerdo a los dos

procedimientos. La distribución de frecuencia de los VG así como la relación entre ambos procedimientos se muestra en la Figura 7. Los resultados son evidentes, demostrando la existencia de una importante fuente de variación de origen genético que puede ser empleada para el proceso de selección y mejora.

Aun cuando la relación entre los VG según modelo LTm y TDm es bastante alta, no es exactamente igual a la unidad, de manera que existe la posibilidad de que animales no seleccionados por los resultados del modelo clásico LTm no sean los mejores por TDm. En efecto, cuando se seleccionan los mejores 500 animales por ambos modelos, sólo coincidió el 71,3%, lo cual puede ser debido a que el modelo LTm no asume diferencias en la forma de lactancia mientras que en el modelo TDm se toma en cuenta el beneficio de las covarianzas entre los controles mensuales mediante la inclusión de la matriz de parentesco en sus cálculos.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente análisis permiten observar que el búfalo en Venezuela manifiesta

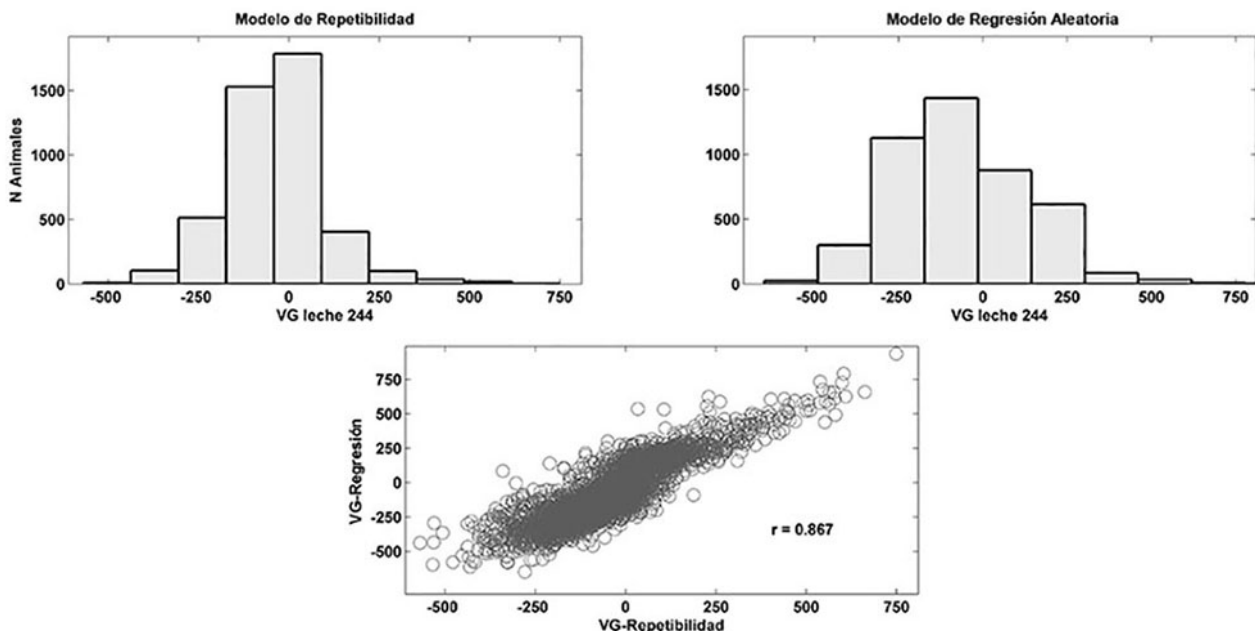


Figura 7. Distribución de frecuencia y relación entre el valor genético de los búfalos para producción de leche total a 244 días de lactancia, estimados por modelo de repetibilidad clásico y de regresión aleatoria.

un aceptable comportamiento muy cercano al publicado para las condiciones de Brasil, país donde existe no sólo un mayor efectivo de esta especie, sino también mayor experiencia en su manejo y un programa de mejora genética integrado. Las variaciones existentes, tanto para producción en el día de control como en la leche acumulada, presentan un componente genético que explica cerca del 15% de la varianza del carácter, de manera que existe un amplio espacio para el programa de mejora. Las evidencias presentadas sugieren que el modelo de regresión aleatoria aplicado a los controles mensuales puede proporcionar mayor información con los mismos datos disponibles, por lo que se puede considerar como una alternativa más eficiente en un programa de selección y, por tanto, brindar mayores beneficios económicos.

Independientemente de los adecuados resultados del presente estudio, hay que resaltar varios factores limitantes:

Los datos pertenecen a un solo rebaño, de manera que no se debe generalizar al total de la población bufalina de Venezuela. Es urgente la necesidad de que se aúnen los esfuerzos para desarrollar un sistema de control individual que abarque un mayor sector de criadores de esta especie.

El carácter analizado, producción de leche, es un elemento muy importante para la economía del rebaño aunque no es el único. Por ello, se sugiere incorporar los componentes de la leche (grasa y proteína), así como otros rasgos de importancia, tales como caracteres reproductivos y de crecimiento.

Hay que incrementar el uso de la Inseminación Artificial y hacer un esfuerzo muy serio respecto al control de la paternidad de los animales. Esta actividad junto a lo mencionado en el primer párrafo, son aspectos determinantes de un programa de mejora.

Se exhorta a la sociedad de criadores a establecer mayores vínculos estratégicos con los países vecinos, de manera de desarrollar un programa de selección y mejora que se beneficie de la variabilidad existente en estas poblaciones, creando las condiciones para un trabajo de integración más acorde a la realidad actual de nuestra región.

AGRADECIMIENTO

En un trabajo de esta naturaleza se involucra un elevado número de personas. Es por ello que deseamos agradecer a todo el personal técnico y administrativo de la empresa La Guanota por su disposición a colaborar para hacer posible esta publicación.

LITERATURA CITADA

- Aspilcueta-Borquis, R. R., R. C. Sesana, M. H. Munoz, L. de Oliveira, A. Braga, L. El Faro, L. Galvão, G. M. Ferreira and H. Tonhati. 2010. Genetic parameters for milk, fat and protein yields in Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis* Artiodactyla, Bovidae). *Genetics and Molecular Biology*, 33, 1, 71-77.
- Aspilcueta-Borquis, R. R., F. Ribeiro de Araujo Neto, F. Baldi, N. Hurtado-Lugo, G. M. F. de Camargo, M. Muñoz-Berrocal and H. Tonhati. 2013. Multiple-trait random regression models for the estimation of genetic parameters for milk, fat, and protein yield in buffaloes. *J. Dairy Sci.* 96 (9): 5923–5932.
- Baldi, F., M. M. Massolini, D. G. Mansan, A. Braga, R. R. Aspilcueta, L. Galvão and H. Tonhati. 2011. Effect of lactation length adjustment procedures on genetic parameter estimates for buffalo milk yield. *Genetics and Molecular Biology*, 34, 1, 62-67.
- Breda, F. C., L. G. Albuquerque, R. F. Euclides, A. B. Bignardi, F. Baldi, R. A. Torres, L. Barbosa and H. Tonhati. 2010. Estimation of genetic parameters for milk yield in Murrah buffaloes by Bayesian inference *J Dairy Sci.* 93(2):784-91.
- Campos, R. V., M. Jun Iti Yokoo, L. O. Seno, R. C. Sesana, R. R. Aspilcueta and H. Tonhati. 2007. Genetic parameters estimate for milk and mozzarella cheese yield, fat and protein percentage in dairy buffaloes in Brazil. *Ital. J. Anim. Sci.* vol. 6, (Suppl. 2), 360-363.
- Catillo, G. N., P. P. Macciotta, A. Carretta and A. Cappio-Borlino. 2002. Effects of age and calving season on lactation curves of milk

- production traits in italian water buffaloes. *J. Dairy Sci.* 85:1298–1306.
- Cerón-Muñoz, M., F. Gómez-Arroyave, J. Ramírez-Toro, T. Cifuentes y S. Gutiérrez-Molina. 2012. Parámetros genéticos para la producción de leche, grasa y proteína en búfalos de Colombia. *Livestock Research for Rural Development. Volume 24, Article #30*. Disponible en línea: <http://www.lrrd.org/lrrd24/2/cero24030.htm>. [Apr. 22, 2014].
- Cortes, M., L. C. Giraldo and O. F. Rivera. 2012. Use of information systems to determine productive, reproductive and population parameter in buffaloes at buffalo farm called La Suiza located at the Magdalena medio in Colombia. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(3 Suppl.): pp. 384-390.
- de Amorim Ramos A., C. H. Mendes, R. Martins Filho, P. L. Souza Carneiro, P. R. Antunes and J. C. de Souza. 2007. Genetic and environmental effects over milk production of buffalo cows in Brazil. *Ital. J. Anim. Sci.* vol. 6, (Suppl. 2), 328-330.
- Foulley, J. L. and R. Granie. 2002. Basic tools for the statistical analysis of longitudinal data via mixed model. In *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, August 18, Montpellier, France. Special Brochure, 159 p.
- García, Y., L. M. Fraga, G. Guzmán, M. Mora, D. García and E. Padrón. 2012. Evaluation of dairy performance of crossbred (Buffalypso x Carabao) buffalo cows. *Cuban Journal of Agricultural Science*, Volume 46, Number 4, 357-363.
- Gilmour, A. R., B. J. Gogel, B. R. Cullis and R. Thompson. 2009. *ASReml User Guide Release 3.0*. VSN International, Hemel Hempstead, UK.
- Hurtado-Lugo, N., M. Cerón-Muñoz, R. Aspilcueta-Borquis, R. Sesana, L. Galvão de Albuquerque and H. Tonhati. 2011. Buffalo milk production in Brazil and Colombia: Genotype by environment interaction. *Livestock Research for Rural Development. Volume 23, Article #146*. Disponible en línea: <http://www.lrrd.org/lrrd23/7/hurt23146.htm>. [Jan. 23, 2014].
- Hoogesteijn, R., O. Verde y H. Scannone. 2008. Organización y resultados de un programa de mejoramiento genético en búfalas doble propósito en el estado Apure. En: R. Romero, J. Salomón, J. De Venanzi y M. Arias (Eds.). *XXIII Cursillo sobre Bovinos de Carne*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 85 – 128.
- Jamrozik, J. and L. R. Schaeffer. 1997. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regression for production of first lactation. *J. Dairy Sci.*, 80, 762– 770.
- Mendes-Malhado, C. H., A. C. Mendes, A. de Amorim, P. L. Souza, J. C. de Souza and A. Pala. 2013. Genetic parameters for milk yield, lactation length and calving intervals of Murrah buffaloes from Brazil. *R. Bras. Zootec.*, 42, n.8, pp. 565-569.
- Menéndez-Buxadera, A., A. Molina, F. Arrebola, M. J. Gil and J. M. Serradilla. 2010. Random regression analysis of milk yield and milk composition in the first and second lactations of Murciano-Granadina goats using test day records. *J. Dairy Sci.* 93 (6) 2718-2726.
- Meyer, K. and W. G. Hill. 1997. Estimation of genetic and phenotypic covariance functions for longitudinal or 'repeated' records by restricted maximum likelihood. *Livest. Prod. Sci.* 47: 185-200.
- Ptak, E. and L. R. Schaeffer. 1993. Use of test day yields for genetic evaluation in dairy sires and cows. *Livest. Prod. Sci.* 34: 23-34.
- Schaeffer, L. R. and J. C. Dekkers. 1994. Random regressions in animal models for test-day production in dairy cattle *Proceedings of Fifth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, vol. XVIII. Guelph, Ont., Canada, pp. 443-446.
- Sesana, R. C., A. B. Bignardi, R. R. Borquis, L. El Faro, F. Baldi, L. G. Albuquerque and H. Tonhati. 2010. Random regression models to estimate genetic parameters for test-day

milk yield in Brazilian Murrah buffaloes. *J Anim Breed Genet* 127, 369-376.

Swalve, H. H. 2000. Theoretical basis and computational methods for different test-day genetic evaluation methods. *J. Dairy Sci.* 83: 1115-1124.

Tonhati, H., M. F. Cerón-Muñoz, J. A. de Oliveira, L. El Faro, A. L. Lima and L. G. de Albuquerque. 2008. Test-day milk yield

as a selection criterion for dairy buffaloes (*Bubalus bubalis* Artiodactyla, Bovidae). *Genetics and Molecular Biology* 31, 674-679.

Zumbach, B., S. Tsuruta, I. Misztal and K. J. Peters. 2008. Use of a test day model for dairy goat milk yield across lactations in Germany. *J. Anim. Breed. Genet.* 125, 160-167.

NOTA TÉCNICA

Método para contagem de células somáticas do leite bovino para imagens capturadas do microscópio óptico

Method for somatic cell count in bovine milk images captured from optical microscope

Método de recuento de células somáticas de la leche de vaca para las imágenes capturadas del microscopio óptico

Gabriel Jesus Alves de Melo^{1*}, Viviani Gomes³, Luiz Alberto Luz de Almeida², Antônio Cezar de Castro Lima¹, Camila Costa Baccili³

¹Universidade Federal da Bahia (UFBA), Bahia, Brasil. *Correio eletrônico: gabrieluesc@gmail.com

²Universidade Federal do ABC (UFABC), São Paulo, Brasil.

³Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), São Paulo, Brasil.

RESUMO

Este trabalho apresenta um método de segmentação para a contagem de células somáticas em imagens do leite bovino, destinadas a detectar uma infecção conhecida como mastite, que é a maior causa de perda na pecuária leiteira. Através do processamento de imagens e, utilizando o padrão morfológico das células, um algoritmo foi criado para detecção e contagem das células. A segmentação é realizada utilizando um novo procedimento de limiarização de histogramas para eliminar o fundo das imagens. As células restantes ligadas são separadas na etapa final através da transformada de watershed. Os resultados experimentais foram obtidos utilizando um conjunto grande de imagens de diferentes fontes. Uma comparação entre o desempenho da contagem manual e o método proposto indica que este método é uma solução promissora para automatizar sistemas para detecção da mastite bovina através de microscopia óptica.

Palavras-chave: processamento de imagens, vídeo microscopia, transformada de watershed, células somáticas.

ABSTRACT

This work presents a hybrid segmentation method for counting somatic cells in bovine milk images, intended to detect an infection known as mastitis, which is the major cause of loss in dairy farming. By applying image processing techniques that use cell morphology it was possible to develop an algorithm capable of detecting and segmenting those cells. The segmentation is accomplished employing a new thresholding procedure to eliminate background and other residues. The remaining connected cells are separated in the final segmentation step, by the use of the watershed transform. The experimental results were obtained using a large set of images from different sources. A performance comparison between the manual counting and the proposed method indicates that the later one is a promising solution to automate systems for detection of bovine mastitis via optical microscopy.

Key words: image processing, microscopy video, watershed transform, somatic cells.

RESUMEN

Este trabajo presenta un método de segmentación para el conteo de células somáticas en imágenes de la leche de bovino, destinadas a detectar una infección conocida como mastitis, que es la mayor causa de pérdida en la ganadería lechera. A través del procesamiento de imágenes y, utilizando el patrón morfológico de las células, un algoritmo fue creado para detección y conteo de las células. La segmentación es hecha por el uso de un nuevo algoritmo de umbralización de histogramas para eliminar el fondo de las imágenes. Las células restantes conectadas son separadas en la etapa final a través de la transformada de watershed. Los resultados experimentales fueron obtenidos por la utilización de un gran conjunto de imágenes de diferentes fuentes. Una comparación entre el desempeño del conteo manual y el método propuesto indica que este método es una solución prometedora para automatizar sistemas para detección de mastitis bovina a través de microscopía óptica.

Palabras clave: procesamiento de imágenes, microscopía de vídeo, transformar watershed, células somáticas.

INTRODUÇÃO

As células somáticas fazem parte do mecanismo natural de defesa do animal e são representadas basicamente por leucócitos e células epiteliais. Um aumento do número destas células no leite é um indicativo do estado imunológico da vaca frente alguma uma infecção (Tangorra *et al.*, 2010). Do total de células somáticas presentes no leite, 75 a 98% correspondem a células de defesa (leucócitos) e 2 a 25% compreendem células epiteliais provenientes da descamação natural do tecido de revestimento e secretor da glândula mamária (Ribas, 2001).

A contagem de células somáticas pode ser realizada indiretamente, avaliando-se a viscosidade do leite após adição de um reagente próprio, ou diretamente, contando-se as células através do microscópio ou por meio de equipamentos eletrônicos (Richter *et al.*, 2013).

Os analisadores eletrônicos são mais precisos e baseiam-se em diferentes técnicas de análises. Dentre os mais utilizados, destacam-se os

aparelhos Fossomatic™ (Foss, Dinamarca) e Somacount™ (Bentley Instruments, USA) (Silveira *et al.*, 2005). No entanto, devido ao alto custo destes equipamentos, a contagem manual das células somáticas por meio do microscópio ainda se faz necessária (Melo *et al.*, 2014). Por outro lado, a contagem realizada através da microscopia óptica é o método de referência adotado pela Federação Internacional do Leite (FIL) e é utilizado, inclusive, para calibração de contadores eletrônicos mais modernos (Berry e Broughan, 2007).

Diversos *softwares* baseados em técnicas de processamento de imagens são utilizados para contagem de alguns tipos de células, partículas e objetos. No entanto, como estes *softwares* possuem funções para aplicações específicas, o surgimento de novos problemas requer o desenvolvimento de novos algoritmos (Melo *et al.*, 2014). Por exemplo, novos algoritmos de processamento de imagens para contagem de células do sangue humano foram propostos por Sadeghian *et al.* (2009), Hiremath *et al.* (2010) e Arslan *et al.* (2014).

No campo da biologia e da medicina, o processamento de imagens baseado em técnicas de limiarização de histogramas é um tema comum e muito utilizado para o reconhecimento de células e outros tipos de partículas (Wu *et al.*, 2000; Qian *et al.*, 2009; Moo, 2013). Por outro lado, técnicas de limiarização para segmentação de células somáticas do leite é um tema novo e ainda não discutido na literatura.

Existem diversas técnicas de limiarização desde as baseadas em critérios entrópicos ou estatísticos da imagem (Jawahar *et al.*, 2000) até as que utilizam sofisticados mecanismo de busca mais avançados (Yin, 2002). Segundo Gonzalez *et al.* (2004), a limiarização é o estágio primário em problemas de segmentação de imagens e, devido à simplicidade destes algoritmos, outras técnicas devem ser tentadas quando esta não apresentar resultados satisfatórios.

Devido à importância do desenvolvimento de novas tecnologias para contagem de células somáticas (CCS) no leite, o objetivo desta pesquisa é apresentar um método para contagem de células somáticas em imagens digitais por meio do algoritmo de limiarização

de Rosin (2001) combinado com a transformada *dewatershed* (Edinns, 2002). Para verificar a eficiência da técnica, o método proposto (modelo híbrido) foi comparado ao método de limiarização de Otsu (1975).

MATERIAIS E MÉTODOS

No estudo realizado, procedeu-se a análise de 400 imagens provenientes de amostras de leite dos quartos mamários de duas vacas da raça Holandesa oriundas de propriedade localizada no estado de São Paulo (Brasil). Inicialmente foi realizada a higienização dos tetos com solução clorada, secagem com papel toalha individual e antissepsia com álcool 70%. Após o descarte dos primeiros jatos de leite, as amostras foram colhidas em tubos de vidro com capacidade para 5mL, imersos em gelo triturado e encaminhados ao laboratório em caixa de material isotérmico. Em seguida, os esfregaços lácteos foram confeccionados e examinados via microscopia óptica de acordo com os procedimentos descritos Berry e Broughan (2007).

O sistema para captura e contagem de células somáticas presentes nos esfregaços lácteos (Figura 1) foi constituído por uma câmera fotográfica digital (CoolSnap Color, Media Cybernetics™, USA) acoplada ao microscópio óptico (Eclipse 800, Nikon®, Japan) no aumento de 1000x e um computador que executa o algoritmo desenvolvido em linguagem Matlab®, versão 7.8 (licença concedida ao Instituto Federal de Educação da Bahia).

Inicialmente, as imagens RGB obtidas com tamanho 1392 x 1040 foram reduzidas para 278 X 208 (sem perdas para identificação das células) e convertida para o espaço monocromático (256 níveis de tons de cinza) seguindo procedimento apresentado por Gonzalez *et al.* (2004). Nesta etapa, o algoritmo de limiarização proposto, analisa o histograma da imagem monocromática e determina o limiar que será utilizado para converter imagem para o formato preto e branco (binária). Ao final, os objetos não conectados resultantes da etapa anterior, foram rotulados e contados por meio do algoritmo de clusterização apresentado por Gonzalez *et al.* (2004) e, classificados de acordo com seu tamanho, seguindo as orientações apresentadas por Berry e Broughan (2007). A Figura 2 ilustra o

procedimento para segmentação e contagem das células somáticas em imagens digitais.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A Tabela mostra os resultados para contagem do número total de células, correlação e taxa de acerto utilizando o método proposto através da limiarização de Rosin (2001) algoritmo da Figura 2 e de Otsu (1975). A correlação de Pearson foi obtida através da relação entre a contagem por imagem de células somáticas realizadas pelo especialista e pelo método proposto. A precisão é definida por $\frac{100N_p}{N_e}$, onde N_e representa o número total de células somáticas contadas pelo especialista e N_p o número de células contadas por meio da metodologia proposta. O número de células contabilizadas pelo especialista após analisar 400 imagens foi 1316 células.

De acordo com a Tabela, o método de limiarização Otsu (1975) foi ineficiente para esta aplicação com correlação não aceitável de 0,16. Segundo NG (2006) a técnica de limiarização de Otsu (1975) é muito utilizada e proporciona resultados satisfatórios para limiarização de imagens com histograma de distribuição bimodal podendo falhar se o histograma for unimodal ou perto de unimodal. Portanto, como nesta aplicação uma proporção maior de apenas uma classe de pixels (por exemplo, o fundo) está presente na imagem formando histogramas predominantemente unimodal, justifica-se a limitação do algoritmo de Otsu (1975) para limiarização de células somáticas.

A correlação entre a contagem manual realizada por imagem e o método proposto foi de 0,96, com taxa de acerto de 99,77%. A escolha do algoritmo de Rosin (2001) para esta aplicação se justifica, pois as imagens com células somáticas produzem histogramas que apresentam distribuição predominantemente unimodal, conforme aplicação semelhante apresentada por Vallotton e Olivier (2013). O método de Rosin (2001) assume que existe uma população dominante na imagem (*background*), que produz um pico principal único, localizado no extremo inferior do histograma relativo à população secundária (células). O limiar escolhido por este método é o valor do histograma que maximiza a distância

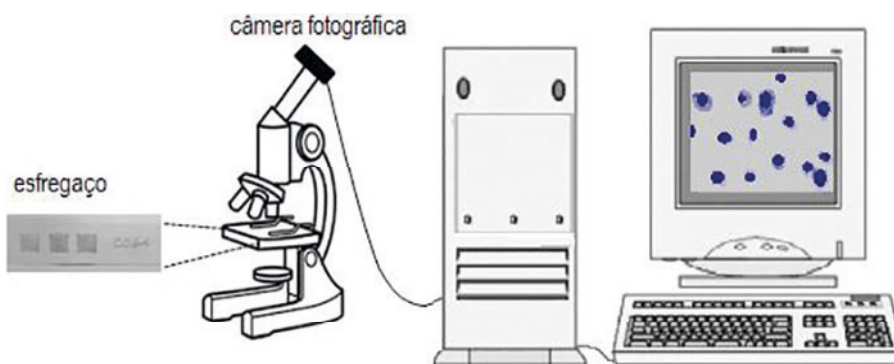


Figura 1. Sistema para contagem células somáticas do leite de vacas em imagens capturadas do microscópio óptico.

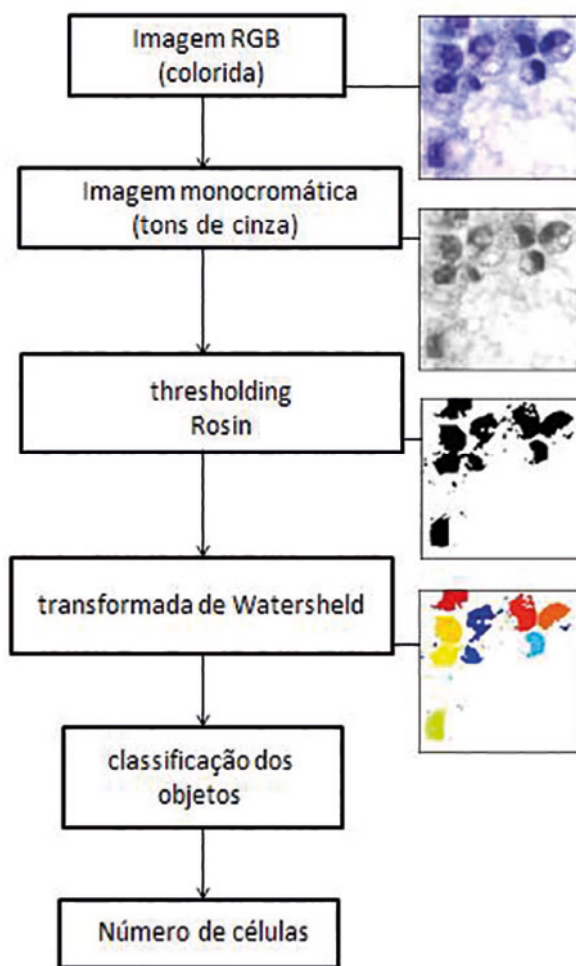


Figura 2. Procedimento para contagem de células somáticas.

Tabela . Comparação entre os métodos de contagem.

Métodos	Número de células	Correlação de Pearson	Acerto (%)
Proposto	1313	0,96	99,77
Otsu (1975)	2302	0,16	0

Fonte: Autoria própria (2014).

perpendicular entre a curva que representa distribuição de frequência dos níveis de cinza da imagem e a reta que passa pelo valor mínimo e máximo do histograma.

As células que permanecem conectadas em aglomerações após a limiarização de Rosin (2001), tal como aparece em la Figura 2, foram separadas por meio da transformada de *watershed* apresentado por Eddins (2002). Esta ferramenta determina as linhas que delimitam a transição entre os vales de uma imagem representada na forma topográfica e tem sido amplamente utilizada em muitos campos de processamento de imagem para separação de objetos conectados, tais como, apresentado por Tulsani (2013) para segmentação de células do sangue humano e Grau *et al.* (2004) para segmentação imagens do cérebro. O resultado da transformada de *watershed* aplicado sobre a imagem binária para separação das células conectadas pode ser verificado na Figura 2.

O parâmetro adotado para classificar e contar os objetos resultantes da segmentação final (objetos coloridos) como célula somática (Figura 2) foi o tamanho espacial de cada objeto por meio do algoritmo de contagem de Gonzalez *et al.* (2004) seguindo as orientações para identificação morfológicas das células somáticas apresentadas por (Berry e Broughan, 2007).

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que o método desenvolvido é capaz de identificar células somáticas presentes em imagens capturadas por meio da microscopia direta. Portanto, o algoritmo apresentado pode ser parte integrante de um sistema de vídeo microscopia baseado em processamento de imagens para contagem de células somáticas do leite bovino. Como

isso, busca-se minimizar os erros causados pela fadiga do técnico responsável em realizar a contagem manual através do microscópio.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos financiamentos necessários para execução desse trabalho.

LITERATURA CITADA

- Arslan, S., E. Ozyurek and C. Gunduz-Demir. 2014. A color and shape based algorithm for segmentation of white blood cells in peripheral blood and bone marrow images. *Cytometry Part A*, 85(6), 480-490.
- Berry, E. and J. Broughan. 2007. Use of the DeLaval cell counter (DCC) on goats' milk. *Journal of dairy research*, 74(03): 345-348.
- Eddins, S. 2002. The *watershed* Transform: Strategies for Image Segmentation. *The Mathworks Journal, Matlab®, News and Notes*, 47-48.
- Gonzalez, R. C., R. E. Woods and S. L. Eddins. 2004. Digital image processing using MATLAB®. Ed. Pearson Education, Índia.
- Grau, V., A. U. J. Mewes, M. Alcaniz, R. Kikinis and S. K. Warfield. 2004. Improved *watershed* transform for medical image segmentation using prior information. *Medical Imaging, IEEE Transactions on*, 23(4): 447-458.
- Hiremath, P. S., P. Bannigidad and S. Geeta. 2010. Automated identification and classification of white blood cells (leukocytes) in digital microscopic images. *IJCA special issue*

- on "recent trends in image processing and pattern recognition" *RTIPPR*, 59-63.
- Jawahar, C. V., P. K. Biswas and A. K. Ray. 2000. Analysis of fuzzy thresholding schemes. *Pattern Recognition*, 33(8):1339-1349.
- Melo, G. J. A., B. A. Melo Neto, V. Gomes, L. A. L. Almeida and A. C. C. Lima. 2014. Method thresholding automatic for somatic cell count in microscopic images. *Revista Geintec: gestão, inovação e tecnologias*, v. 4, p. 1283-1291.
- Moo, E. K., Z. Abusara, N. A. Abu Osman, B. Pinguan-Murphy and W. Herzog. 2013. Dual photon excitation microscopy and image threshold segmentation in live cell imaging during compression testing. *Journal of biomechanics*, 46(12), 2024-2031.
- NG, H. F, 2006. Automatic thresholding for defect detection. *Pattern Recognition Letters*, 27: 1644-1649.
- Otsu, N. 1975. A threshold selection method from gray-level histograms. *Automatica*, 11(285): 23 - 27.
- Qian, X., C. Peng, X. Wang and D. Ye. 2009. Self-organizing map-based multi-thresholding on neural stem cells images. *Medical & biological engineering & computing*, 47(7): 801-808.
- Ribas, N. P. Valor e uso da contagem de células somáticas no manejo de rebanhos leiteiros. 2001. Congresso holstein de las americas, São Paulo, São Paulo. 110 p.
- Richter, E. M., T. Melo, M. Ruoso, N. Zeolla e V. Groenwold. 2013. Ações de manejo e sanitárias no controle de CCS em rebanhos leiteiros agroecológicos. *Cadernos de Agroecologia*, 8(2).
- Rosin, P. L. 2001. Unimodal thresholding. *Pattern Recognition*, 34(11): 2083-2096.
- Sadeghian, F., Z. Seman, A. R. Ramli, B. A. Kahar and M. I. Saripan. 2009. A framework for white blood cell segmentation in microscopic blood images using digital image processing. *Biological procedures online*, 11(1): 196 - 206.
- Silveira, T. M., L. M. Fonseca, T. B. Lago e D. R. Veiga. 2005. Comparação entre o método de referência e a análise eletrônica na determinação da contagem de células somáticas do leite bovino. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57(1): 128 -132.
- Tangorra, F. M., M. Zaninelli, A. Costa, A. Agazzi and G. Savoini. 2010. Milk electrical conductivity and mastitis status in dairy goats: Results from a pilot study. *Small ruminant research*, 90(1): 109-113.
- Tulsani, H. 2013. Segmentation using morphological watershed transformation for counting blood cells. *IJCAIT*, 2(3): 28-36.
- Vallotton, P. and S. Olivier. 2013. Tri-track: Free Software for Large-Scale Particle Tracking. *Microscopy and Microanalysis*, 19(02): 451-460.
- Wu, H. S., J. Berba and J. Gil. 2000. Iterative thresholding for segmentation of cells from noisy images. *Journal of microscopy*, 197(3), 296-304.
- Yin, P. Y. 2002. Maximum Entropy-Based Optimal Threshold Selection Using Deterministic Reinforcement Learning With Controlled Randomization. *Signal Processing*, 82:993-1006.

NOTA TÉCNICA

Determinación del volumen de sacrificio y evaluación de variables cualitativas y cuantitativas en equinos sacrificados en una planta de beneficio animal

Determination of the slaughter volume and evaluation of qualitative and quantitative variables of horses sacrificed in a slaughterhouse

Alexander Nivia Osuna^{1*}, Maria Elena Belalcazar Zafra¹, Ana Milena Vanegas Azuero²

¹Universidad Santo Tomas (USTA), Bogotá, Colombia. *Correo electrónico: alexandernivia@ustadistancia.edu.co

²Planta de sacrificio Los Cristales, Mosquera, Cundinamarca, Colombia.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el volumen de sacrificio de equinos en una planta de beneficio ubicada en el municipio de Mosquera, estado de Cundinamarca, Colombia y realizar la evaluación de variables cualitativas (sexo) y cuantitativas tales como peso vivo (PV), peso en canal caliente (PCC) y rendimiento en canal (RC). El volumen fue determinado mediante el registro del número total de animales sacrificados durante un período de cuatro meses. La determinación del sexo y PV fue realizada previa al sacrificio, mientras que el PCC y el RC se realizaron posteriores al faenamiento. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva utilizando el paquete estadístico SAS. Se cuantificó un total de 5946 animales sacrificados con un promedio mensual de 1487, mostrando una alta variación. En cuanto a las variables cuantitativas se reportaron los siguientes promedios: PV ($259,9 \pm 2,7$ Kg), PCC ($144,6 \pm 1,7$ Kg) y RC ($55,4 \pm 0,21\%$). Los valores promedios obtenidos de forma descriptiva para las variables PV, PCC y RC fueron superiores para los machos. Se encontró que existe un volumen representativo del producto cárnico de la especie equina que abastece el mercado local, el cual se ve influenciado principalmente por el grado de demanda de la industria transformadora de carnes. Por otro lado, los rendimientos obtenidos en las variables cuantitativas permiten que esta especie se convierta en una alternativa favorable para la oferta de proteína animal con destino a la alimentación humana.

Palabras clave: Equinos, sacrificio, sexo, peso vivo, peso en canal, rendimiento en canal.

ABSTRACT

The subject of this work was to determine the volume of horses sacrificed in slaughterhouse in the municipality of Mosquera (Cundinamarca), and evaluate sex as qualitative variable and body weight (BW), hot carcass weight (HCW) and carcass yield (CY) as quantitative variables. The volume was determined using the record of the total number of slaughtered animals by four months. Sex and BW determinations were evaluated before slaughter while the HCW and YC were determined after slaughter. The data were analyzed using descriptive statistics by means of the Statistical Analysis System software (SAS). A total of 5946 slaughtered animals were quantified with a monthly average of 1487, and a high variation. The quantitative variables showed the following averages: BW (259.9 ± 2.7 Kg), HCW (144.6 ± 1.7 kg) and YC ($55.4 \pm 0.21\%$). The mean values obtained descriptively for PV, PCC and CR variables were higher for males. We found that there is a representative volume of meat products of equine species that supply the market, which is mainly influenced by the demand of the meat processing industry. On the other hand, the yields obtained by the quantitative variables allow that this species becomes a favorable alternative to supply of animal protein for human nutrition.

Key words: Equine, sacrifice, sex, body weight, carcass weight, yield carcass.

Recibido: 04/02/14 Aprobado: 21/11/14

INTRODUCCIÓN

La obtención de productos cárnicos con destino al consumo humano proviene principalmente de especies animales de interés zootécnico como la bovina, aviar, porcina, caprina, ovina y otras de menor importancia como la piscícola y algunas silvestres. Sin embargo, desde el inicio de los tiempos el hombre recurrió a todos los alimentos que estaban a su alcance, entre ellos utilizó la carne equina como fuente de proteína (Zeuner, 1963, Clutton-Brock, 1981). En la actualidad, dicha carne es considerada como un recurso óptimo para algunas poblaciones gracias a su elevado aporte de hierro y aminoácidos (Vervack *et al.*, 1977; Catalano *et al.*, 1986; Paleari *et al.*, 1992), y gran digestibilidad por el alto contenido de ácido oleico (OAJ, 2010; Catelli, 1999; Catelli, 2000).

Esta carne presenta características relevantes en cuanto a su composición química ya que tiene mayor contenido de agua, proteínas, aminoácidos esenciales, glucógeno (lo que le confiere un sabor dulzón) y menor contenido en lípidos y sodio (Roth *et al.*, 1995). Además, presenta mayor proporción de ácidos grasos insaturados que saturados (Badiani *et al.*, 1997) y un contenido en colesterol similar o inferior a la carne bovina, clasificándose como una carne magra con escaso valor calórico, lo que la hace favorable para el consumo en los actuales regímenes ligeros de alimentación y especiales en la presencia de enfermedades como diabetes mellitus, obesidad, hipercolesterinemia, hipertrigliceridemia, régimen sin residuos e hiposódico (Fabregas, 2002; Catelli *et al.*, 2006).

Su comercialización ha sido diversa y se ha mantenido en algunos países como principal fuente de proteína; mientras que en otros, es reducida debido principalmente a problemas culturales. En países como Francia, Italia, Países Bajos y Japón, inclusive Chile, Colombia y Cuba es considerada una alternativa válida para la alimentación tanto como carne fresca o manufacturada (embutidos). Italia es considerada como el mayor consumidor de carne entre los países de la comunidad europea (Devine, 1996; Martuzzi *et al.*, 2001; Catelli, 2004). Francia, Bélgica, Italia, Luxemburgo y Japón absorben el 93% de las importaciones y el 44% del consumo mundial (Catelli, 2000;

Luengo, 2001). En la actualidad existen modelos de producción vigentes en países suramericanos que proporcionan gran porcentaje de proteína animal de esta especie para el consumo humano. Dentro de los mayores exportadores de carne equina se encuentran los países de Rusia, Argentina, Holanda, Francia, Japón, Italia, Uruguay, Suiza, Bélgica, Brasil, Nueva Zelanda, China, Paraguay, España, Alemania y Chile, para un total de 28.720.500 toneladas (Catelli *et al.*, 2006).

Dentro de las existencias mundiales de ganado equino de los principales países en los años 1995 al 2002, se destaca los EEUU con un promedio de 5,20 millones de cabezas, seguido por Argentina con 3,45 millones y Rusia con 1,95 millones. Otros países como Francia, Alemania, Países Bajos, Polonia, España, Reino Unido y Canadá suman 2,39 millones de cabezas (Torres, 2003). Para el caso de Colombia, según el reporte dado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2012) se registra un inventario total de 1.568.083 animales vivos distribuidos en las diferentes zonas geográficas. En cuanto al comercio de la carne equina colombiana no existe en la actualidad datos concretos sobre el número de animales sacrificados ni el volumen de carne producida con destino al consumo humano, ya que la mayor parte del sacrificio se realiza de manera clandestina.

Por tal motivo, el objeto del presente estudio fue determinar el volumen de sacrificio y evaluar variables cualitativas como el sexo y cuantitativas como el peso vivo, peso en canal caliente y rendimiento en canal de equinos sacrificados en una planta de beneficio autorizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y planta de beneficio

El estudio se realizó en animales de la especie equina que fueron sacrificados en la Planta de beneficio Los Cristales, ubicada en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), la cual se encuentra legalmente constituida y clasificada como Clase II según el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos -

Recolección de información del volumen de sacrificio y variables cualitativas y cuantitativas

La determinación del volumen de sacrificio de equinos se realizó mediante el registro del número total de animales sacrificados durante el periodo comprendido entre los meses de noviembre de 2011 a febrero de 2012. El análisis de las variables cualitativas y cuantitativas fue obtenido de un total de 304 animales sacrificados muestreados de 16 lotes de beneficio (grupo de animales de un propietario) que fueron sacrificados en los meses de diciembre, enero y febrero.

Los animales fueron identificados por sexo en corral y previo al sacrificio fueron pesados individualmente en una báscula de plataforma con el fin de determinar el peso vivo (PV). Posterior al proceso de faenamiento, se registró el peso en canal caliente (PCC) utilizando una báscula de riel y el rendimiento en canal (RC) se determinó mediante la relación entre el peso de la canal caliente y el peso vivo expresado en porcentaje. Las variables PV, PCC y RC fueron analizadas teniendo en cuenta el volumen total de animales sacrificados y por sexo y época.

Análisis estadístico

La información recolectada fue registrada y analizada mediante estadística descriptiva utilizando el paquete estadístico SAS (*Statistical analysis system, versión 9,1*) utilizando el procedimiento univariate.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación del volumen de sacrificio de animales de la especie equina sacrificados en la planta de beneficio se llevó a cabo durante el periodo de estudio. Para lo cual, se reportó un total de 5.946 animales sacrificados con un promedio de 1.487 equinos por mes, obtenidos de un total de 91 días de beneficio (Cuadro 1).

Los resultados de este estudio muestran que el volumen total de animales equinos sacrificados contribuye al comercio de la carne abasteciendo mercados locales. Los animales sacrificados provienen de diferentes zonas geográficas del país, principalmente de los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare, Córdoba,

Cundinamarca, Meta y Valle del Cauca, encontrándose una alta variación en cuanto al volumen de animales sacrificados por mes, la cual se encuentra directamente relacionada con la oferta y demanda de la carne equina (Guarín, 2008).

Las distribuciones totales de animales sacrificados por mes muestran que para los meses de noviembre y diciembre se reportó un promedio de $77,82 \pm 6,65$ y $70,54 \pm 7,21$ animales/día de beneficio, respectivamente, obteniendo los mayores volúmenes; mientras que para los meses de enero y febrero se reportaron valores de $55,12 \pm 6,06$ y $58,22 \pm 4,31$ animales/día de beneficio, respectivamente (Figura 1).

Dicha variación está correlacionada probablemente con la demanda del producto cárnico en la época del año por parte de las industrias transformadoras y comercializadores, lo que la hace determinante para su comercialización como materia prima para el procesamiento de embutidos o como carne fresca, respectivamente.

Los estudios de caracterización del producto cárnico de la especie equina a nivel nacional han sido nulos debido a la baja importancia que se le ha dado a este región en la economía. Dicha situación es similar a lo reportado por Furtado *et al.* (2010) en Brasil donde existe poca información técnica respecto al rendimiento, composición y calidad de las canales de equinos sacrificados en los diversos frigoríficos especializados.

Además, existe un total desconocimiento por parte de los consumidores sobre las ventajas nutricionales que representa el consumo de la carne equina como fuente alternativa de proteína para la alimentación humana (Boza *et al.*, 1992; Luengo, 2001; Fabregas, 2002).

En cuanto al análisis de las variables cualitativas y cuantitativas el estudio mostró que para el PV se encontró un valor promedio de $259,9 \pm 2,7$ Kg (CV: 18,3%); PCC de $144,6 \pm 1,7$ Kg (CV: 21,3%) y RC de $55,4 \pm 0,21\%$ (CV: 6,8%). Se encontró un alto coeficiente de variación para las variables peso vivo y peso en canal caliente, debido a la diversidad de los biotipos raciales de los animales sacrificados y sus características como condición corporal, edad, sexo, fenotipo, manejo y actividad productiva del animal.

En países como Brasil y Argentina han reportado valores de peso vivo de animales para sacrificio entre 300 y 600 kg, mientras que en países Europeos, esta cifra es superada debido principalmente a que el biotipo racial utilizado es de mayor tamaño (OAJ, 2010). Dichos valores difieren con el valor de 259,9 kg reportado en el estudio, debido a que el biotipo racial predominante es el caballo mestizo.

Los valores obtenidos para la variable rendimiento en canal fueron similares a los reportados por Furtado *et al.* (2010) con promedios de 50,5%, 51,9% y 51,2%, obtenidos de tres grupos de animales con promedios de peso en canal fría de 135,4, 166,5 y 201,7 Kg, respectivamente. De igual forma, los valores fueron similares a los observados por Torres (2003) con promedios de

51 a 60%; y Paiva (2003) con promedios de 55%, variando de 40 a 50% en animales delgados y de 60 a 65% en gordos. Sin embargo, mostró una diferencia de lo reportado por Lacheretz *et al.* (1990) quien encontró promedios entre 71,2 y 70,9%, siendo superiores a los observados, debido a la mayor conformación muscular característica de los biotipos raciales utilizados en dicho estudio.

El Cuadro 2 muestra los promedios de PV, PCC y RC según el sexo de los animales sacrificados, encontrándose de forma descriptiva promedios superiores para los machos, debido a su mayor grado de conformación.

En la Figura 2, se muestra los promedios totales de las variables PV, PCC y RC según el periodo

Cuadro 1. Volumen mensual de equinos sacrificados

PERIODO	n	Volumen total de animales sacrificados	CV (%)
Noviembre	23	1.790	41,01
Diciembre	22	1.552	47,97
Enero	24	1.323	53,87
Febrero	22	1.281	34,77

n: Número de días de beneficio por mes

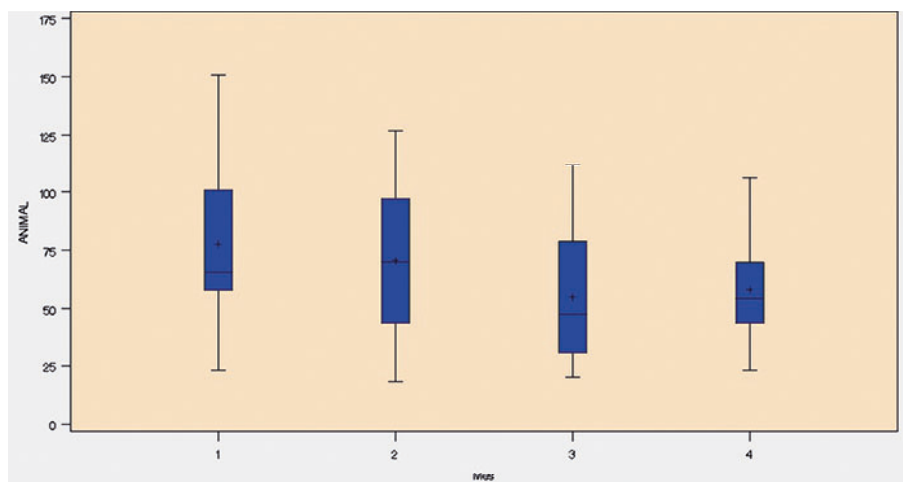


Figura 1. Bloxplots muestra las distribuciones totales de animales sacrificados por mes durante el periodo de estudio. Mes 1:(noviembre/2011); 2:(diciembre/2011); 3:(enero/2012); 4:(febrero/2012).

Cuadro 2. Promedios de variables cuantitativas obtenidas según el sexo de animales sacrificados

SEXO	n	PV (Kg)	CV (%)	PCC (Kg)	CV (%)	RC (%)	CV (%)
Hembra	163	257,4 ± 3,6	17,9	140,6 ± 2,2	20,4	54,5 ± 0,3	7,1
Macho	141	262,7 ± 4,1	18,8	149,2 ± 2,7	21,8	56,4 ± 0,2	6,1

(Valores promedio ± error estándar)

n: Número total de animales beneficiados; PV: peso vivo; PCC: Peso de la canal caliente.

RC: Rendimiento en canal; CV: Coeficiente de variación.

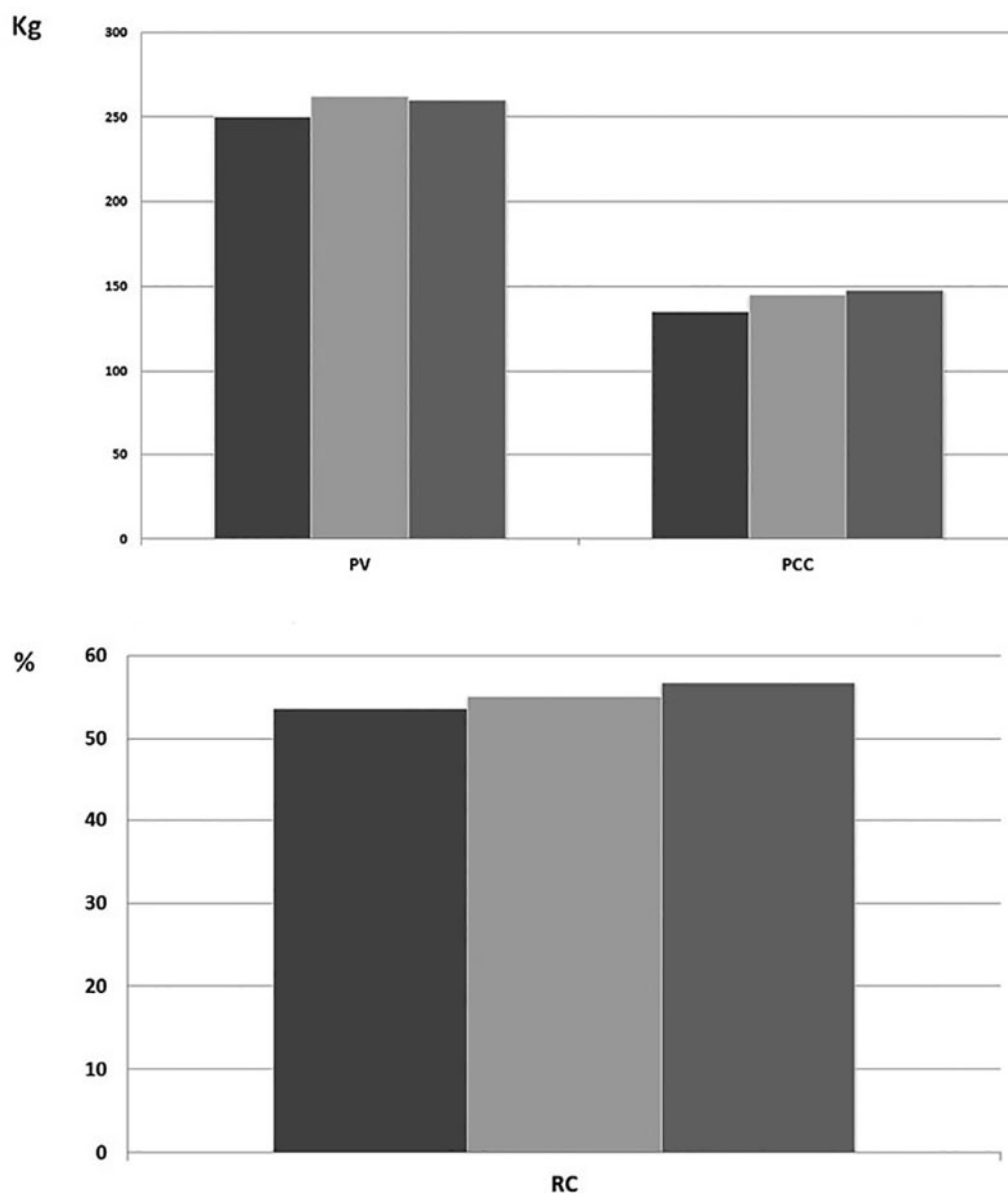


Figura 2. Promedios totales de variables cuantitativas de equinos sacrificados por periodo. [Barras negras: (mes diciembre, n=42 animales beneficiados); Barras blancas: (enero, n=162); Barras grises: mes febrero, n=100)].

con rangos entre (250,3 - 262,2 Kg), (135,1 - 147,9 Kg) y (53,6 - 56,7 %), respectivamente; lo cual evidencia que el periodo podría no ser un factor determinante.

Finalmente, los valores de rendimiento en canal obtenidos en nuestro estudio presentan similitud a los reportados por Salázar (2009) con valores promedios de 52,6% para machos y 55,4% para hembras en la especie bovina; lo cual hace que la especie equina se convierta en una alternativa favorable para la oferta de proteína animal con destino a la alimentación humana.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que existe un volumen de animales que son beneficiados en la planta especializada y que suministra el producto cárnico de forma constante a las industrias transformadoras y comercializadoras de carne equina fresca. No obstante, a nivel nacional no se cuenta con datos estadísticos para evaluar su impacto debido a factores como la presencia de mercados clandestinos y a que el consumo como fuente de proteína ha sido cuestionado en nuestro país por aspectos culturales.

LITERATURA CITADA

- Badiani, A., N. Nanni, P. Gatta, B. Tolomelli and M. Manfredini. 1997. Nutrient profile of horsemeat. *Journal of food composition and analysis* 10, 254-269. Article No. FC970540
- Boza, J. J., J. Jiménez, C. Espinosa y J. Boza. 1992. Importancia de los alimentos de origen animal en la dieta humana. Instituto de Academias de Andalucía. Disponible en línea: www.insacan.org/racvao/anales/1992/articulos/04-1993-08.pdf [Nov. 18, 2013].
- Catalano, A. L., N. Miraglia, C. De Stefano and F. Martuzzi. 1986. Produzione di carne da cavalli di diverse categorie. *Obiettivi e Documenti Veterinari* 7(12), 69–73.
- Catelli, J. L. 1999. *La Carne Equina*, Ecos Ediciones, Buenos Aires. Pontificia Universidad Católica Argentina.
- Catelli, J. L. 2000. El caballo como productor de carne. *Veterinaria Argentina*. 17 (167): 514-516.
- Catelli, J. L. 2004. El caballo en Europa para producción de carne. *Veterinaria Argentina*. 21, 364–368.
- Catelli, J. L., J. F. Caviglia, M. L. Tassara y R. Giménez. 2006. Producción de equinos para carne. *Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los Alimentos*, Vol. 24: pp. 1-12.
- Clutton-Brock, J. 1981. Domesticated animals from early times (pp. 80–90). London: British Museum (National History).
- Devine, R. 1996. Le marché des produits carne's en 1995. *Viandes et Produits Carne's* 17, 79–90.
- Fabregas, X. 2002. Producción, calidad y consumo de carnes equinas en España. *Eurocarne* n. 110, Octubre.
- Furtado, C.E., M. C. Campos, V. L. Ferreira, E. Gasparino, K. M. De Oliveira e M. R. Nanni. 2010. Influência do peso vivo, da idade e do sexo sobre características de carcaças de equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. V. 39, n. 12, pp. 2683-2686.
- Guarín, A. 2008. Carne de cuarta para consumidores de cuarta. *Revista de Estudios Sociales*. No. 29, pp. 104-119.
- ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. 2012. Consolidado nacional censo 2012. Disponible en línea: <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>. [Oct. 25, 2013].
- Lacheretz, A., C. Ravaille, R. Darre, and J. Y. Barraud. 1990. Lâ laiton et l'avenir dès chevaux de trait – Etude pondérale, économique et de promotion. *Journal Médecine Vétérinaire*, v. 141, n. 10, pp. 749-757.
- Luengo, J. 2001. El caballo: una alternativa en el consumo actual de carnes. Departamento de Medicina Preventiva Animal Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias

- Universidad de Chile. Revista TecnoVet, Vol. 7, No. 3.
- Martuzzi, F., A. L. Catalano and C. Sussi, C., 2001. Characteristics of horse meat consumption and production in Italy. *Ann. Fac. Med. Vet. Parma*. 21, 213–223.
- OAJ. Oficina Agrícola en Japón. 2010. Mercado de la carne equina en Japón; Oportunidad para desarrollar un nuevo sector exportador en Chile. Newsletter de la Consejería Agrícola de Chile en Japón. N° 25, Abril. Disponible en línea: <http://es.scribd.com/doc/43850280/Carne-Equina-en-Japon-Consejeria-Agricola-Del-Chile-en-Japon-2010>; www.chile.or.jp/_userdata/nl30jap.pdf. [Ene. 17, 2014].
- Paiva, F. A. 2003. Os equídeos como productores de carne. *Revista Frigorífico*, N. 93, pp. 61-62.
- Paleari, M. A., G. Soncini, G. Beretta and M. T. Rossi. 1992. Microbiological and chemical aspects of corned, cooked and vacuum packed horsemeat. *Ital. J. Food Sci.* 4, 205–212.
- Roth, D. M., M. S. Brewer P. J. Bechtel K. H. Kline and F. K. McKeith. 1995. Sensory, color, and composition characteristics of young and mature chevaline. *Journal of Muscle Foods* 6, 83–89.
- Salazar, M. L. 2009. Evaluación y rendimiento en canales de res y de cerdo e impacto económico en la industria cárnica. Trabajo de grado para optar al título de Industrial Pecuaria. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia. Disponible en línea: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/396/1/EVALUACION%20Y%20RENDIMIENTO%20EN%20CANALES%20DE%20RES%20Y%20DE%20CERDO%20E%20IMPA.pdf>. [Dic. 12, 2013].
- Torres, E. 2003. Producción de equinos para carne en la meseta patagónica. Subsecretaría de agricultura, ganadería y forestación. Dirección de ganadería. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-27. Disponible en línea: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_equinos/curso_equinos_1/07-rod_carne_equina_patagonica.pdf. [Oct. 15, 2013].
- Vervack, W., M. Vanbelle and M. Foulon. 1977. La teneur en acides amines de la viande. *Rev. Ferment. Ind. Aliment.* 32 (1), 16–20.
- Zeuner, F. E. 1963. A history of domesticated animals (pp. 299–337). New York: Harper & Row.

NORMAS DE PUBLICACIÓN (Instrucción a los Autores)

Zootecnia Tropical publica cuatro categorías de trabajos: Artículos Científicos, Notas Técnicas, Trabajos Especiales y Revisiones Bibliográficas.

- a) **Artículo Científico:** es un texto de carácter académico-científico que muestra el cumplimiento de normas específicas tanto en su estructura general como en su contenido. Cubre una extensa variedad de temas relacionados con la investigación e innovación tecnológica en las diversas disciplinas del conocimiento agrícola, bajo los paradigmas de investigación cuantitativo y cualitativo. Se redactan en vocabulario especializado y formal. Estos deberán ser de carácter innovadores y constituir un aporte al conocimiento científico, tecnológico o metodológico en el área de la producción agropecuaria sustentable y temas afines. La extensión del trabajo no debe exceder de 25 páginas a doble espacio, incluyendo cuadros, figuras y literatura citada. El trabajo debe incluir las siguientes secciones:

Estudios con enfoque cuantitativo:	Estudios con enfoque cualitativo:
- Introducción: Problema, justificación y objetivos.	- Introducción: Objeto de estudio, justificación y propósitos.
- Materiales y Métodos	- Metodología
- Resultados y Discusión	- Resultados y Hallazgos
- Conclusiones	- Conclusiones y/o aproximaciones
- Agradecimientos (opcional)	- Agradecimientos (opcional)
- Literatura citada.	- Literatura citada.

- b) **Nota Técnica:** Son textos cortos que describen técnicas experimentales, equipos, fenómenos naturales, especies nuevas, resultados parciales o detalle de un trabajo que pueden tener algún interés en sí, aún desligados del conjunto de trabajo que se está realizando. Se usa también para adelantar información sobre resultados obtenidos u observaciones efectuadas, acerca de las cuales se informara después detalladamente en artículos, boletines o

informes técnicos; también se aceptan reseñas de libros recientemente publicados. El mismo no deberá exceder de 12 páginas.

- c) **Revisiones Bibliográficas:** son artículos acerca de temas que por los avances científicos, tecnológicos o metodológicos logrados en los mismos, requieren de una visión más completa, con el fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. La información debe ser tratada en forma de disertación, análisis analítico o descriptivo, confrontación o comparación. Estos serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional que hayan realizado aportes en los temas requeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.
- d) **Trabajos Especiales:** son trabajos de un área temática actualizada, de orden científico o técnico, así como de eventos científicos de relevancia nacional e internacional, donde entra a discusión temas de aspecto social, académico, científico, de interés de la sociedad. Los temas serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional y que hayan realizado aportes importantes en los temas sugeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.

Para publicar trabajos en las revistas científicas del INIA, los usuarios deben cumplir con los siguientes aspectos:

- a) **Idioma:** Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués.
- b) **Formato:** Deben ser escritos utilizando preferiblemente los procesadores de palabras *Open Office Writer*® o en su defecto *Microsoft Office Word*® en cualquiera de sus versiones recientes, fuente Arial tamaño 12 a doble espacio para el texto; para las tablas y referencias Arial tamaño 11.
- c) **Título:** El título será en el idioma correspondiente, con su respectiva traducción en el resumen. Se escribe en letras mayúsculas y minúsculas, debe ser claro y conciso. No debe exceder de

20 palabras. Debe identificar y describir concretamente el contenido del trabajo, sin abreviaturas. Sólo deben incluirse los nombres comunes de plantas, insectos u otras especies cuando se requiere, dejando como palabra clave el nombre científico de los mismos. No debe exceder de dos líneas sin puntos, exceptuando cuando exista alguna subdivisión del mismo.

- d) **Autor (es) y Afiliación:** Primer nombre completo, inicial del segundo y apellidos completos. Después de los nombres se usarán números en subíndices para identificar la información del autor o autores tal como: cargo, institución, correo electrónico, dirección postal donde trabajan. Debe usar el nombre completo de la institución con la abreviatura o siglas entre paréntesis. Igualmente, identificar con un asterisco al autor (es) que fungirá como autor de correspondencia. De manera opcional podrá indicarse alguna aclaratoria sobre la fuente de financiamiento de la investigación y proyecto al cual pertenece.
- e) **Resumen, Abstract o Resumem:** Cada trabajo debe tener un resumen de un párrafo no mayor de 250 palabras, que sea claro y comprensible, en los idiomas correspondientes. Para el caso de estudios con enfoque cuantitativo, se debe indicar de manera sucinta: objetivo (s), el problema, los métodos experimentales, resultados y conclusiones, sin sobrecargarlos con valores numéricos; para estudios con enfoque cualitativo se deben indicar: el propósito, objeto de estudio, la metodología, resultados y aproximaciones. Las referencias a cuadros, figuras y las abreviaturas no definidas, no son aceptables. Los entes biológicos y los suelos deben ser identificados por sus nombres científicos cuando son mencionados por primera vez en el resumen y la primera vez que aparezcan en el cuerpo del trabajo, sin repetirse en el cuerpo del artículo. El idioma del resumen será como se indica a continuación:
-Trabajo en español: resumen en español e inglés (*Abstract*).
-Trabajo en inglés: resumen en inglés (*Abstract*) y español (Resumen).
- Trabajo en portugués: resumen en portugués (Resumem) y español (Resumen).
- f) **Palabras clave:** Son aquellas que permiten identificar el tópico que se discute en el texto, tratando de no repetir las que se usen en el título. Debe incluir los nombres científicos de los entes biológicos. Las palabras clave deben permitir localizar el trabajo en los índices y bases de datos agrícolas como el Sistema Agris de la FAO. Máximo seis (6) palabras.
- g) **Introducción:** Su contenido debe expresar además de la importancia del tema a tratar, una breve referencia de los antecedentes que motivaron a la realización del trabajo; puede incluirse la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que aporten ideas fundamentales para la realización del trabajo. Para estudios de tipo cuantitativo debe presentar claramente el problema, justificación y los objetivos, un objetivo general y máximo tres objetivos específicos. En el enfoque cualitativo, debe presentar el objeto de estudio, justificación y propósitos. Las referencias en la introducción deben ser limitadas.
- h) **Materiales y Métodos** (Enfoque cuantitativo) **o Metodología** (Enfoque cualitativo): Deben ser lo suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento o metodología. Para estudios con enfoque cuantitativo, debe ser clara y concreta, siguiendo un ordenamiento lógico de las técnicas empleadas en la investigación y los materiales utilizados. Los procedimientos analíticos y estadísticos usados deberán ser descritos claramente o citados como referencias bibliográficas. En investigaciones de campo deberán incluir además una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Cuando las investigaciones se realicen bajo el paradigma cualitativo, se indica el marco o contexto teórico que describe brevemente conceptos, modelos o enfoques que orientan la investigación y los referentes teóricos relacionados con los discursos de los actores sociales y se indica la naturaleza y tipo de la investigación, los informantes

clave, métodos, técnicas y procedimientos de acopio de la información y las técnicas de interpretación de la información y categorización.

- i) **Resultados y Discusión** (Enfoque cuantitativo) o **Resultados y Hallazgos** (Enfoque cualitativo): Esta sección debe satisfacer los objetivos que señalaron en la introducción, manejando la información cuantitativa a través de cuadros y figuras a fin de transmitir en forma clara la interpretación de los resultados obtenidos. La discusión de los datos deberá hacerse basada en los soportes disponibles en la literatura citada del trabajo. En el enfoque cuantitativo, es necesario el uso de la estadística para verificar la validez de los resultados, cuando así se requiera. En el enfoque cualitativo, se presentan de modo organizado y coherente los resultados de la investigación a partir del procedimiento de triangulación.
- j) **Cuadros:** Cada cuadro se presentará en archivo separado del texto, haciendo alusión a él por primera vez y seguirán la paginación del texto. El contenido de los cuadros no debe ser duplicado en las figuras. En general, las variables están en filas y los tratamientos en columnas. Sólo la primera letra de la primera palabra en mayúsculas. Todos los cuadros deben ser citados consecutivamente en el texto. El encabezados de columnas debe ser conciso e indicar claramente las unidades que utilizan abreviaturas estándar. Los asteriscos se usarán para mostrar el nivel de significancia estadística de 0,05 (*), 0,01 (**) y 0,001 (***) y deben ir acompañados del nombre de la prueba estadística realizada. Para otras llamadas deberán utilizarse otros símbolos. El título del cuadro debe ser concreto y expresar el contenido del mismo. Notas al pie deben utilizarse con moderación y ser concretas. Los cuadros deben ser elaborados utilizando la tabla del programa *Microsoft Office Word®* o *Microsoft Office Excel®* y no deben ser escaneados.
- k) **Figuras:** Se entiende por figura cualquier ilustración que se incluya en el trabajo como: gráficos, dibujos, fotografías, esquemas, dibujos o mapas u otra representación. Estas no deben ser una duplicación de la información de los cuadros. Todas las figuras deben ser citadas consecutivamente en el texto. El título debe colocarse en la parte inferior de la figura. Para las fotografías y otros dibujos digitalizados, los mismos deberán procesarse en formato JPG o TIFF. En cuanto a los gráficos (líneas, barras, circular, entre otros) se recomienda que sean modificables, adjuntando la información con la cual se elabora la figura, de tal manera que cuando se requiere pueda ser mejorada en la diagramación de la revista.
- l) **Conclusiones** (Estudios cuantitativos) **y/o Aproximaciones** (Estudios cualitativos). Deben ser concisas y concretas, basadas en los objetivos del trabajo. En el enfoque cualitativo, las aproximaciones no se limitan a exponer resultados aislados de la investigación como tal, sino que también ilustra el proceso por medio del cual se llegó a las estructuras particulares de los objetos de estudios y a la estructura general o estructuras generales, que los integran
- m) **Agradecimientos** (opcional): Se utilizarán para reconocer a aquellas personas que han hecho contribuciones sustanciales al trabajo o han prestado asistencia técnica. Igualmente para reconocer a las instituciones que han brindado apoyo financiero a la investigación. El párrafo de esta sección debe ser breve, máximo 10 líneas.
- n) **Literatura citada:** Es responsabilidad del autor asegurarse de que todas las referencias sean correctas. Estas deben ser relevantes para el contenido y todos deben estar citados en el texto. Los elementos que componen la cita bibliográfica son básicamente los siguientes: Autor(es)/Año de publicación/ Título:/ subtítulo/(Tipo de medio)/Edición/ Ciudad y país de publicación/Casa editora / Fecha en que se consultó el material para los documentos en línea/ Descripción física/ Disponibilidad y acceso para los documentos en línea/(Nota de serie).
- o) Se debe presentar en orden alfabético. En caso de un mismo autor en años diferentes, se ordenará de acuerdo al año y en caso de ser igual, según la primera letra del título del trabajo. Se deberá colocar todos los autores integrantes del trabajo citado. Los trabajos

que no han sido publicados no deben referirse en la bibliografía, sino en el texto, colocando inmediatamente después del apellido y entre paréntesis el tipo de fuente donde provino la información (comunicación personal, datos inéditos) y el año en el cual se efectuó la consulta, separado por una coma. Si en el texto, dado el ordenamiento de la frase, se cita el apellido del autor, inmediatamente deberá ser colocado el año correspondiente entre paréntesis. En caso de dos autores se deberán colocar los dos apellidos, separados por una y para el caso de tres o más autores, bastará citar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis.

- p) Las referencias deberán contener todos los elementos que permitan su fácil localización, cuya variación está regulada por el tipo de publicación citada. Se seguirán las Normas Técnicas del IICA y CATIE y los ejemplos que se dan a continuación:

- *Revista (ya publicada)*

Sanabria D., J. G. Fariñas, U. Manrique, Z. Flores e Y. Reina. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del estado Bolívar. *Zootecnia Trop.*, 13(1):63-76.

- *Revista (aceptado, pero no publicado)*

Carrillo, V., M. Rodríguez, U. Manrique, D. Vásquez, E. Rivas y J. Fariñas. 2000. Efecto de la fertilización nitrogenada, edad y época de corte sobre el valor nutritivo del pasto *Andropogon gayanus*. *Zootecnia Trop.* (En prensa).

- *Suplemento de revista*

Leng R. A. 1993. Overcoming low productivity of ruminants in tropical developing countries. *J. Anim. Sci.*, 71(Suppl. 1):284. (Abstracts).

- *Libros*

Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1989. *Nutrición animal*. Ed. McGraw-Hill, S. A., México. 7ma Ed.

- *Capítulos de libros*

Toledo J.M. y R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la Evaluación Agronómica

de Pastos Tropicales. *En: Toledo J.M. (Ed.). Manual para la Evaluación Agronómica*. R.I.E.P.T. CIAT, Cali, Colombia, pp. 91-110.

- *Congresos, Simposia, Reuniones y/o Memorias*

Bracho M., O. Abreu F. y A. Del Villar. 1992. Influencia del peso al parto sobre la producción de leche en vacas doble propósito. I Jornadas Técnicas FONAIAP, Maracaibo, Venezuela. 612 p. (Resúmenes).

Espinoza F., Y. Díaz, P. Argenti, E. Perdomo y L. León. 1998. Estudios preliminares del género *Pachyrhizus* DC. En Venezuela. *En: Sørensen M., J. Estrella, O. Hamann y S. A. Ríos (Eds.). Proceedings of 2nd International Symposium on Tuberous Legumes*. Celaya, Guanajuato, México, pp. 139-154.

- *Tesis y Trabajos de Ascenso*

Noguera E. 1985. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo mediante análisis de registros del rebaño de una estación experimental dedicada a la producción de leche. Tesis de M.Sc. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. 93 p.

García A. 1991. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del rebaño de vacas inscritas en el ROPL en el período 1986 1990. Trabajo de Ascenso. Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracaibo, Venezuela. 33 p.

- *Revistas y otras fuentes electrónicas:*

Los documentos electrónicos se tratan como una variante de la publicación impresa tradicional. En forma electrónica se encuentran actualmente monografías, publicaciones periódicas, mensajes, conferencias, reuniones, bases de datos, programas de computadora u otros. Por tanto se seguirán las normas establecidas para cada uno de ellos y además se incluirán otros elementos que permitan identificar el medio en que están disponibles: en línea, disco compacto, disquetes, mensajes electrónicos, cintas magnéticas. La fuente de información para el documento electrónico es el documento mismo. Si éste

carece de información, puede ser tomada del recipiente (caja, sobre, otro), sitio web, o material impreso complementario.

Venezian, E. y E. Muchnik. 1994. Structural adjustments and agricultural research in Chile. ISNAR Briefing paper N° 9. Disponible en línea: <http://www.cgiar.org/isnar> [Fecha de consulta].

- *Publicaciones Misceláneas*

Argenti P. y F. Espinoza. 1993. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*). Pub. FONAIAP (Serie B), Maracay, Venezuela. 20 p.

Para publicar los artículos en las revistas científicas se debe cumplir con las siguientes convenciones tipográficas y estilo:

- a) Título del trabajo en negrilla con la primera letra en mayúscula. Nombres de los autores en minúsculas con mayúsculas las iniciales y sus procedencia en cursiva.
 - b) Los títulos principales de sección (Resumen, Introducción, Materiales y Métodos o Metodología, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura Citada se indican en negrita y colocado en el margen izquierdo. Interlineado en 1.5 y primera letra en mayúscula.
 - c) Los subtítulos en cursiva y sólo la letra inicial en mayúscula. Las dos clases son: (i) cursiva secundarios un puntuado, partidas hombro; (ii) cursiva, texto y puntuado run-on (títulos secundarios).
 - d) La secuencia es siempre (i) a (ii).
 - e) Los Cuadros y Figuras se escriben con las letras C y F en mayúscula.
- f) Abreviaturas: cuando las abreviaturas se definen en el texto, deben ser escritas en mayúscula y negrilla en la primera aparición.
 - g) Los entes biológicos deben ser identificados por sus nombres científicos completos (binomial) en el título así como en el resumen, abstract o resumem y la primera vez que se mencionan en el cuerpo de trabajo.
 - h) Los nombres de productos comerciales deben evitarse, prefiriéndose el nombre genérico. Cuando ello sea posible utilice seguido del símbolo®.
 - i) Los nombres de las variedades, cultivares e híbridos deberán acompañarse de virgulillas o comillas simples sólo cuando se mencionen por primera vez en el resumen, en el abstract o resumem y en el cuerpo del artículo.
 - j) Los suelos deben ser identificados taxonómicamente; si el nombre de la serie no es muy conocido deberá señalarse la familia.
 - k) Los símbolos no tienen plural ni llevan punto (.) después de ellos, y sólo se escriben en mayúsculas aquellos derivados de nombre propios Celsius, Kelvin, Joule.
 - l) Los decimales deben separarse con coma (,) y no con punto (.). Las unidades de mil o millón se indicarán con un espacio en blanco.
 - m) La abreviatura correspondiente a Agronomía Tropical es Agronomía Trop. y de Zootecnia Tropical es Zootecnia Trop.
 - n) Los símbolos a usar son:

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Ácido Graso Volátil	AGV	Índice de Conversión	IC
<i>Ad libitum</i>	Ad lib.	Kilocalorías	Kcal
Aminoácido	aa	Kilogramo	Kg
Bar	bar	Kilogramo/Hectárea	Kg ha ⁻¹
Bloques Multinutricionales	BM	Kilometro	Km
Centímetro	cm	Litro	l
Consumo de Materia Seca	CMS	Materia Orgánica	MO
Coeficientes de Variación	CV	Materia Seca	MS
Coeficiente de Correlación	r	Metro	m
Coeficiente de Determinación	R ²	Metro Cuadrado	m ²
Decímetro	dm	Metro Cúbico	m ³
Desviación Estándar	DE	Metros Sobre el Nivel del Mar	m.s.n.m.
Diferencia Predicha	DP	Micra	μ
Digestibilidad <i>in vivo</i>	DIV	Micromilímetro	microm
Digestibilidad <i>in vitro</i>	DIV	Miliequivalentes	Meq por 100g
Energía Digestible	ED	Miligramo	mg
Energía Metabolizable	EM	Mililitros	ml
Error Estándar	EE	Mililitros por Litros	ml/l
Extracto Libre de Nitrógeno	ELN	Milímetro	mm
Fibra Ácido Detergente	FAD	Minuto	min
Fibra de Detergente Neutra	FDN	Número de la Población	N
Ganancia Diaria de Peso	GDP	Nitrógeno No Proteico	NNO
Grado Absoluto	°abs	Partes por Millón	ppm
Grados Centígrados	°C	Peso al Nacer	PN
Grados Fahrenheit	°F	Peso al Destete	PD
Grados de Libertad	gl	Porcentaje	%
Grado Kelvin	°K	Por Mil	‰
Gramo	g	Probabilidad	P
Gramo por Kilogramo	g kg ⁻¹	Proteína Cruda	PC
Gramos por Litros	g/l - g.l	Segundo	s
Gramo Joule	J	Tonelada	t
Hectárea (s)	ha	Tonelada/Hectárea	t ha ⁻¹
Heredabilidad	h ²	Tonelada Métrica	Tm

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical