

Jorge Alberto Pérez León
Jonatan Torres Pérez
(Coordinadores)

UACJ



*Ciencia en la frontera:
revista de ciencia y tecnología
de la Universidad Autónoma
de Ciudad Juárez.*

DIRECTORIO

Ricardo Duarte Jáquez
Rector

David Ramírez Perea
Secretario General

Manuel Loera de la Rosa
Secretario Académico

Luis Enrique Gutiérrez Casas
*Coordinador General de
Investigación y Posgrado*

Daniel Constandse Cortez
Director del ICB

Antonio de la Mora Covarrubias
Jefe del Departamento de Ciencias Químico Biológicas

Ramón Chavira
*Director General de Difusión
Cultural y Divulgación Científica*

Jorge Alberto Pérez León
Coordinador Editorial

COMITÉ EDITORIAL DEL NÚMERO

DRA. MARINA TREJO
Universidad de Baja California

DR. MIGUEL MURGUÍA
FES Iztacala, UNAM

DANI VERDECIA ACOSTA
Universidad de Granma

DR. PEDRO LEZCANO PERDIGÓN
Dirección de Investigaciones de la UNESUM -Cuba

DR. CARMELO PINEDO ÁLVAREZ
Universidad Autónoma de Chihuahua

ALMA DELIA CONTRERAS PANIAGUA
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo
A.C.

SANTIAGO VALDEZ HURTADO
Universidad Estatal de Sonora - Unidad Académica
Navojoa

GLORIA GUADALUPE MORALES FIGUEROA
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo,
A.C.

DR. HUGO ENRIQUE HERNÁNDEZ CONTRERAS
Universidad Mundial

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS, INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS

Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la uacj / Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Coordinación General de Investigación y Posgrado. Vol. 15. (2017). Ciudad Juárez, Chih.: uacj, 2016. v.; 21 cm. Seriada.

Apoyado con recursos del PFCE 2016

Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ Vol. XV, núm. 1, 2017, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a través del Instituto de Ciencias Biomédicas y de la Coordinación General de Investigación y Posgrado del ICB y el Departamento de Ciencias Básicas. Editor responsable: Jorge Alberto Pérez León. Reserva al uso exclusivo otorgada por INDAUTOR Núm. 04-2013-03221300-5400-102 y el ISSN 2007-042X. Copyright © UACJ. Esta obra se terminó de imprimir en abril de 2018 en los talleres de Pandora Impresores, Caña 3657, Colonia La Nogalera, C.P. 44470, Guadalajara, Jalisco, México. Tiraje: 200 ejemplares.

Los manuscritos propuestos para publicación en esta revista deberán ser inéditos y no haber sido sometidos a consideración a otras revistas simultáneamente. Al enviar los manuscritos y ser aceptados para su publicación, los autores aceptan que todos los derechos se transfieren a *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, quien se reserva los de reproducción y distribución, ya sean fotográficos, en micropelícula, electrónicos o cualquier otro medio, y no podrán ser utilizados sin permiso por escrito de *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*; véase, además, notas para autores.

Permisos para otros usos: el propietario de los derechos no permite utilizar copias para distribución en general, promociones, la creación de nuevos trabajos o reventa.

Disponible en: revistas.uacj.mx

CONTENIDO

Desórdenes alimentarios y su asociación con la forma física y la composición corporal en adultos jóvenes: revisión sistemática

Olivas-Dávila, David; Chávez-Herrera, Rebeca; Castro-Sosa, Aída S.;
Pérez-Hernández, Lilia C.; Ramos-Jiménez, Arnulfo..... 7

Caracterización nutricional del lablab (*Lablab purpureus (L.) Sweet*)

González-García, H.; Gutiérrez-López, B.; Orozco-Erives, A.; La O-León, O.;
González-Morita, J. A.; Osuna-Ávila, P.; Martínez de la Rosa, R..... 19

Estado nutricional en escolares de una zona medio-rural del norte de México que reciben apoyo alimentario

Martínez-Macías, L.; Viloría, M.; Nájera, A.; Urquidez-Romero, R.; Ramos-Jiménez, A. 29

Tasa de pasaje ruminal de la materia seca y orgánica de variedades de *Cenchrus purpureus*

Ledea-Rodríguez, J. L.; La O-León, O.; González-García, H..... 39

ABSTRACTS

Eating disorders and their associations with physical form and body composition in young adults: sistematic review

Aim: Since physical form and body composition are affected by disturbances in eating behavior, these two factors are theoretically related; however, we did not identify studies that primarily aimed to study these relationships. This updated systematic review analyzed studies published from 2011 on eating disorders and how these disorders are associated with or modify the physical form and body composition of young female adults (18-45 years old).

Methods: Scopus, MEDLINE and Science Direct were searched using the keywords “Eating disorders”, “Body composition”, “Body shape”, “Undernutrition”, “Obesity” and “Anorexia”. Of the 10031 articles identified through independent selection, three researchers selected 15 manuscripts that fulfilled the inclusion and exclusion criteria.

Results: None of the manuscripts described physical form; only body composition was addressed. X-ray densitometry (DXA) was the measurement method most commonly used, whereas anthropometry was erroneously used to assess body composition.

Conclusions: Body composition changes, not body shape changes, were associated with the presence of eating disorder in young female adults, but not with the severity of behavior. We did not find any papers that studied eating disorders in men.

Key words: anorexia nervosa, binge eating disorder, body constitution, malnutrition, mental health, physical exercise. 7

Nutritional characterization of lablab (*Lablab purpureus (L.) Sweet*)

The aim of this study was to evaluate the nutritional characterization of lablab, Rio Verde variety in two consecutive cuts (73 and 119 days of sowing), and with different bloom stage (5, 20 and 100 %). The observed mean values for CP, NDF, ADF, and cellulose were 19.6, 47.07, 31.9 and 23.79 %, and calculate values for DMD, RFV and NEg were 64.05 %, 127, y 0.73 Mcal/kg, in that order. Whereas the fractions of the used model (a, b and c) to calculate ruminal degradability of DM and CP were 22.16, 52.58 %, 0.07%/h, and 32.13, 60.13%, 0,05%/h, respectively, show an effect for cut and bloom stage. In addition, lablab has a nutritional value near the one of alfalfa hay in early bloom.

Key words: forages, legumes, Lablab, nutritional value 19

Nutritional status in schoolchildren in a rural area of northern Mexico who receive food support

The purpose was to study the impact of an annual food support program on the nutritional status of schoolchildren. Two hundred and forty-six children enrolled in elementary schools with very low economic resources in a mid-rural area of northern Mexico participated; schools with kitchens where foods are prepared for sale among schoolchildren. In one school the sale of the breakfasts was symbolic (two pesos or none, financed school) in the others at low cost (6-15 pesos, self-financed schools). School menus, weight, height, body mass index (BMI) and age of the children were recorded. There is more proportion of children with malnutrition, overweight and obesity in self-financing schools. Children in funded schools are on average within their ideal weight, height and BMI for their age, while those in self-funded schools are within 0.40 standard deviations (SD) of their ideal nutritional status. Children in nutritionally funded schools had lower rates of malnutrition than children in self-funded schools.

Key words: child nutrition, school feeding, nutrition programs and policies..... 29

Ruminal passage rate of dry and organic matter of varieties of *Cenchrus purpureus*

A study was carried out to evaluate the variability of the *in situ* ruminal effective degradability (DER) of dry matter (MS) and organic matter (MO) of leaves, stems and complete plant of three varieties of *C. purpureus* at four regrowth ages. For DER of MS, the smaller variance, standard deviation (DE) and coefficient of variation (CV) were obtained to the 100 days in leaves and stems (in MO it was to 80 days) and 80 days for the complete plant (in MO it was of 120 days). The minimum ranks of DER agreed to the 120 days for all the fractions, the maximum ranks corresponded at the age of 80 days in leaves, 60 days in stems, 100 days for the complete plant. The varieties CT-603 and CT-605 presented the greater DER. It concluded that the age of regrowth affects the DER of MS and MO in the soil and climatic conditions of Valle del Cauto, is recommended to use the plants between 80 and 100 days of regrowth.

Key words: tropical grass; *Cenchrus purpureus*; degradability, *Pennisetum purpureum*. 39



Desórdenes alimentarios y su asociación con la forma física y la composición corporal en adultos jóvenes: revisión sistemática

Olivas-Dávila, David,¹ Chávez-Herrera, Rebeca,² Castro-Sosa Aida S,² Pérez-Hernández, Lilia C,², Ramos-Jimenez, Arnulfo²

Recibido: 2 octubre 2017, versión corregida 4 noviembre 2017, aceptado 11 noviembre 2017

RESUMEN

Objetivo: Dado que la forma física y la composición corporal se ven afectadas por las perturbaciones en el comportamiento alimentario, estos dos factores están relacionados teóricamente; sin embargo, no identificamos estudios cuyo objetivo principal sea estudiar estas relaciones. Esta revisión sistemática actualizada analiza los estudios publicados a partir de 2011 sobre trastornos alimentarios y cómo estos trastornos se asocian o modifican la forma física y la composición corporal de mujeres jóvenes (18-45 años).

Métodos: Se realizaron búsquedas en Scopus, MEDLINE y Science Direct utilizando las palabras clave “Trastornos alimentarios”, “Composición corporal”, “Forma corporal”, “Desnutrición”, “Obesidad” y “Anorexia”. De los 10 031 artículos identificados mediante selección independiente, tres investigadores seleccionaron 15 manuscritos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión.

Resultados: Ninguno de los manuscritos describió la forma física; solo se abordó la composición corporal. La densitometría de rayos X (DXA) fue el método de medición más utilizado, mientras que la antropometría se usó erróneamente para evaluar la composición corporal.

Conclusiones: Los cambios en la composición corporal, no en la forma del cuerpo, se asociaron con la presencia de trastornos alimentarios en mujeres adultas jóvenes, pero no con la severidad del comportamiento. No encontramos manuscritos que estudien los desórdenes alimentarios en hombres.

Palabras clave: anorexia nerviosa, trastorno por atracón, constitución corporal, desnutrición, salud mental, ejercicio físico

1 Universidad Mayor, Santiago de Chile. Campus Huechuraba.

2 Departamento de Ciencias Básicas, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Address for correspondence: Dr. Arnulfo Ramos-Jiménez, Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, edificio Z planta baja, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Anillo Envoltante del Pronaf y Estocolmo S/N Zona Pronaf, Ciudad Juárez, Chih. C.P. 32310 México. Email: aramos@uacj.mx. 52 656 1679309.

INTRODUCTION

Eating disorders such as anorexia nervosa (AN), bulimia nervosa (BN) and binge eating are characterized by a distorted self-body image (Figure 1) that leads to somatic changes in addition to reduced physical and mental health (Mitchell & Crow, 2006). AN is a common disorder in both adolescents and young adults and causes obsessive behavior toward weight loss driven by the desire to be thin. As a result, people with AN reduce their caloric intake and/or perform excessive physical exercise (Bloch, Ish-Shalom, Greenman, Klein & Latzer, 2012). BN, on the other hand, triggers drastic binge eating in people who later self-induce vomiting (3); furthermore, to lose or maintain weight, people with BN engage in excessive physical exercise and use laxatives and diuretics (Shapiro *et al.*, 2007). BN is related to depression, hypokalemia and gastrointestinal difficulties (Polnay *et al.*, 2014), and having a family history of obesity is a predisposing factor for the development of this disease (Fairburn, Welch, Doll, Davies & O'Connor, 1997).

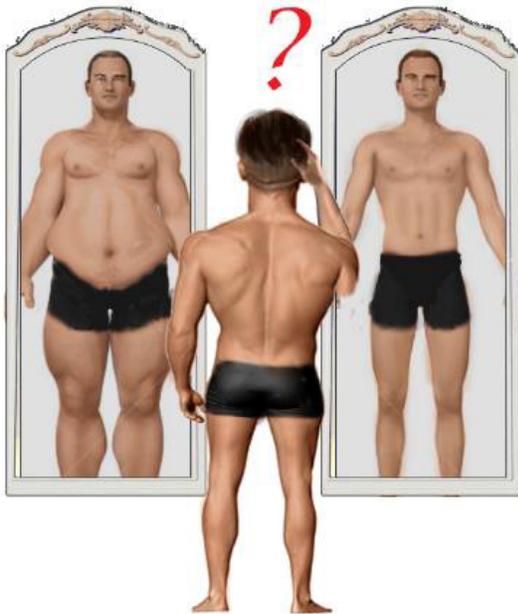


Figure 1. *distorted self-body image.*

Binge eating is another eating disorder currently acknowledged by the American Psychiatric Association (2013). It is characterized by recurrent and obsessive eating episodes in which peo-

ple consume a large quantity of food—an amount that most people would not eat under similar circumstances—in a short period of time and is coupled with feelings of lack of control (Yanovski *et al.*, 1992). Yanovski documented that people with binge eating disorder who are also obese consume more calories than people who suffer from obesity alone (Yanovski *et al.*, 1992).

Studying body image, body shape and body composition enable an understanding of the impact of eating disorders on people's physical and mental health (Bredella *et al.*, 2014; Gómez-Ambrosi *et al.*, 2012). As Ramos-Jiménez *et al.* mentioned (2016), image shape and body composition are interrelated, as each explains the human body from a different aspect. Body image explains the subjective perspective, while the other two the objective; furthermore, body image represents the perception people have about their body, i.e., how I look, how I wish to be seen, how others see me and how I think others see me. To study body image, questionnaires in which the person selects the responses or figures that relate to their beliefs or their desired physical form are generally used. However, body shape is externally measurable, and physically tangible aspects of the body, i.e., weight, height, length, diameter, circumference and total or partial volumes, can also be obtained. Furthermore, body shape (somatotype) can be studied through anthropometric measurements, determination of somatotype and photogrammetry (Figure 2), anthropometry being the most common, inexpensive and simple procedure to use (Ramos-Jimenez *et al.*, 2016).

It is worth noting that although both image and body shape are commonly used in the same context, they are distinct from each other, as previously mentioned. Finally, body composition refers to existing proportions of our body in terms of fat mass, lean mass, bone mass and muscle mass (Ramos-Jimenez *et al.*, 2016; El Ghoch *et al.*, 2012). To determine composition *in vivo*, different indirect methods are used, the most reliable of which are image processing techniques that observe the inside of the body, such as computed tomography (CT) (Borkan *et al.*, 1982), nuclear magnetic resonance (NMR) (Fuller *et al.*, 1999) and X-ray densitometry (DXA) (Bredella *et al.*, 2013). The least reliable methods include densitometry, either by plethysmography (Bod Pod) or underwater weight (Collins *et al.*, 1999), bioimpedance (BIA)

(Elia *et al.*, 2000) and infrared rays (Conway, Norris & Bodwell, 1984). Although anthropometry is used as an additional method of determining body composition, it is mistakenly applied in this capacity, as it is a doubly indirect determination method and is unreliable (Silleras *et al.*, 2013). The only direct method of measuring body composition is cadaverous, hence it is not commonly used (Prior *et al.*, 1997). The study of the body image evolves from the publications of Fisher (1970) and Shontz (1969), which introduce this concept relating it to cognitive, behavioral and psychological problems. In fact, there is currently a scientific journal specialized in this interesting topic, which has spread this topic to various areas, such as social and medical (Cash, 2004).

Self-image, body shape and body composition are affected in people with eating disorders (Mitchell & Crow, 2006; Bloch *et al.*, 2012; Raymond *et al.*, 2012), forming a complex syndrome that is typically treated in parts (Mitchell & Crow, 2006); thus, treating this problem has not always been effective (Bloch *et al.*, 2012). Consequently, multidisciplinary treatment approaches (psychological, diet, exercise and pharmacological) are suggested that simultaneously target the modification of negative behaviors; this type of treatment relies on the family inside the patient's homes as well as the recognition of this problem at an early age (El Ghoch *et al.*, 2015a; El Ghoch *et al.*, 2015b; Marco, Perpina & Botella 2013). In two parallel studies after 20 weeks of multidisciplinary treatment to reduce eating disorder problems in patients with AN, El Ghoch (El Ghoch *et al.*, 2015a; El Ghoch *et al.*, 2015b) observed an increase of 10-17% in fat mass; however, a reduction of approximately the same proportion

of lean mass was also observed. In both studies, fat mass recovered to a greater extent in the central area of the body, where the development of fat mass is known to favor metabolic disorders and cardiovascular complications (Wall-Medrano *et al.*, 2016). Studies assessing treatments with a longer duration observed the same problem (Bloch *et al.*, 2012).

Finally, studies of the physical effects of this set of conditions have been equally incomplete to date. Most studies investigate either body shape or body composition, not both, and the procedure used most often to assess body composition is DXA. Therefore, the purpose of this study was to conduct an updated systematic review that analyzed papers published since 2011 on eating disorders and how these disorders are associated with or modify young (18-45 years) female adults' physical form and body composition.

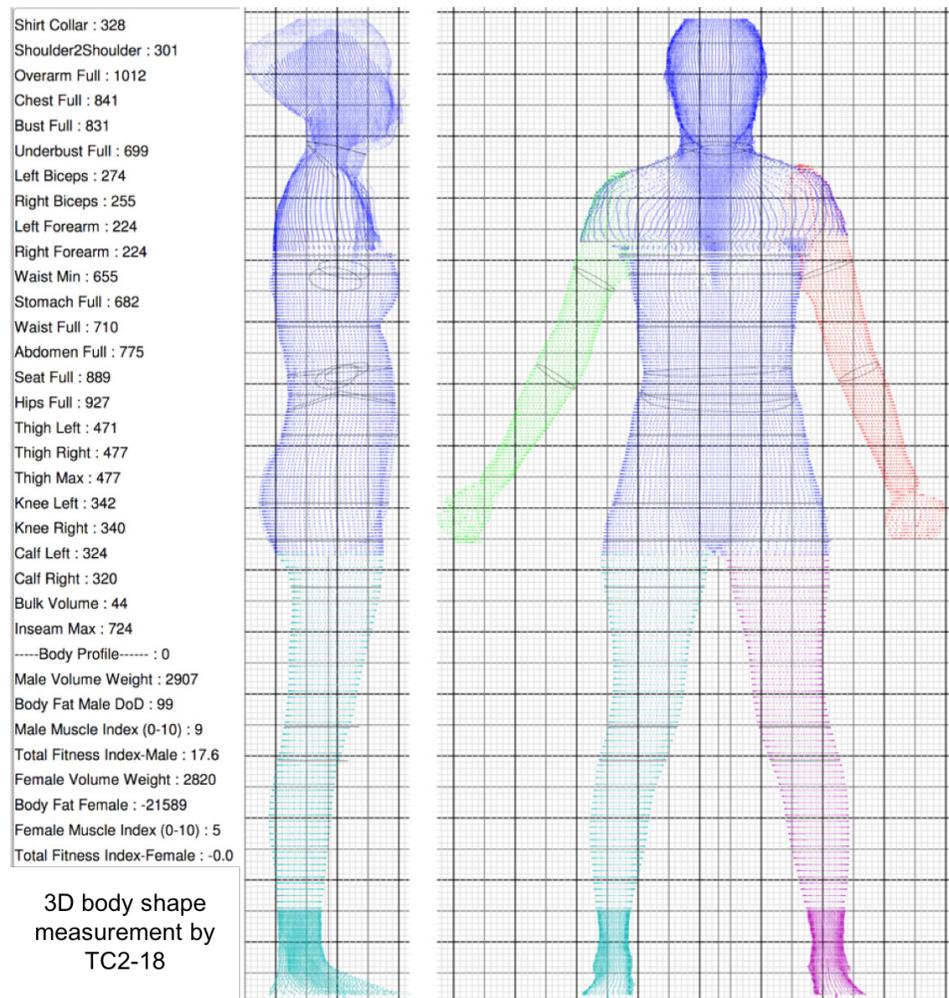


Figure 2. 3D Body shape measurements by Body Scanner.

METHODS

In this study, a team of two investigators and two advanced medical-surgeon students was formed. The team was trained during the process of standardizing the criteria for information selection, which was conducted according to the Preferred Reporting Items of Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) criteria (Liberati *et al.*, 2009). The two methods currently used to perform systematic reviews, the Cochrane and PRISMA formats, were discussed, and the latter was chosen because it was more comprehensive and easier to understand (Liberati *et al.*, 2009). Study compilation and item selection were performed independently by two researchers; when there was a dispute regarding the inclusion of a manuscript, a third researcher participated in the final selection. The search for studies was performed from June 10 to 13, 2016, using the following databases: Scopus, MEDLINE and Science Direct. The following ten combinations were searched using the keywords listed below and the Boolean operators AND, OR, and NOT:

“Eating disorders” AND “Body composition”
NOT children NOT elderly
“Eating disorders” AND “Body shape”
NOT children NOT elderly
Malnutrition AND “Body composition”
NOT children NOT elderly
Malnutrition AND “Body shape”
NOT children NOT elderly
Undernutrition AND “Body composition”
NOT children NOT elderly
Undernutrition AND “Body shape”
NOT children NOT elderly
Obesity AND “Body composition”
NOT children NOT elderly
Obesity AND “Body shape”
NOT children NOT elderly
Anorexia AND “Body composition”
NOT children NOT elderly
Anorexia AND “Body shape”
NOT children NOT elderly

The inclusion criteria were as follows:

1. Original articles in humans, with results reported by validated methods.
2. Papers on young adults (17-44 years old) with eating disorders.
3. Studies published since 2011.

4. Articles in English, Portuguese or Spanish.

The exclusion criteria were the following:

1. Articles with unlocated full texts.
2. Studies with titles or abstracts that expressed having analyzed animals, cells, organs or bacteria.

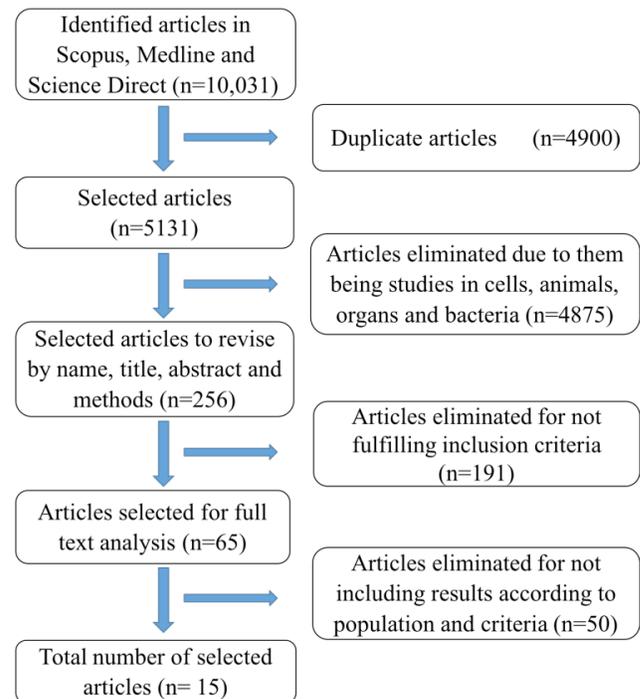


Figure 3. Flowchart of the search strategy used in this review set out according to PRISMA.

RESULTS

The systematic search identified a total of 10 031 items (Figure 3), which were processed in End-Note X7, resulting in the removal of 4,900 duplicate items. Of the remaining 5,131, studies with titles or abstracts that reported analyzing animals, cells, organs or bacteria were excluded. The remaining 256 manuscripts were found in full text to be analyzed by title, abstract and methodology; 191 did not meet the inclusion criteria. The full texts of the resulting 65 were analyzed again, and 48 were deleted for assessing a population that did not meet the inclusion criteria. The inclusion of 15 of these 65 manuscripts was disputed, and they were later included or eliminated after being completely read by three researchers. In total, this systematic review included 15 articles that were independently

and jointly selected by the researchers according to the inclusion criteria (Table 1).

As shown in the summary of the manuscripts (Table 1), we found eleven manuscripts that reported weight and height anthropometric data, though only three of them performed skinfold measurements, and one of three determined body circumference; none of these eleven manuscripts reported body somatotype in any way. Of the 15 manuscripts, eleven performed body composition measurements with DXA, four with BIA, one with CT, one with MRI and one by air displacement plethysmography (Bod Pod). Three of the 15 assessed biochemical factors to determine bone mineral turnover and insulin sensitivity. Nine of the 15 were longitudinal studies and investigated the effect of different treatments on body weight and body composition. Six of the 15 were cross-sectional studies, two of which performed validations through convergence measurement methods.

DISCUSSION

Eating disorders are phenomena with psychological and social causes that affect both physical and mental health. People who suffer from these disorders have altered perceptions of athleticism and unhealthy distributions of different body components (fat mass, muscle mass, bone mass, lean mass and residual mass) comprising body composition. Since physical form and body composition are affected by disturbances in eating behavior, these two factors are theoretically related; however, we did not identify studies that primarily aimed to study these relationships. El Ghoch *et al.*, in four different papers (El Ghoch *et al.*, 2012; 2014; 2015a; 2015b) on body composition as well as its changes in people with AN, observed a marked decrease in the different components of body composition (fat mass, lean mass and muscle mass) after 20 weeks of a multidisciplinary treatment for weight regain. Weight gain in these areas increased at different, unequally distributed concentrations; i.e., recovery was greater for fat mass, followed by lean mass and finally muscle mass. The increase in fat mass occurred mainly in the trunk, and lean body mass in the extremities. We can infer that there is a positive correlation between the degree of food alteration and body shape and body composition disorders in people with AN.

More importantly, we did not find in the last seven years any studies on changes in body shape in people with eating disorders, although this parameter provides rich information and is also affected in this syndrome, as mentioned before. In addition, at least using this set of keywords, studies on physical form did not include assessments of somatotype; the most that was mentioned regarding these changes was that after recovering their body weight, people experienced central obesity with an android or gynecoid phenotype (El Ghoch *et al.*, 2015a). Although obesity is a type of caloric eating disorder, it is not included in the literature as such. Finally, we did not find any papers that studied eating disorders in men.

Regarding changes in body composition, of the 11 manuscripts found, only three considered anthropometrics to determine fat mass or tried to validate these measures against other more valid methods (El Ghoch *et al.*, 2012; Silleras *et al.*, 2013; Pattyn, Peeters, Balloey & Claessens, 2011); others only measured weight and height to determine the degree of obesity using body mass index (BMI). The other methods used for this purpose were DXA, BIA, ultrasound, CT, MRI and plethysmography, all of which have high validity and reliability (> 0.80) except for BIA and ultrasound (Miyatani, Kanehisa & Fukunaga, 2000; Gradmark *et al.*, 2010; Mijnaerends *et al.*, 2013). All the manuscripts included in this paper, except one, used two or more methods to measure body composition.

One issue that could have led to the lack of information about the degree of association between the factors studied here is that no studies jointly assessed the severity of the eating disorder syndrome with the evaluation of shape and body composition. In the literature, we found several validated scales that assessed the severity of eating disorder (Fairburn *et al.*, 1997; Maïano, Morin, Monthuy-Blanc, Garbarino & Ninot, 2016); however, we did not find studies that used them simultaneously with assessments of form and body composition or that tried to determine their correlations.

It is worth noting that with the keywords used, we only found papers that addressed AN, as studies on BN and binge eating were missing. It is natural to not find papers related to binge eating, as it was only in 2013 when the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM) (American Psychiatric Association, 2013) included this condi-

tion as an eating disorder. For BN, it is surprising that authors have shown little interest in understanding the changes in fitness and body composition experienced by people with this disease.

Regarding the methods used to evaluate eating disorders, all manuscripts described assessing clinical determinations according to the classifications of the American Psychiatric Association (2013). In contrast, the methods used to assess body shape in these conditions were neglected by the authors or were not considered important. However, there was a wide variety of validated procedures, as described in the introduction, indicating that body shape is not yet evaluated within eating disorder syndromes.

Pharmacological and physiological associations

Of the three manuscripts that analyzed biochemical parameters in patients with AN, one of them mentioned that a single administration of the steroid prohormone dehydroepiandrosterone (DHEA) had no clinical effect on body weight gain, bone density or bone mineral, nor on patient mood (Lawson *et al.*, 2011). The second study (Bloch *et al.*, 2012) found positive correlations between serum concentrations of oxytocin and mineral bone density, lean mass and leptin ($r \sim 0.50$, $p < 0.05$). The third (Prioletta *et al.*, 2011) observed that a higher concentration of backbone fat mass, after recovering body weight, correlated to a decrease in insulin sensitivity ($r = -0.53$; $p = 0.04$). Furthermore, other authors (Kosmiski, Schmiede, Mascolo, Gaudiani & Mehler, 2013) have also noted that reductions in fat mass and lean mass decrease resting energy expenditure (REE). Summarizing the findings described above, we can conclude that decreases in both fat mass and lean mass decrease REE, which in turn affects the decrease in leptin hormone concentrations and oxytocin, along with decreases in bone mineral density. On the other hand, the small increases in trunk fat mass observed in individuals with AN undergoing therapy to gain body weight decreased insulin sensitivity. Therefore, we can say that biochemical and physiological analyses are important to identifying unconventional predictors of eating disorders and the severity of these conditions.

Treatment studies

As for treatment studies, most of them were intra-hospital, in which the patients experienced increases in both the number of meals and caloric intake; psychological-behavioral, nutritional, physical activity and pharmacological therapies were simultaneously incorporated, with modifications in eating behavior and increased body weight being the main purposes of treatment, giving little importance to increases in muscle mass. We found no long-term studies in which the impact of treatment on the restoration of proper eating behavior or body shape and composition was assessed.

CONCLUSIONS

Physical form or body shape has not been studied in eating disorders syndromes. Body composition has occasionally been assessed, with fat mass and fat-free mass being the most studied. We found one manuscript that evaluated muscle mass, and most papers evaluated bone density. The main method of body composition assessment was DXA, followed by BIA, CT, MRI and Bod Pod. Anthropometry was erroneously used to assess body composition rather than to determine body shape. For the studies above, it was the changes in body composition, and not in body shape, that demonstrated associations with the presence of eating disorders, but not with their degree of severity in young female adults. We did not find any papers that studied eating disorders in men.

Prospective analysis

Through the full identification of the three proposed constructs (image, shape and body composition), and the joint study of these three, we can propose better treatments of eating disorders; which include psychological, psychiatric, nutritional and physical activity approaches. Young adults are constantly attacked by the mass media for the perfection of body image and form, so we propose the creation of more complete programs, parallel to this mediatic information, that help reduce pathological nutritional behaviors and strengthen self-esteem.

REFERENCES

- Agüera, Z., Romero, X., Arcelus, J., Sánchez, I., Riesco, N., Jiménez-Murcia, S., ... & Tárrega, S. (2015). Changes in body composition in anorexia nervosa: predictors of recovery and treatment outcome. *PloS one*, 10(11), e0143012.
- American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®). *Am Psychiatr Publ* (2013).
- Bloch, M., Ish-Shalom, S., Greenman, Y., Klein, E., & Latzer, Y. (2012). Dehydroepiandrosterone treatment effects on weight, bone density, bone metabolism and mood in women suffering from anorexia nervosa—a pilot study. *Psychiatry research*, 200(2), 544-549.
- Borkan, G. A., Gerzof, S. G., Robbins, A. H., Hulst, D. E., Silbert, C. K., & Silbert, J. E. (1982). Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *The American journal of clinical nutrition*, 36(1), 172-177.
- Bratland-Sanda, S., Martinsen, E. W., & Sundgot-Borgen, J. (2012). Changes in physical fitness, bone mineral density and body composition during inpatient treatment of underweight and normal weight females with longstanding eating disorders. *International journal of environmental research and public health*, 9(1), 315-330.
- Bredella, M. A., Fazeli, P. K., Daley, S. M., Miller, K. K., Rosen, C. J., Klibanski, A., & Torriani, M. (2014). Marrow fat composition in anorexia nervosa. *Bone*, 66, 199-204.
- Bredella, M. A., Gill, C. M., Keating, L. K., Torriani, M., Anderson, E. J., Punyanitya, M., ... & Miller, K. K. (2013). Assessment of abdominal fat compartments using DXA in premenopausal women from anorexia nervosa to morbid obesity. *Obesity*, 21(12), 2458-2464.
- Cash, T. F. (2004). Body image: Past, present, and future. *Body image*, 1(1), 1-5.
- Collins, M. A., Millard-Stafford, M. L., Sparling, P. B., Snow, T. K., Roskopf, L. B., Webb, S. A., & Omer, J. (1999). Evaluation of the Bod Pod for assessing body fat in collegiate football players. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(9), 1350-1356.
- Conway, J. M., Norris, K. H., & Bodwell, C. E. (1984). A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *The American journal of clinical nutrition*, 40(6), 1123-1130.
- De Mateo, S. B., Redondo, D. R. P., Camina, M. A., Soto, C. M., Alonso, T. S., & Miján, D. L. T. A. (2012). Effect of refeeding on the body composition of females with restrictive anorexia nervosa; anthropometry versus bioelectrical impedance. *Nutricion Hospitalaria*, 28(5), 1717-1724.
- El Ghoch, M., Alberti, M., Milanese, C., Battistini, N. C., Pellegrini, M., Capelli, C., ... & Dalle Grave, R. (2012). Comparison between dual-energy X-ray absorptiometry and skinfolds thickness in assessing body fat in anorexia nervosa before and after weight restoration. *Clinical nutrition*, 31(6), 911-916.
- El Ghoch, M., Milanese, C., Calugi, S., Müller, M. J., Pourhassan, M., Ruocco, A., & Dalle Grave, R. (2015a). Regional fat distribution in adolescent and adult females with anorexia nervosa: a longitudinal study. *Clinical Nutrition*, 34(6), 1224-1232.
- El Ghoch, M., Milanese, C., Calugi, S., Pellegrini, M., Battistini, N. C., & Dalle Grave, R. (2014). Body composition, eating disorder psychopathology, and psychological distress in anorexia nervosa: a longitudinal study. *The American journal of clinical nutrition*, 99(4), 771-778.
- El Ghoch, M., Pourhassan, M., Milanese, C., Müller, M. J., Calugi, S., Bazzani, P. V., & Dalle Grave, R. (2015b). Changes in lean and skeletal muscle body mass in adult females with anorexia nervosa before and after weight restoration. *Clinical Nutrition*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2015.10.006>.
- Elia, M., Fuller, N. J., Hardingham, C. R., Graves, M., Screatton, N., Dixon, A. K., & Ward, L. C. (2000). Modeling Leg Sections by Bioelectrical Impedance Analysis, Dual-Energy X-ray Absorptiometry, and Anthropometry: Assessing Segmental Muscle Volume Using Magnetic Resonance Imaging as a Reference. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 298-305.
- Fairburn, C. G., Welch, S. L., Doll, H. A., Davies, B. A., & O'connor, M. E. (1997). Risk factors for bulimia nervosa: A community-based case-control study. *Archives of General psychiatry*, 54(6), 509-517.

- Fisher, S. (1970). *Body experience in fantasy and behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Fuller, N. J., Hardingham, C. R., Graves, M., Screatton, N., Dixon, A. K., Ward, L. C., & Elia, M. (1999). Assessment of limb muscle and adipose tissue by dual-energy X-ray absorptiometry using magnetic resonance imaging for comparison. *International journal of obesity*, 23, 1295-1302.
- Gómez-Ambrosi, J., Silva, C., Galofré, J. C., Escalada, J., Santos, S., Millán, D., ... & Rotellar, F. (2012). Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *International journal of obesity*, 36(2), 286-294.
- Gradmark, A. M., Rydh, A., Renström, F., De Lucia-Rolfe, E., Sleight, A., Nordström, P. & Franks, P. W. (2010). Computed tomography-based validation of abdominal adiposity measurements from ultrasonography, dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometry. *British journal of nutrition*, 104(04), 582-588.
- Haas, V., Riedl, A., Hofmann, T., Nischan, A., Burghardt, R., Boschmann, M., & Klapp, B. (2012). Bioimpedance and bioimpedance vector analysis in patients with anorexia nervosa. *European Eating Disorders Review*, 20(5), 400-405.
- Kosmiski, L., Schmiege, S. J., Mascolo, M., Gaudiani, J., & Mehler, P. S. (2013). Chronic starvation secondary to anorexia nervosa is associated with an adaptive suppression of resting energy expenditure. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 99(3), 908-914.
- Lawson, E. A., Donoho, D. A., Blum, J. I., Meenaghan, E. M., Misra, M., Herzog, D. B., ... & Klibanski, A. (2011). Decreased nocturnal oxytocin levels in anorexia nervosa are associated with low bone mineral density and fat mass. *The Journal of clinical psychiatry*, 72(11), 1546.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*, 6(7), e1000100.
- Mañano, C., Morin, A. J., Monthuy-Blanc, J., Garbarino, J. M., & Ninot, G. (2016). Development and validity of a very short form of the Eating Disorder Inventory. *Comprehensive psychiatry*, 65, 141-149.
- Marco, J. H., Perpina, C., & Botella, C. (2013). Effectiveness of cognitive behavioral therapy supported by virtual reality in the treatment of body image in eating disorders: one year follow-up. *Psychiatry Research*, 209(3), 619-625.
- Mijnarends, D. M., Meijers, J. M., Halfens, R. J., ter Borg, S., Luiking, Y. C., Verlaan, S., ... & Schols, J. M. (2013). Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: a systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(3), 170-178.
- Mitchell, J. E., & Crow, S. (2006). Medical complications of anorexia nervosa and bulimia nervosa. *Current Opinion in Psychiatry*, 19(4), 438-443.
- Miyatani, M., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2000). Validity of bioelectrical impedance and ultrasonographic methods for estimating the muscle volume of the upper arm. *European journal of applied physiology*, 82(5), 391-396.
- Pattyn, N., Peeters, M. W., Balloey, E., Claessens, A. L., & Probst, M. (2011). Body composition assessment in anorexia nervosa patients by air displacement plethysmography, bioelectrical impedance and skin fold measurements. *International Journal of Body Composition Research*, 9(2), 49-56.
- Polnay, A., James, V. A. W., Hodges, L., Murray, G. D., Munro, C., & Lawrie, S. M. (2014). Group therapy for people with bulimia nervosa: systematic review and meta-analysis. *Psychological medicine*, 44(11), 2241-2254.
- Prioletta, A., Muscogiuri, G., Sorice, G. P., Lassandro, A. P., Mezza, T., Policola, C., ... & Giaccari, A. (2011). In anorexia nervosa, even a small increase in abdominal fat is responsible for the appearance of insulin resistance. *Clinical endocrinology*, 75(2), 202-206.
- Prior, B. M., Cureton, K. J., Modlesky, C. M., Evans, E. M., Sloniger, M. A., Saunders, M., & Lewis, R. D. (1997). In vivo validation

- of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of applied physiology*, 83(2), 623-630.
- Ramos-Jimenez, A., Chavez-Herrera, R., Castro-Sosa, A. S., Perez-Hernández, L. C., Hernández-Torres, R. P., Olivas-Davila, D. Body shape, image, and composition as predictors of athlete's performance. In Hasan Sozen (Ed.). *Fitness Medicine*. Ordu University, School of Physical Education and Sports. (2016). In-Tech, Turkey. Available from: <http://www.intechopen.com/books/fitness-medicine/body-shape-image-and-composition-as-predictors-of-athlete-s-performance>
- Raymond, N. C., Peterson, R. E., Bartholome, L. T., Raatz, S. K., Jensen, M. D., & Levine, J. A. (2012). Comparisons of energy intake and energy expenditure in overweight and obese women with and without binge eating disorder. *Obesity*, 20(4), 765-772.
- Shapiro, J. R., Berkman, N. D., Brownley, K. A., Sedway, J. A., Lohr, K. N., & Bulik, C. M. (2007). Bulimia nervosa treatment: a systematic review of randomized controlled trials. *International Journal of Eating Disorders*, 40(4), 321-336.
- Silleras, M., Redondo del Río, P., Camina Martín, A., Soto Céliz, M., Alonso Torre, S. R., & Miján de la Torre, A. (2013). Efecto de la realimentación en la composición corporal de mujeres con anorexia nerviosa restrictiva: antropometría frente a impedancia bioeléctrica. *Nutrición Hospitalaria*, 28(5), 1717-1724.
- Shontz, F. C. (1969). *Perceptual and cognitive aspects of body experience*. New York: Macmillan.
- Wall-Medrano, A., Ramos-Jiménez, A., Hernández-Torres, R. P., Villalobos-Molina, R., Tapiapancardo, D. C., Jiménez-Flores, J. R., ... & Urquidez-Romero, R. (2016). Cardiometabolic risk in young adults from northern Mexico: Revisiting body mass index and waist-circumference as predictors. *BMC public health*, 16(1), 236.
- Yanovski, S. Z., Leet, M., Yanovski, J. A., Flood, M. N., Gold, P. W., Kissileff, H. R., & Walsh, B. T. (1992). Food selection and intake of obese women with binge-eating disorder. *The American journal of clinical nutrition*, 56(6), 975-980.

Table 1. Manuscripts included in the systematic review.					
Author and year	Type of study	Population studied	Objective of the study	Measurement methods	Results
Agüera Z <i>et al.</i> (2015)	Longitudinal study by convenience	118 Spanish females with anorexia nervosa (AN) diagnosis (25± 8 years old) vs 143 healthy control group (28±8 years old).	To study the effect of a nutritional and behavioral treatment program (15 weeks) on body composition in patients with AN	Bioelectrical impedance (BIA) X-ray densitometry (DXA) Weight and height	After a year of treatment to correct eating behavior, an increase in fat mass (+ 4.26%), fat-free mass (+ 1.09 kg), muscle mass (+ 1.04 kg), and bone mineral density was observed ($p < 0.05$).
Bloch M, Sophialsh-Shalom, Greenman Y., Klein E., and Latzer, Y (2012)	Longitudinal, randomized double-blind study	26 Israelites females (17-47 years old) with an AN diagnosis.	To investigate the effect of drug treatment (3-6 months with dehydroepiandrosterone, DHEA) on changes in body weight, bone metabolism, bone mineral density and mood state in patients with AN	Weight and height DXA Biochemical determinations of bone mineral exchange Ultrasound	3 and 6 months of treatment with DHEA did not alter body weight, bone density, bone minerals or patient mood.
Bratland-Sanda S., W. Martinsen E., and Sundgot-Borgen J. (2012)	Longitudinal study by convenience	29 Norwegian women (over 18 years old) diagnosed with an eating disorder	To assess the effect of a multidisciplinary treatment program (12-24 weeks) on aerobic capacity, muscle strength, bone mineral density and body composition in women with AN	DXA Maximum O ₂ (VO ₂ max) consumption Maximum muscle strength	Treatment increased body weight, fat mass, lean mass, muscle strength and bone density, but not VO ₂ max. A lower body weight correlated with greater observed changes.
Bredella M. A. <i>et al.</i> (2013)	Cross-sectional study by convenience	135 women (18-45 years old): non-overweight (n=27), overweight and obese (n=89) and diagnosed with AN (n=19).	To validate DXA vs computed tomography (CT) as a method of quantifying abdominal fat in subjects with and without AN	Height and weight DXA TC	CT and DXA to determine abdominal fat had a high correlation ($r=0.93$). The highest correlation was observed when overweight and obese subjects were evaluated (0.88); the correlation was lower in non-overweight subjects (0.73) and in those with AN (0.64) ($p < 0.01$).
Bredella M. A. <i>et al.</i> (2014)	Cross-sectional study by convenience	26 women (20-45 years old): 14 diagnosed with AN and 12 healthy controls.	To study the potential associations between the degree of unsaturated lipids in bone marrow, intracellular lipids and body composition in women with AN	Magnetic resonance spectroscopy: 1H-MRS and axial DXA	Compared with controls, women with AN had more saturated fat and unsaturated bone marrow fat ($p < 0.05$), and bone mineral density decreased with greater amounts of saturated lipids ($r = -0.52$). Additionally, there was a direct relationship between unsaturated lipids in bone marrow cells and muscle cells ($r = 0.42$, $p = 0.05$).

De Mateo, Beatriz <i>et al.</i> (2013)	Longitudinal study by convenience	12 Spanish women (~ 24 years old) with AN vs 24 healthy controls (18-26 years old)	To assess the convergent validity between anthropometric and BIA measurements in assessing body composition (fat mass and fat-free mass) in people with and without AN before and after nutritional treatment (36 days)	Anthropometry: weight, height, skinfold and body circumference BIA	In healthy patients, the correlations between anthropometric measurements and BIA regarding fat mass and fat-free mass were very high ($r = 0.90$), whereas in patients with AN, these associations were moderate ($r=0.53$ to 0.75).
El Ghoch M. <i>et al.</i> (2012)	Longitudinal study by convenience	27 Italian women diagnosed with AN and 42 healthy controls (18-45 years old).	To validate anthropometric equations that estimated body fat vs DXA in patients with AN before and after 20 weeks of treatment for weight gain	Anthropometry: weight, height and skinfold measurements DXA	Anthropometric measurements estimated a lower percentage of body fat than DXA. The correlations between both methods were low ($r < 0.5$).
El Ghoch, M. <i>et al.</i> (2014)	Longitudinal study by convenience	50 Italian women (18-50 years old) with AN vs healthy controls	To evaluate the effect of a multidisciplinary treatment program (20 weeks) aiming to restore body weight on the distribution of fat mass and lean mass in patients with AN	Height and weight DXA	The increase in fat mass and lean mass was greater at the central level (trunk fat) than in the arms and legs.
El Ghoch M. <i>et al.</i> (2015)	Longitudinal study by convenience	132 Italian women: 66 with AN and 66 healthy controls (66 adolescents aged 13 to 19 years old and 66 adults over 20 years of age)	To evaluate the effect of a multidisciplinary treatment program (20 weeks) aiming to restore body weight and the distribution of fat mass in patients with AN	Height and weight DXA	The treatment increased body weight by 11.3 kg and fat mass and lean mass by ~14%. The distribution of body fat did not change during the study, neither in adolescents nor adults, an was preferentially located at the central level, showing an android phenotype.
El Ghoch M. <i>et al.</i> (2015)	Longitudinal study by convenience	90 Italian women with AN and 90 healthy controls (18-45 years old).	To evaluate the effect of a multidisciplinary treatment program (20 weeks) aiming to restore body weight and the distribution of fat mass, lean mass and muscle mass in patients with AN	Height and weight DXA	Recovery of fat mass was greater compared to the recovery in lean mass and muscle mass; furthermore, it was greater in patients with a lower initial body weight. Lean mass recovery was greater in the arms and legs than in the trunk.
Haas V. <i>et al.</i> (2012)	Longitudinal study by convenience	57 German women (18-54 years old) hospitalized with a diagnosis of AN vs healthy controls	To evaluate the effect of treatment to increase body weight (3-12 weeks) on the sensitivity (internal validation) of BIA in diagnosing changes in body composition in patients with AN.	Height and weight BIA	A 4 kg gain in body weight decreased electrical resistance (~ -70 Ohms/m) and increased reactance (~ + 3 Ohms/m) and phase angle (~ + 0.5 °) ($p < 0.05$). BIA was a sensitive method for detecting small changes in body weight of people with AN; however, it still has little clinical utility.

Kosmiski L., Schmiege S.J., Mascolo M., Gaudiani J., and Mehler P.S. (2014)	Cross-sectional study by convenience	30 American women with AN and 25 healthy controls	To evaluate the effect of lean body mass on resting energy expenditure (REE) in patients with AN	DXA	AN patients had lower REE than healthy controls. Reduction in lean mass and fat mass were the main predictors of decline in REE.
Lawson E. A. <i>et al.</i> (2011)	Cross-sectional study by convenience	36 American women: 17 with AN and 19 healthy controls	To investigate the relationship between oxytocin levels, bone mineral density and body composition in women with AN	Height and weight DXA	Serum oxytocin concentrations were decreased in women with AN compared to healthy controls (14.3 ± 1.5 vs 31.8 ± 5.1 pg/mL, $p=0.003$). These concentrations had low or moderate associations with bone mineral density measurements ($r=-0.40$, $p<0.05$), fat mass ($r=0.42$, $p=0.01$) and leptin levels ($r=0.55$, $p 0.001$).
Pattyn N., Peeters M.W. Balloey E., Claessens A.L., and Probst M. (2011)	Cross-sectional study by convenience	23 Belgian women (17-44 years old) diagnosed with AN	To validate BIA and anthropometry vs air displacement plethysmography (ADP) for use in patients with AN	Anthropometry: weight, height and skinfold measurements BIA ADP	Body fat determinations differed when used simultaneously with anthropometry, BIA and ADP. The values only represented percentages between 10 and 12%. The correlations between the three methods were moderate ($r=-0.58$ to 0.64). As they present bias, the three methods cannot be used interchangeably, at least in patients with AN.
Prioletta A. <i>et al.</i> (2011)	Cross-sectional study by convenience	40 Italian women with AN: 21 in the recovering phase, 19 in the acute phase, and 21 healthy controls.	To demonstrate that small differences in trunk fat mass affect insulin sensitivity in patients with AN who are undergoing therapy for body weight recovery	Height and weight DXA Glucose tolerance test	Although all participants had healthy insulin sensitivity, patients with AN who were in the body weight recovery stage (+ 3 kg of fat mass trunk) had lower insulin sensitivity than their counterparts (- 3.1 mg/kg/min of glucose uptake). A higher concentration of trunk fat mass correlated to lower insulin sensitivity ($r=-0.53$; $P=0.04$).

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Caracterización nutricional del lablab (*Lablab purpureus* (L.) Sweet)

González-García, H;^{1*} Gutiérrez-López, B;¹ Orozco-Erives, A;¹ La O-León, O;² González-Morita, J. A;¹
Osuna-Ávila, P;¹ Martínez de la Rosa, R.¹

Recibido: 25 octubre 2017, versión corregida 12 enero 2018, aceptado 16 enero 2018

RESUMEN

Se caracterizó el valor nutricional del lablab, variedad Río Verde en dos cortes consecutivos (73 y 119 días de siembra) y en etapas diferentes de floración (5, 20 y 100 % de floración). Los valores promedio para la PC, FDN, FDA y celulosa fueron 19.6, 47.07, 31.9 y 23.79 %, respectivamente; en tanto que los valores estimados para DMS, RFV y ENg fueron 64.05 %, 127, y 0.73 Mcal/kg, en ese orden, mientras que las fracciones del modelo (a, b y c) utilizado para estimar la degradabilidad de la MS fueron de 22.16 %, 52.58 % y 0.07 %/h y para la PC fueron de 32.13 %, 60.13 % y 0.05 %/h, respectivamente, observándose efecto por el número de corte y el grado de floración. Se concluye que el lablab contiene un valor nutricional cercano al del heno de alfalfa en floración temprana.

Palabras clave: forrajes, leguminosas, lablab, valor nutricional.

1 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua. México.

2 Instituto de Ciencias Agrícolas, Cuba.

* Autor para correspondencia: hgonzale@uacj.mx Instituto de Ciencias Biomédicas, Calle Anillo PRONAF y Estocolmo Núm. S/N Col. Progresista, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. CP 32310; Tel. +52(656)-68818 00, ext. 1765.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las leguminosas son consideradas especie multipropósito, debido a que son utilizadas como alimento para animales, mejorador del suelo al reducir la erosión y adición de materia orgánica (MO), es por ello que son de alto potencial en la estrategia de conservación del suelo (Kimani *et al.* 2012). Además, poseen la propiedad de fijar el nitrógeno (N) atmosférico a través de la simbiosis con los rizobios (500 kg/ha), lo cual contribuye con N para la siguiente cosecha (Maass *et al.* 2010), además de presentar un alto contenido de proteína (14 a 29 %) y alta digestibilidad (60 a 70 %).

El lablab (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) es una de estas leguminosas multipropósito conocida por su gran diversidad genética (Whitbread *et al.*, 2011). Anteriormente se le nombraba como *Dolichos lablab*, siendo de las más antiguas plantas cultivadas. Se encuentra ampliamente distribuido en África, el subcontinente Indio y el sureste de Asia (Maass *et al.*, 2006) y actualmente está presente en las zonas trópicas y subtropicales (Kimani *et al.*, 2012). En 1962 la variedad "Rongai" (madurez tardía) se utilizó ampliamente como forraje en Australia (Wilson y Murtagh, 1962). En tanto que la "Río Verde" fue liberada por la Estación Agrícola Experimental de Texas (Smith *et al.*, 2008), siendo desarrollada para tolerancia a la defoliación, potencial de producción de forraje y de semilla.

La especie puede ser cultivada con altitud de 0 hasta 2500 msnm, con temperatura entre 18 y 30 °C y con precipitación de 200 hasta 2500 mm, tolera bien los periodos de sequía de medianos a largos (según la variedad) permaneciendo verde en la temporada seca (Aganga y Tshwenyane, 2003; Ayisi *et al.*, 2004), cuando la mayoría de las otras plantas ya están secas; lo anterior se debe a que existen mecanismos para que las raíces puedan alcanzar la humedad residual más profunda del suelo (Guretzki y Papenbrock, 2013).

En los últimos años en las zonas árida y semiárida de México se han presentado intensas sequías debido al cambio climático mundial, de manera que en épocas de escasez de forraje el ganado es alimentado básicamente con esquilmos y pajas, conteniendo estos un reducido valor nutricional. Para mejorar este componente, una alternativa importante consiste en suplementarlos con leguminosas. Esto ha ocasionado que solamente los sistemas productivos pecuarios más eficientes puedan subsistir, siendo necesario visualizar nue-

vas estrategias de alimentación para el ganado basadas primordialmente en forrajes, para disminuir los costos de producción.

Estas proporcionan excelentes rendimientos, con un aumento en la PC, cuando se ha sembrado en mezcla el maíz con frijol común, con lablab o con otras leguminosas anuales (Armstrong *et al.*, 2008; Armstrong y Albrecht, 2008; Dawo *et al.*, 2009), o cuando se siembran con sorgo forrajero (Contreras-Govea *et al.*, 2009), o con una mezcla de este último y maíz con lablab para ensilar (Contreras-Govea *et al.*, 2010). Está bien documentado que produce hasta seis toneladas de MS/ha (Murphy y Colucci, 1999) y Adebisi y Bosch (2004) han reportado hasta nueve toneladas de MS/ha en Zimbabue. Aun cuando la mayoría de los trabajos de investigación se han realizado en áreas tropicales, existen limitados reportes en climas semiáridos.

El objetivo del presente estudio es caracterizar el valor nutricional del lablab variedad Río Verde, en dos cortes consecutivos y a etapas diferentes de floración (edad) en condiciones semiáridas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El cultivo de lablab variedad Río Verde se estableció en la Estación Agrícola Experimental de la Universidad Estatal de Nuevo México en Artesia, NM (104°23'O, 32° 45.25'N, a una elevación de 1026 msnm, y con una precipitación de 300 mm), situada aproximadamente a 300 km de la frontera con México; en tanto que los análisis de las muestras obtenidas se llevó a cabo en la Unidad de Digestión y Metabolismo de Rumiantes (Laboratorio de Fisiología Ruminal) del Departamento de Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Características de la población

El forraje se sembró en un suelo franco con un pH de 7.64, la densidad de siembra fue de 43 kg/ha, siendo el tamaño de las parcelas de 7.2 m² con una separación de 0.6 m entre ellas (dos lotes), siendo las semillas inoculadas con una especie específica de *Rhizobium* sp. Se fertilizó con 37 kg/ha de N y 175 kg/ha de P₂O₅, las parcelas se regaron durante el establecimiento y después del corte para mantener las condiciones óptimas de humedad. El forraje se cosechó con una máquina Hege 212 a una altura del suelo a la planta de 15 cm a los 73 días (13 de agosto) después de la siembra, y el

corte posterior a una altura de 10 cm a los 119 días (29 de septiembre).

El primer corte se programó cuando la planta presentó una floración de entre 5 y 10 % (L1) a los 73 días de siembra, el segundo corte fue en dos fases, cuando el forraje tenía una floración de 20 % (L2-20) a los 119 días y cuando alcanzó el 100 % (L2-100).

Características y manejo de los animales

Para llevar a cabo los procedimientos de la degradabilidad se utilizaron seis borregos adultos (castrados) con un peso promedio de 40 kg y equipados con una cánula ruminal permanente de 7.5 cm de diámetro. Los animales se alojaron en corraletas metabólicas individuales con piso de concreto y una superficie de 1.8 m², y tuvieron libre acceso al agua y a un bloque mineral. La dieta consistió de 70 % de heno de alfalfa molido (criba 10 cm) y 30 % de concentrado comercial (12 % PC) y se ofreció en un nivel de consumo restringido (1.5 veces el nivel de mantenimiento: 67 g/kg PV^{0.75}) en dos tomas (08:00 y 17:00 horas) al día.

Degradabilidad ruminal

Para determinar este componente se implementó un procedimiento de digestibilidad *in situ* utilizando la técnica de la bolsa de nylon (Ørskov, 2000). Las bolsas utilizadas para ésta prueba fueron de poliéster monofilamento blanco, selladas con calor y libres de N, con un tamaño de poro de 53 (±10) micrones³, de 5 x 10 cm y con 2 g de muestra cribada a 2 mm. Estas se incubaron por duplicado en cada tiempo en el rumen de tres borregos, siendo extraídas a las 0, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas, se lavaron con agua común y se secaron en estufa a 60 °C durante 48 horas. Posteriormente, se pesaron para estimar la digestibilidad de la MS y se determinó el contenido de PC del remanente para la digestibilidad de la PC (Galyean, 1997; AOAC, 2000).

Los valores observados en la técnica *in situ* de MS y de PC se ajustaron al modelo no lineal propuesto por Ørskov y McDonald (1979) para estimar la degradabilidad ruminal:

$$P_1 = a + b (1 - e^{-ct})$$

Donde:

P_1 = Degradación real en función del tiempo (t),
a = La intersección de la curva de degradación a tiempo cero y representa el componente que se degrada rápidamente,
b = Degradabilidad potencial del componente,
e = Base de los logaritmos naturales (2.71828),
c = Tasa constante de degradación, y
a + b = Degradabilidad total del componente.

Análisis de las muestras

Al momento de la cosecha, una muestra de 300 g se tomó de cada parcela y se secó en estufa a 60 °C por 48 horas para determinar la concentración de MS. Una vez secadas las muestras se molieron en un Molino Wiley con una criba de 1 mm (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ) para su posterior análisis. Se determinó el contenido de humedad y de MS en una estufa a 100 °C durante 24 horas, para la determinación de las cenizas y de la MO se utilizó una mufla a 700 °C durante tres horas, el contenido de grasa (extracto etéreo; EE) se determinó en un equipo Soxhlet, marca FOSS (AOAC, 2000). Para la cuantificación del N y de la PC se procedió según Galyean (1997) en un digestor y destilador rápido Kjeldahl, marca LABCONCO.

En tanto que el contenido de FDN, FDA, LDA, hemicelulosa (diferencia FDN-FDA) y celulosa se obtuvo con el método descrito por Goering y Van Soest (1970) y Van Soest *et al.* (1991), en un aparato extractor de fibra ANKOM²⁰⁰⁰ (ANKOM Technology, 2017).

Parámetros estimados

Las variables evaluadas fueron el contenido de humedad, de MS, de MO, de cenizas, el extracto etéreo (grasa), la PC, la FDN, la FDA, la LDA, la hemicelulosa y la celulosa, calculándose además el contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF), el total de nutrientes digestibles (TND), el consumo de la MS (CMS) en % del peso vivo (PV), la digestibilidad de la MS (DMS), el valor relativo del alimento (RFV), las energías digestible (ED), metabolizable (EM) y las neta para mantenimiento (ENm), para ganancia (ENg) y para lactancia (ENl) en Mcal/kg.

Los parámetros que se calcularon a través de las siguientes formulas (Undersander *et al.*, 1993) fueron:

3 Bar Diamond, Inc; Parma, Idaho.

La DMS se estimó a partir del análisis de la FDA.
 $DMS = 88.9 - (\% FDA \times 0.779)$, la FDA debe de estar en una base de MS (BMS; 100 % MS).

El CMS se estimó a partir del análisis de la FDN.
 $CMS = 120 / \% FDN$, la FDN debe de estar en una BMS.

El RFV se estimó a partir de los análisis de FDN y FDA.
 $RFV = (DMS \times CMS) / 1.29$
 $CNF = 100 - (PC + (FDN \times 0.93) + EE + cenizas)$

El TND se estimó a partir de la FDA.
 $TND = 96.35 - (\% ADF \times 1.15)$, la FDA debe de estar en una BMS.

Los valores de energía neta se estimaron a partir del TND, vía análisis de FDA y se presentan en Mcal/kg de MS.

$$ED = 0.04409 \times TND$$

$$EM = 0.0362 \times TDN$$

$$ENg = (1.42 EM - 0.174 EM^2 + 0.0122 EM^3 - 1.65)$$

$$ENm = (1.37 EM - 0.138 EM^2 + 0.0105 EM^3 - 1.12)$$

$$ENl = (\% TDN \times 0.01114) - 0.054$$

Asimismo, la degradabilidad ruminal a través de sus fracciones soluble (a), insoluble pero digestible (b) y la tasa de digestión (c).

Procedimientos estadísticos

Para el análisis de la degradabilidad ruminal la información se ajustó a un modelo bajo un diseño experimental completamente al azar. La estimación de los componentes de la degradabilidad se analizó bajo un modelo no lineal con el programa SAS (2002). El modelo se describe a continuación:

$$Y_i = m + T_i + E_i$$

Donde:

Y_i = Observación experimental.

m = Media general,

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento ($i = 1, \dots, 3$),

E_i = Error experimental.

La comparación entre medias de tratamientos de los componentes de la degradabilidad se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey (Montgomery, 1991). Para los valores de valor nutricional se deter-

minó la media de las repeticiones de cada componente del forraje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es conveniente comentar que los estudios de lablab, como este, y en los implementados a partir del 2008 en la Unión Americana, específicamente en Texas, Nuevo Mexico y otros estados, se llevan a cabo predominantemente con la variedad Río Verde, el resto de las pruebas a nivel global utilizan principalmente la variedad Rongai o bien algunas variedades experimentales recientes. Asimismo, en la discusión de las diversas variables que componen el valor nutricional de esta leguminosa, este será expresado siempre en una base de MS y como heno de la planta entera.

El contenido de cenizas encontrado en lablab fue más alto (18.93 %) en promedio (Cuadro 1) con respecto al 11.8, 11.4, 13, 12.63 y 11.11 % reportados por Kanani *et al.* (2006), Mupangwa *et al.* (2006), Guanzura *et al.* (2012), Hartutik *et al.* (2012) y Abebe (2015), respectivamente. Mientras que el contenido de grasa presentó una media muy similar (0.98 %) al encontrado por Hartutik *et al.* (2012) en heno (1.94 %), pero inferior a lo observado en hojas por Fasae *et al.* (2010) que fue de 3.3 %.

Los valores promedio encontrados en lablab en cuanto al contenido de la PC (21.5, 19, 18.39 y 19.23 %) por Kanani *et al.* (2006), Gwanzura *et al.* (2012), Hartutik *et al.* (2012) y Abebe (2015), en ese orden, son muy cercanos al obtenido de 19.6 %. Al hacer una comparación de estos datos con respecto a los reportados por Contreras-Govea *et al.* (2010) en la misma variedad del forraje, se aprecian similitudes en el primero (19.65 vs 22.6 %) y en el segundo corte (21.05 vs 20.0 %), respectivamente; en experimentos posteriores (Contreras-Govea *et al.*, 2011 a y b) detectaron una oscilación entre 19.45 y 20.79 % comparable a la observada de 18.12 a 21.05 % (Cuadro 1). Al cotejar el efecto de la floración (20 vs 100 %) únicamente en el segundo corte, el menor contenido de la PC fue en el segundo estado, lo que sugiere que a medida que avanza la edad de la planta se reduce dicha variable.

Los diversos trabajos publicados por el último autor referido fueron implementados en similares condiciones climáticas, de suelo y de altitud que el forraje discutido en este documento, por tal motivo los valores encontrados son muy cercanos entre sí, con cierta variabilidad al parecer debido a los procedimientos analíticos empleados para el análisis de

las muestras en el laboratorio (infrarrojo cercano vs química húmeda).

Los rangos encontrados en este experimento para FDN, FDA, y LDA oscilaron de 44.85 hasta 50.41 %, de 29.83 hasta 35.85 % y de 7.19 hasta 8.66 % (Cuadro 1). Los promedios obtenidos para esas mismas variables (47.06, 31.9 y 8.11 %) son acordes a los valores de 47.87, 33.83 y 7.57 % (Fasae *et al.*, 2010), de 47.65, 31.23 y 10.47 % (Hartutik *et al.*, 2012) y de 51.01, 37.16 y 7.55 % (Mustaring *et al.*, 2014), en ese orden. Al comparar los resultados promedio generados con los de Contreras-Govea *et al.* (2010) para FDN, FDA y LDA en el primero (45.94, 29.83 y 8.48 vs 27.9, 22.8 y 2.7 %) y en el segundo corte (44.85, 30.03 y 7.19 vs 31.6, 26.9 y 4.0 %), respectivamente, se nota que los datos difieren por completo, sin embargo, al compararlos con los de Contreras-Govea *et al.* (2011a) en la FDN (42.35 %) y la FDA (30.3 %) estos concuerdan favorablemente. En cuanto a la edad de la planta en el segundo corte, se observa una tendencia de aumentar el contenido de las fracciones fibrosas a medida que la floración avanza hasta el 100 %.

La concentración de hemicelulosa y celulosa estuvieron en un rango de 14.56 hasta 16.11, y de 21.35 hasta 27.19 %, y fueron similares con los encontrados por Fasae *et al.* (2010), Hartutik *et al.* (2012) y Mustaring *et al.* (2014), pero menores (33.1 y 31.0 %) a los reportados por Amole *et al.* (2013) en la última fase de la sequía en Nigeria.

A partir de la información obtenida con los análisis de laboratorio y utilizando las ecuaciones descritas en la sección anterior, se estimó el promedio para el lablab de la DMS (64.05), CMS (2.56 %), RFV (127), CNF (16.65 %), TND 59.66 %), ED (2.63 Mcal/kg), EM (2.15 Mcal/kg), ENm (1.3 Mcal/kg), ENg (0.73 Mcal/kg) y ENl (0.61 Mcal/kg), encontrándose los valores por corte y edad en el Cuadro 2. Dichas estimaciones proporcionan un mejor entendimiento de la calidad nutricional del lablab con relación al aspecto biológico para el animal. Un heno de alfalfa en floración completa, con 53 % de FDN y 41 % de FDA se estima que tiene un valor de RFV de 100. Si un forraje tiene un RFV mayor de 100, esto debe de resultar en un mayor consumo de la MS digestible por un rumiante con respecto a la alfalfa descrita. Heuzé *et al.* (2016) reportan algunos de los promedios en cuanto a la digestibilidad de la MO (60 %), de la energía (56.6 %) y del N (72.4 %), así como el contenido de la ED (2.46 Mcal/kg) y de la EM (1.96 Mcal/kg). El

resultado reportado en promedio por Contreras-Govea *et al.* (2009 y 2010) para la NEI (1.5 Mcal/kg) es muy superior al que se obtuvo, debido primordialmente a que las fracciones fibrosas del lablab fueron muy reducidas, además de que ambas determinaciones se llevaron a cabo en un equipo de infrarrojo cercano y no por procedimientos analíticos tradicionales.

Las tendencias observadas en las fracciones estimadas para la degradabilidad en el rumen de la MS muestran efectos por el corte ($P < 0.05$; Cuadro 3) y por el grado de floración en el mismo corte (L2-20 vs L2-100) en la fracción soluble y únicamente en la tasa de digestión entre los cortes (L1 vs L2). En relación a los componentes de la degradabilidad ruminal para la PC (Cuadro 4), solo se encontró diferencias ($P < 0.05$) entre los cortes en la tasa de digestión. En general, se presentó una mayor digestión en el lablab de primer corte respecto a los dos de segundo corte, y entre estos es más digerido el que presenta menos floración.

Los datos promedio observados en la MS para la fracción a, b y c (22.16, 52.58 % y 0.11 %/h) son muy similares a los reportados por Melaku *et al.* (2003) de 19.35, 52.64 % y 0.1 %/h. La menor tasa de digestión en el lablab de segundo corte (0.05 %/h) estuvo cercano a lo encontrado por Umunna *et al.* (1995) de 0.055 %/h y por Abd Elrahim (2015) de 0.057 % h.

En cuanto a la degradación de la PC, los promedios registrados para las fracciones a y b (32.13 y 60.13 %) están cercanos a lo reportado por Mpairwe *et al.* (2003a y b) de 23.7 y 69.1 vs 24.4 y 67.6 % y por Melaku *et al.* (2003) de 24.79 y 63.63 %, respectivamente. En tanto que la fracción c mostró una alta digestión (0.11 %/h) para el forraje de primer corte, parecidos a los observados por Mpairwe *et al.* (2003a y b) de 0.105 %/h, y 0.153 %/h y por Melaku *et al.* (2003) de 0.14 %/h).

Los resultados generados en degradabilidad confirman que el lablab, sobre todo de primer corte, presenta una buena digestión a nivel ruminal, tanto de las fibras como de la PC, lo cual se debe posiblemente a un incremento de la población de bacterias en el rumen por la disponibilidad de N, resultando en una mayor digestión del forraje.

CONCLUSIONES

El lablab posee un favorable valor nutricional para ser utilizado en la dieta de rumiantes; su alto contenido de PC y moderado de FDN, FDA y lignina, re-

sultan en un RFV superior a 120, lo que representa un forraje de buena calidad. El número de corte de la planta al parecer afecta su contenido nutricional, pero es mayor el efecto en este por la edad de la planta o estado de floración, reduciéndose a medida que alcanza su madurez, lo cual es sustentado en una mejor tasa de digestión ruminal del heno de primer corte, así como por las variables estimadas que proporcionan el valor biológico del alimento evaluado.

Por lo anteriormente expresado, y considerando que el lablab se estableció en condiciones similares de altitud y precipitación de una gran parte de las zonas áridas y semiáridas de México, esta leguminosa podría ser considerada para su integración como suplemento en las dietas de baja calidad del ganado en los sistemas productivos pecuarios.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración del Dr. Francisco Contreras-Govea, profesor investigador de la Universidad Estatal de Nuevo Mexico, por el otorgamiento del forraje y las facilidades ofrecidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd Elrahim, M. B. (2015). "Nutritive values of seven genotypes of lablab purpureus as fodder". University of Khartoum. Disponible en: <http://khartoumspace.uofk.edu/123456789/24338>. Consultado: 30 de junio 2017.
- Abebe, H. (2015). "Effects of supplementation with pigeon pea (*cajanus cajan*), cowpea (*vigna unguiculata*) and lablab (*lablab purpureus*) on feed intake, body weight gain and carcass characteristics of wollo sheep fed on grass hay". MSc. thesis presented to College of Veterinary Medicine and Agriculture. Addis Ababa University, Ethiopia, 57p.
- Adebisi, A. A. y C. H. Bosch. (2004). "Lablab purpureus (L.) Sweet." Record from PROTA4U. Grubben, G. J. H. y O. A. Denton (Eds). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Resources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.
- Aganga, A. A. y M. N. Autlwtse. 2000. "Utilization of sorghum forage, millet forage, veldt grass and buffel grass by Tswana sheep and goats when fed Lablab purpureus L. as protein supplement". Asian-Australas. *J. Anim. Sci.*, 13: 1035-1188.
- Aganga, A. A. y S. O. Tshwenyane. (2003). "Lucerne, lablab and Leucaena leucocephala forages: Production and utilization for livestock production". *Pakistan J. Nutr.* 2: 46-53.
- Amole, T. A., B. O. Oduguwa, O. Shittu, A. Famakinde, N. Okwelum, V. O. A. Ojo, P. A. Dele, O. J. Idowu, B. Ogunlolu y A. O. Adebisi. (2013). "Herbage yield and quality of Lablab purpureus during the late dry season in Western Nigeria". *Slovak J. Anim. Sci.*, 46: 22-30.
- ANKOM. (2017). "Analytical Methods for Fiber Analyzer A2000". Ankom Technology. Disponible en: <https://www.ankom.com/analytical-methods-support/fiber-analyzer-a2000>. Consultado: enero 2017.
- AOAC. 2000. "Official Methods of Analysis". 17 th. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Armstrong, K. L. y K. A. Albrecht. 2008. "Effect of plant density on forage yield and quality of intercropped corn and lablab bean". *Crop Sci.* 48: 814-822.
- Armstrong, K. L., K. A. Albrecht, J. G. Lauer y H. Riday. 2008. "Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage". *Crop Sci.* 48: 371-379.
- Ayisi, K. K., M. P. Bopape y B. C. Pengelly. (2004). "Assessment of the variation in growth and yield of diverse lablab germplasm in Limpopo Province, South Africa". In: Tropical legumes for sustainable farming systems in Southern Africa and Australia: ACIAR Proceedings No. 115, Canberra, Australia. pp 44-50.
- Contreras-Govea, F. E., L. M. Lauriault, M. Marsalis, S. Angadi y N. Puppala. 2009. "Performance of forage sorghum legume mixtures in southern High Plains, USA". Forage and Grazinglands doi:10.1094/FG-2009-0401-01-RS.
- Contreras-Govea, F.E., S. Angadi, M. Marsalis, L. Lauriault, and S. Soto-Navarro. 2010. Warm-season annual legumes for forage production in Southern High Plains. ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting. Oct. 31-Nov. 4, Long Beach, CA.
- Contreras-Govea, F. E., M. Marsalis, S. V. Angadi, G. Smith, L. M. Lauriault y D. VanLeeuwen. (2011a). "Fermentability and nutritive value of corn and forage sorghum silage when in mixture with lablab bean". *Crop Sci.* 51:1307-1313.
- Contreras-Govea, F. E., S. Soto-Navarro, D. Calderon-Mendoza, M. A. Marsalis y L. M. Lauriault.

- (2011b). "Dry matter yield and nutritive value of cowpea and lablab in the Southern High Plains of the USA". Forage and Grazinglands doi:10.1094/FG-2011-0819-02-RS.
- Dawo, M. I., J. M. Wilkinson y D. J. Pilbeam. 2009. "Interactions between plants in intercropped maize and common bean". *J. Sci. Food Agric.* 89: 41-48.
- Fasae, O. A., O. S. Sowande y A. A. Popoola. (2010). "Evaluation of selected leaves of trees and foliage of shrubs as fodder in ruminant production". *J. Agric. Sci. Env.*, 10: 36-44.
- Galyean, M. 1997. "Techniques and Procedures in Animal Nutrition Research". Texas Tech University.
- Goering, J. K. y P. J. Van Soest. 1970. "Forage fiber analysis". Agr. Handbook No. 379. ARS. USDA.
- Guretzki, S. y J. Papenbrock. (2013). "Comparative analysis of methods analyzing effects of drought on the herbaceous plant Lablab purpureus". *J. Appl. Bot. Food Qual.*, 86: 47-54.
- Gwanzura, T., J. W. Ng'ambi y D. Norris. (2012). "Nutrient composition and tannin contents of forage sorghum, cowpea, lablab and mucuna hays grown in Limpopo province of South Africa". *Asian J. Anim. Sci.*, 6: 256-262.
- Hartutik, Soebarinoto, P. T. Fernandez y S. Ratnawaty. (2012). "Evaluation of legume herbs nutritive value as a ruminant feed and nitrogen supply on soil in West Timor, Indonesia". *Pakistan J. Agric. Res.*, 25: 323-331.
- Heuzé, V., G. Tran, D. Sauvant, D. Renaudeau, D. Bastianelli y F. Lebas. 2016. Lablab (Lablab purpureus). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ y FAO. Disponible en: <https://feedipedia.org/node/297>. Consultado: 2 de octubre de 2017.
- Kanani, J., S. D. Lukefahr y R. L. Stanko. (2006). "Evaluation of tropical forage legumes (Medicago sativa, Dolichos lablab, Leucaena leucocephala and Desmanthus bicornutus) for growing goats". *Small Rumin. Res.*, 65: 1-7.
- Kimani, E. N., F. N. Wachira y M. G. Kinyua. (2012). "Molecular diversity of kenyan lablab bean (lablab purpureus l. sweet) accessions using amplifies fragment length polymorphism markers". *Am. J. Plant Sci.*, 3: 313-321.
- Maass, B. L. (2006). "Changes in seed morphology, dormancy and germination from wild to cultivated hyacinth bean germplasm (Lablab purpureus: Papilionoideae)". *Genet. Resour. Crop Evol.*, 53: 1127-1135.
- Maass, B. L., M. R. Knox, S. C. Venkatesha, T. T. Angessa, S. Ramme y B. C. Pengelly. (2010). "Lablab purpureus—A crop lost for Africa?". *Trop. Plant Biol.*, 3: 123-135.
- Melaku, S, K. J. Peters y A. Tegegne. (2003). "In vitro and in situ evaluation of selected multipurpose trees, wheat bran and Lablab purpureus as potential feed supplements to tef (Eragrostis tef) straw". *Anim. Feed Sci. Technol.*, 108: 159-179.
- Montgomery, D. C. 1991. "Diseño y Análisis de Experimentos". Grupo Editorial Iberoamericana. México, D. F.
- Mpairwe, D. R., E. N. Sabiiti, N. N. Ummuna, A. Tegegne y P. Osuji. (2003a). "Integration of forage legumes with cereal crops. I. Effects of supplementation with graded levels of lablab hay on voluntary food intake, digestibility, milk yield and milk composition of crossbred cows fed maize-lablab stover or oats-vetch hay ad libitum". *Livest. Prod. Sci.*, 79: 193-212.
- Mpairwe D. R., E. N. Sabiiti, N. N. Ummuna, A. Tegegne y P. Osuji. (2003b). "Integration of forage legumes with cereal crops: II. Effect of supplementation with lablab hay and incremental levels of wheat bran on voluntary food intake, digestibility, milk yield and milk composition of crossbred cows fed maize-lablab stover or oats-vetch hay ad libitum". *Livest. Prod. Sci.*, 79: 213-226.
- Mupangwa, J. F., N. T. Ngongoni y H. Hamudikuwanda. (2006). "The effect of stage of growth and method of drying fresh herbage on chemical composition of three tropical herbaceous forage legumes". *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, 6: 23-30.
- Murphy, A. M. y P. E. Colucci, 1999. "A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review of Lablab purpureus". *Lives. Res. Rural Develop.* 11: 2.
- Mustaring, I., Subagyo, Soebarinoto y Marsetyo. (2014). "Growth, yield and nutritive value of new introduced Brachiaria species and legume herbs as ruminant feed in Central Sulawesi, Indonesia". *Pakistan J. Agric. Res.* 27: 89-98.
- Ørskov, E. R. 2000. "The in situ technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: Forage Evaluation in Ruminant Nutrition".

- Eds. Givens, D.I.; Owen, E.; Axford, R.F.E. CABI Publishing, p.175-188.
- Ørskov, E. R. y I. McDonald. 1979. "The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage". *J. Agric. Sci.*, 92: 499-503.
- SAS Institute. 2002. "User's guide: Statistics", version 9.2 ed. SAS Inc., Cary, NC.
- Smith, G. R., F. M. Rouquette, Jr., y I. J. Pemberton. 2008. "Registration of 'Rio Verde'. Lablab". *J. Plant Reg.* 2: 15.
- Umunna, N. N., P. O. Osuji, I. V. Nsahlai, M. A. Khalili y M. A. Mohamed-Saleem. 1995. "Effect of supplementing oat hay with lablab, sesbania, tagaste or wheat middlings on voluntary intake, N utilisation and weight gain of Ethiopian Menz sheep". *Small Ruminant Res.* 18: 113-120.
- Undersander, D., D. R. Mertens y N. Thiex. "Forage Analyses Procedures". National Forage Testing Association, Omaha, NE. 1993.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, y B. A. Lewis. 1991. "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition". *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Whitbread, A. M., K. Ayisi, P. Mabapa, J. J. O. Odhiambo, N. Maluleke y B. C. Pengelly. (2011). "Evaluating Lablab purpureus L. Sweet germplasm to identify short-season accessions suitable for crop and livestock farming systems in southern Africa". *African J. Range Forage Sci.*, 28: 21-28.
- Wilson G. P. y G. J. Murtagh. (1962). "Lablab: A new forage crop for the north coast". *Agric. Gazette N.S.W.*, 73: 460-462.

Cuadro 1. Promedios de diversos componentes (%) del valor nutricional del lablab

Componente	Lablab		
	Primer corte ¹	Segundo corte 20 % floración	Segundo corte 100 % floración
Humedad	25.83	32.25	31.77
MS	74.17	67.75	68.23
MO	81.83	76.74	84.63
Cenizas	18.17	23.26	15.37
EE	1.16	0.90	0.88
PC	19.65	21.05	18.12
FDN	45.94	44.85	50.41
FDA	29.83	30.03	35.85
LDA	8.48	7.19	8.66
Hemicelulosa	16.11	14.82	14.56
Celulosa	21.35	27.19	22.84

^{1/} Promedios expresados en una base de materia seca (100 % MS).

Cuadro 2. Promedios de diversas variables estimadas con el valor nutricional del lablab

Componente	Lablab		
	Primer corte	Segundo corte 20 % floración	Segundo corte 100 % floración
DMS (%)	65.67	60.97	65.50
CMS (% del PV)	2.61	2.38	2.68
RFV	133	112	136
CNF (%)	17.96	7.91	24.07
TND (%)	62.05	55.12	61.81
ED (Mcal/Kg)	2.74	2.43	2.73
EM (Mcal/Kg)	2.24	1.99	2.23
ENm (Mcal/Kg)	1.38	1.15	1.37
ENg (Mcal/Kg)	0.80	0.59	0.79
ENI (Mcal/Kg)	0.64	0.56	0.63

Cuadro 3. Componentes de las fracciones de la degradabilidad ruminal de la materia seca del Lablab

Corte/Floración	Componentes		
	a (%) ¹	b (%)	c (% / h)
Primer Corte	26.86 ^x	50.78 ^x	0.11 ^x
Segundo corte 20 % floración	20.98 ^y	53.49 ^x	0.06 ^y
Segundo corte 100 % floración	18.63 ^z	53.46 ^x	0.04 ^y

1/ Media.

xy/ Las medias de las columnas con diferente literal, difieren significativamente (P < 0.05).

Cuadro 4. Componentes de las fracciones de la degradabilidad ruminal de la proteína cruda del Lablab

Corte/floración	Componentes		
	a (%) ¹	b (%)	c (% / h)
Primer corte	28.18 ^x	59.41 ^x	0.11 ^x
Segundo corte 20 % floración	33.76 ^x	59.68 ^x	0.03 ^y
Segundo corte 100 % floración	34.45 ^x	61.30 ^x	0.02 ^y

1/ Media.

xy/ Las medias de las columnas con diferente literal, difieren significativamente (P < 0.05).

Estado nutricional en escolares de una zona medio-rural del norte de México que reciben apoyo alimentario

Martínez-Macías, L;¹ Vilorio, M;¹ Nájera, A;² Urquidez-Romero, R;³ Ramos-Jiménez, A;^{3*}
Recibido: 2 octubre 2017, versión corregida 26 octubre 2017, aceptado 30 octubre 2017

RESUMEN

El propósito del trabajo fue estudiar el impacto de un programa anual de apoyo alimentario sobre el estado nutricional de escolares. Participaron 246 niños inscritos en escuelas primarias de muy bajos recursos económicos de una zona medio-rural del norte de México; escuelas con cocinas donde se preparan alimentos para la venta entre los escolares. En un plantel la venta de los desayunos fue simbólica (dos pesos o nada; escuela financiada) en las otras a bajo costo (6-15 pesos; escuelas autofinanciadas). Se registraron los menús, peso, estatura, índice de masa corporal (IMC) y edad de los niños. Hay más proporción de alumnos con desnutrición, sobrepeso y obesidad en las escuelas autofinanciadas. Los de escuelas financiadas se encuentran en promedio dentro de su peso, estatura e IMC ideal para su edad. En cambio, los de las escuelas autofinanciadas se alejan en 0.40 desviaciones estándar (DE) de su estado nutricional ideal. Los niños de escuelas con financiamiento nutricional presentaron menor malnutrición (desnutrición, sobrepeso y obesidad) que los de escuelas autofinanciadas.

Palabras clave: Nutrición escolar, programas y políticas de nutrición alimentaria, malnutrición.

-
- 1 División Multidisciplinaria en Nuevo Casas Grandes, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. lilimartmac@hotmail.com, maria.vilorio@uacj.mx.
 - 2 Fundación del Empresariado Chihuahuense, A.C. Nuevo Casas Grandes. Fechac_ncg@fechac.org.mx
 - 3 Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua. rurquide@uacj.mx, aramos@uacj.mx
- * Autor para correspondencia: Profesor Arnulfo Ramos-Jiménez, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Av. Plutarco Elías Calles y Hermanos Escobar s/n. Ciudad Juárez Chihuahua, México. C.P 32310. 52 656 6881800. Email: aramos@uacj.mx

INTRODUCCIÓN

La desnutrición infantil es un problema de salud global con importante morbi-mortalidad, ya que perjudica la respuesta del sistema inmunológico, facilitando el desarrollo de enfermedades infecciosas, las cuales, además, disminuyen el apetito, agravando con ello la desnutrición (Rytter *et al.*, 2014). Este padecimiento afecta igualmente el crecimiento y el desarrollo, dificultando la capacidad de aprendizaje y el rendimiento escolar (Muzzo, 2003).

Una forma directa de conocer si existe o no desnutrición infantil es a través de la medición del peso y la talla. Durante el crecimiento, el peso y la talla se deben mantener dentro en un rango específico para cada edad (Instituto Nacional de Salud Pública, 2012); cuando alguno de los dos, o ambos, no se alcanzan (≤ 2 DE), se dice que existe desnutrición (Waterlow *et al.*, 1977). En este sentido, se menciona que la desnutrición es aguda cuando el peso no se alcanza para la edad, o para la talla (emaciación); o crónica cuando la talla no se alcanza para la edad (desmedro), pudiendo en este último caso el peso ser o no el adecuado para la estatura (Waterlow *et al.*, 1977).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés) (2013), a nivel mundial, el 45 % de las muertes en niños menores de 5 años de edad son debidas a la desnutrición, siendo un problema de salud pública en países en desarrollo. En México, de 1988 a la fecha la prevalencia de desnutrición en niños menores de 5 años ha ido disminuyendo, encontrándose actualmente en 2.8 % el bajo peso, en 13.6 % la baja talla y en 1.6 % la emaciación, teniendo el sur del país la mayor prevalencia y el norte la menor (Instituto Nacional de Salud Pública, 2012). No hay datos actuales en México de desnutrición en población infantil; sin embargo, en la ENSANUT 2012 (Instituto Nacional de Salud Pública, 2012) se reportaba un 21 % de baja talla en zonas rurales *vs* el 11 % en zonas urbanas.

Contrario a la desnutrición, el sobrepeso y la obesidad infantil van en aumento, siendo contradictoriamente 30 % mayor en los países en desarrollo que en los desarrollados (World Health Organization, 2015). Según datos de la WHO, en el 2013, 42 millones de niños menores de 5 años de edad tenían sobrepeso (World Health Organization, 2015). En México, de acuerdo con los datos de la ENSANUT del 2012 (Instituto Nacional de Salud

Pública, 2012), el 34.4 % de los niños en edad escolar presentaban sobrepeso u obesidad; considerándose ambos problemas de salud pública, ya que se les relaciona desde edades tempranas con muerte prematura, enfermedades cardiovasculares, resistencia a la insulina y diabetes tipo 2, entre otras (Dev *et al.*, 2013).

Actualmente no contamos con una definición consensada de malnutrición, las que encontramos se refieren más a problemas de inanición y hambre (Rytter *et al.*, 2014), sin embargo, también podemos englobar a los malos hábitos dietéticos que nos llevan a la obesidad. Por lo tanto, acorde con la ENSANUT 2012, en este trabajo abarcaremos dentro de la malnutrición tanto a la desnutrición como a la obesidad, ya que como arriba se menciona, ambos son considerados como problemas nutricionales de salud pública (Rytter *et al.*, 2014; Luca y Iordache, 2013; Mariz *et al.*, 2015).

Las causas primarias de la malnutrición infantil son debidas a diversos factores, entre ellos educativos, culturales y socioeconómicos (Bain *et al.*, 2014), siendo este último el principal detonante de la desnutrición en países en desarrollo (Mariz *et al.*, 2015). En este sentido, las tasas de desnutrición por talla baja en preescolares permanecen bajas en los países desarrollados (~5 %); en cambio en países en desarrollo, como el caso de algunas regiones de África central y Sudáfrica siguen siendo altas (>20 %), o muy altas (>40 %) como en el sureste de Asia (excluyendo a Japón) (De Onis *et al.*, 2012). En el caso del sobrepeso y obesidad infantil, contrario a la desnutrición, es dos veces mayor en países desarrollados (21.4 % y 11.7 % para sobrepeso y obesidad respectivamente) *vs* países en desarrollo (13.6 % y 6.1 % para sobrepeso y obesidad respectivamente) (De Onis, 2010).

Por otro lado, la inseguridad alimentaria (IA), definida como el acceso limitado a una dieta adecuada, es una de las causas reconocidas de desnutrición infantil (UNICEF, 1998). Según la ENSANUT 2012, en los hogares mexicanos con niños menores de 5 años de edad la IA moderada y severa fue del ~20 % y ~11%, respectivamente, siendo ligeramente más alta tanto en el medio rural (~22 % y ~12.6 % para moderada y severa, respectivamente) como en el sur del país (~23 % y ~12 % para moderada y severa, respectivamente). Por lo anterior, para disminuir el problema de la IA se han aplicado diversas acciones gubernamentales en apoyo a las familias y a escuelas de bajos recursos económicos,

apoyándolos con desayunos y despensas, y permitiendo que los niños tengan acceso a alimentos sin costo alguno (Barquera *et al.*, 2001), ya que se ha observado que estos apoyos alimentarios mejoran la calidad alimentaria de las personas (Kong *et al.*, 2014). Sin embargo, si los apoyos alimentarios no van acompañados de una adecuada educación nutricional, de hábitos del buen comer y/o un control de los alimentos que se ofrecen a las familias, no siempre resultan en mejoras de las condiciones de IA y malnutrición (Blumenthal *et al.*, 2014; Kong *et al.*, 2014; Leung *et al.*, 2013), ya que las familias utilizan los recursos ofrecidos por los programas para satisfacer sus gustos alimenticios más que para sus necesidades nutricionales (Leung *et al.*, 2013).

Por lo anterior, en este trabajo se analiza el impacto de un programa anual de apoyo alimentario sobre el estado nutricional de los niños que asisten a escuelas medio-rurales y de muy bajos recursos económicos.

MÉTODOS

Participantes

Bajo un diseño transversal se seleccionaron en el 2013 a siete escuelas primarias del municipio de Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, donde se preparaban desayunos calientes para los escolares, con recursos que recibían tanto de la iniciativa privada como del gobierno. Dichos desayunos se vendían al precio simbólico de dos pesos en la primera escuela, gracias a que recibieron financiamiento tanto del “Programa Escuelas de Calidad” (PEC) como de “Escuelas de Tiempo Completo” (ETC) para la compra de las despensas (Escuela Financiada). En el resto de las escuelas los desayunos se vendieron entre 6 y 15 pesos, ya que la despensa se compró con los recursos obtenidos de la venta de los alimentos (Escuelas autofinanciadas). Antes de los estudios, se solicitó a las autoridades de las escuelas y a los padres de familia la autorización para realizar mediciones antropométricas a los niños, pidiendo a los padres de familia la firma del consentimiento informado. El protocolo fue aprobado por el Comité Institucional de Ética y Bioética de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Obtenidos los permisos, se seleccionó de manera aleatoria un salón de clases por grado escolar en cada una de las siete escuelas bajo estudio. En total fueron evaluados 149 niños de la escuela con apoyo financiado y a 960 de las autofinancia-

das. Obtenidos todos los registros y pasados a una base de datos, se seleccionó de manera aleatoria sistemática a la misma cantidad de niños de ambos tipos de escuelas. Lo anterior de tal manera que se incluyeran niños de todas las edades, de ambos sexos y de cada una de las siete escuelas. En la muestra final se excluyeron a los alumnos de primer grado, ya que por ser de nuevo ingreso no habían participado en el programa del año anterior. Al final para este estudio se incluyeron a 246 niños, 123 de cada tipo de escuela.

Alimentos de la dieta

Los alimentos incluidos en las despensas que recibieron las siete escuelas de parte del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) fueron: alubias, sardina enlatada, garbanzo, soya texturizada, avena, aceite, arroz, lentejas, puré de tomate, leche en polvo, huevos, verduras enlatadas, atún y pastas. Las frutas, carne y otros ingredientes extras de la despensa los adquirieron con recursos, ya sea de la venta de los alimentos o de apoyos federales.

Registro de menús

Cuatro estudiantes de los últimos semestres de la Licenciatura de Nutrición de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez realizaron el registro de los menús diarios proporcionados a los niños en las escuelas (Tabla 1), dirigiéndose directamente a las cocinas y observando los platillos que se servían. De acuerdo con la lista de alimentos del Sistema Mexicano de Equivalentes (Pérez-Lizaur *et al.*, 2014), en promedio cada ración del desayuno administrado a los niños consistió de 384 kcal (69 %, de carbohidratos, 17 % de lípidos y 14 % de proteínas), lo que corresponde aproximadamente al 17.4 % de los requerimientos diarios, calculado a una ingesta diaria recomendada de 2000 kcal para niños de 7 a 10 años (Hall *et al.*, 2011).

Análisis antropométricos y edad

La edad de los niños se registró en años y meses, a partir de su fecha de nacimiento y la fecha del estudio. El peso se registró en kilogramos con una báscula digital (SECA 876, EU). Estas mediciones se realizaron con ropa ligera y sin calzado. Se cuidó que los pies estuvieran en posición central y simétricos en la báscula, la cual se manejó sobre una superficie plana, horizontal y lisa. La talla se registró en centímetros utilizando un estadí-

metro (SECA 206, EU), con una aproximación de 1 mm. Para la estatura se cuidó que el niño estuviera descalzo, los pies juntos y mantuviera su cabeza en el plano Frankfort; la medición se registró al final de una inhalación profunda, pidiéndole al niño que mantuviera una postura derecha durante las mediciones. El índice de masa corporal (IMC) se calculó por el peso/estatura².

Para la clasificación del estado nutricional se calcularon la talla para la edad, el peso para la edad y el IMC para la edad. Lo anterior de acuerdo con las clasificaciones de las normas mexicanas y de los Estados Unidos de Norteamérica (EU), y como a continuación se especifica: para la talla y peso para la edad se consideró la norma oficial mexicana NOM 031-SS2-1999 apéndice D (Secretaría de Salud, 1999). Para el IMC para la edad se consideró la norma del Centro para el Control de las Enfermedades (CDC) de los EU (National Health and Nutrition Examination Survey, 2000).

Análisis estadísticos

El peso, la talla y el IMC se analizaron en tres formas diferentes. La primera en sus valores crudos, la segunda en desviaciones estándar (valores Z o DE) respecto a lo que deberían tener de acuerdo con la edad según las normas nutricionales arriba descritas, la tercera en prevalencias para la edad. Debido a las diferencias antropométricas entre sexo, se analizan por separado las características físicas de niños y niñas. Para conocer las diferencias entre grupos se realizó una ANCOVA de dos vías, incorporándose en el modelo a la edad como una covariable. Para conocer la prevalencia en desnutrición, sobrepeso y obesidad entre grupos y subcategorías para la edad se realizó una Chi cuadrada de muestras independientes (χ^2). El valor del alfa (α) para las diferencias fue ajustado a 0.05. Los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico SPSS versión 22.0.

RESULTADOS

Los niños que asisten a escuelas con comedores autofinanciados presentaron menor estatura (~ 3 cm; $p < 0.05$), menor peso recomendado para la edad (~ 0.44 DE; $p < 0.05$) y menor talla recomendada para la edad (~ -0.44 DE; $p < 0.05$; Tabla 2) que los niños de la escuela con comedor financiado. Considerando el promedio de los valores Z para peso para la edad, talla para edad e IMC para la edad (Z promedio), los escolares que asisten a

la escuela financiada se encuentran ~ -0.2 DE del ideal, en cambio los de escuelas autofinanciadas a ~ -0.39 DE (Tabla 2).

En cuanto a las prevalencias (Figura 1, Tablas 3-5) y de acuerdo con la subcategorización de talla para edad o desmedro (NOM 031-SS2-1999 apéndice D), no encontramos diferencias estadísticas entre grupos ($p = 0.27$; Tabla 3). Sin embargo, de acuerdo con el peso para la edad (Tabla 4), se observa una mayor prevalencia de niños con desnutrición moderada, desnutrición leve, sobrepeso y obesidad en escuelas autofinanciadas ($p = 0.05$). De igual manera y de acuerdo con el IMC para la edad (Tabla 5), hay mayor prevalencia de niños con bajo peso y obesidad en las escuelas autofinanciadas ($p = 0.009$).

DISCUSIÓN

La malnutrición, como un indicador de la IA, es definida como aquellos estados nutricionales patológicos, provocados ya sea por la carencia de alimentos adecuados o por incorrectos hábitos alimenticios, siendo este un problema global de salud pública. Tanto la IA como el desconocimiento de cómo alimentarse correctamente son mayores en poblaciones con bajos recursos económicos y educativos (Bain *et al.*, 2014). Por lo anterior, los gobiernos, a través de las instituciones encargadas de disminuir las brechas sociales y de mejorar la calidad de vida de la población, en un intento por disminuir la malnutrición, aplican diversos programas de apoyo comunitario, entre ellos la entrega de desayunos escolares y la donación de despensas a familias y a escuelas de bajos recursos económicos (Barquera *et al.*, 2001). Si bien en México, dichas donaciones se realizan desde el primer tercio del siglo pasado (Barquera *et al.*, 2001), el impacto de dichos apoyos pocas veces se ha estudiado, y por consiguiente se desconocen sus posibles beneficios. Por ello, en este trabajo se analizó el impacto de un año de apoyo con despensas alimenticias para la preparación de alimentos en cocinas ubicadas dentro de las escuelas de una zona medio-rural del estado de Chihuahua, México.

El presente estudio tiene dos precedentes, el primero de ellos es la participación de la Fundación del Empresariado Chihuahuense (FECHAC), la cual con el propósito de apoyar la educación en escuelas donde asisten niños con muy bajos recursos económicos y para que los niños tengan la oportunidad de desayunar y mejorar su rendimiento

to escolar, instaló en 7 escuelas de Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, comedores escolares para la preparación de alimentos. Dichos comedores deben ser autosuficientes, por lo que los recursos para la preparación de los alimentos deben venir de la venta de los mismos, lo que limita el número de niños que pueden aprovechar el desayuno. El segundo precedente es el “Programa Escuelas de Calidad” (PEC), el cual de la misma manera pretende la autonomía y autosuficiencia de las escuelas de nivel primaria (Secretaría de Educación Pública, 2014), entre otros propósitos. Gracias al PEC y al programa “Escuelas de Tiempo Completo”, una de las escuelas recibió financiamiento para las despensas en el ciclo escolar 2012-2013, lo que permitió bajar el costo de los desayunos, ampliando su cobertura al 100% de los niños.

A solo un año de los apoyos, observamos en los niños de la escuela financiada vs autofinanciada una ligera tendencia a presentar mayor estatura (+3 cm), además una mayor cantidad de niños dentro del peso ideal para la edad (valor Z más cercano a cero). Por otro lado, cuando analizamos las prevalencias en el peso para la edad e IMC para la edad, se observa de manera más clara el efecto del tratamiento; es decir, que los niños de la escuela financiada presentan menor prevalencia de malnutrición que sus contrapartes. En las escuelas autofinanciadas es más clara la presencia de desnutrición aguda o emaciación que la desnutrición crónica o desmedro. El corte transversal realizado a un año de iniciado el programa en una de las escuelas nos permite apreciar un posible efecto a corto plazo. Sin embargo, debido a que no se realizaron determinaciones antropométricas al inicio del programa en ninguna de las escuelas, no podemos saber con seguridad su impacto. Ramírez-López *et al.* (2005) previamente ya han estudiado el impacto de este tipo de programas en una muestra doblemente mayor de población rural y urbana del norte de México, sin embargo, en esa ocasión no observaron efectos del tratamiento sobre la talla, IMC para la edad, masa magra, glucosa y perfil de lípidos. Nosotros tampoco observamos diferencias en los valores promedios del IMC absoluto o en su valor Z, sin embargo, sí las encontramos en el peso y la talla (valores Z). La diferencia de nuestro estudio respecto al reportado por Ramírez-López *et al.* (2005) es el tipo de desayuno escolar que se les sirvió a los niños. El desayuno escolar proporcionado por la mayoría de los programas de apoyo

nutricional son porciones frías de leche, cereal, galletas y jugos con un aporte energético aproximado de 468 kcal, que corresponde al 26 % de las necesidades diarias (Ramírez-López *et al.*, 2005). En las escuelas aquí estudiadas los desayunos se prepararon en cocinas *ad hoc* dentro de las escuelas, sin embargo, como se observa en los métodos estos alimentos aportan sólo 17.4 % de las calorías recomendadas en el desayuno para un niño promedio de 9 años. También observamos que entre el 42 % y 62 % de los niños desayunan en sus casas (Información obtenida por entrevista directa a los niños en las escuelas), por lo que el desayuno escolar representó una colación extra, aportando, por lo tanto, calorías extra. Adicionalmente, observamos que por falta de tiempo de los padres o por falta de recursos económicos, entre el 3 % y 9 % de los niños de las escuelas autofinanciadas no desayunaron ni en sus casas ni en la escuela. Todo lo anterior nos dice que los niños de la escuela financiada adquirieron más calorías que los niños de escuelas autofinanciadas, de aquí la menor cantidad de niños con malnutrición e IA.

Otros programas más grandes e integrales igualmente han observado mejoras en la calidad alimentaria infantil posterior a 18 meses de su aplicación (Kong *et al.*, 2014). Este es el primer reporte sobre el efecto positivo de un programa de despensas en escuelas donde se preparan alimentos calientes para la venta entre los escolares en zonas medio-rurales.

Un segundo aporte de este trabajo es el impacto observado por la administración casi gratuita de los desayunos en la escuela financiada, y que les permite adquirir a todos los niños sus alimentos. Esto nos habla de los grandes beneficios de los apoyos sociales ofrecidos a comunidades con escasos recursos económicos que les permite salir de la IA.

Existe unanimidad en las opiniones sobre la necesidad de programas de apoyo nutricional a comunidades y familias de bajos recursos económicos, siempre y cuando dichos apoyos sean supervisados y se incluya una educación nutricional para la correcta adquisición de los alimentos, con una tendencia a disminuir los llamados productos sin calidad nutricional, o también llamados “alimentos chatarra” (Blumenthal *et al.*, 2014). Cuando estos apoyos no son supervisados, los recursos cualesquiera que estos sean, no son utilizados debidamente para mejorar la calidad alimentaria, sino

para favorecer los gustos alimentarios personales (Blumenthal *et al.*, 2014; Kong *et al.*, 2014; Leung *et al.*, 2013). En este estudio, la preparación de alimentos calientes en las escuelas, para su consumo entre los escolares, probablemente disminuyó el consumo de productos chatarra. Sin embargo, el costo de los alimentos en las escuelas autofinanciadas evitó que fueran adquiridos por la mayoría, ya que hablamos de escuelas donde asisten niños de muy bajos recursos económicos.

Por otro lado, también se ha observado que no todos los programas de apoyo nutricional funcionan. Hilmers *et al.* (2014) estudiaron el impacto de un programa de educación nutricional (Supplemental Nutrition Assistance Program, USA) en mujeres hispanas de bajos recursos económicos, con el propósito de aumentar el poder de decisión de las madres para comprar, preparar y consumir alimentos de calidad nutricional. Observaron que dicho programa no mejoró la calidad de la dieta de las personas, ya que consumieron poca cantidad de alimentos con calidad nutricional, aproximadamente un 25 % menos de calorías y 16% más del sodio recomendado, entre otros problemas. Por lo anterior, existe también unanimidad sobre la necesidad de estudiar el impacto de dichos programas, y poder establecer mejores programas que modifiquen conductas, así como políticas que favorezcan a los más desfavorecidos, entre ellos los niños (Blumenthal *et al.*, 2014). En México, a partir de 1997 se crea el programa federal de apoyo a la pobreza extrema llamado “Progresá”, actualmente “Prospera”. Este programa brinda apoyos en educación, salud, nutrición y empleo (Prospera, 2014), participando de manera coordinada diversas dependencias gubernamentales federales, estatales y municipales. Para el funcionamiento de estos programas y disminuir la brecha de pobreza, se pide la participación de las personas (especialmente de las mujeres) en sus comunidades. En su sección nutricional, este programa se enfoca en los hogares y comunidades con pobreza alimentaria ofreciéndoles educación nutricional, y de manera gratuita despensas y recursos económicos a las madres embarazadas, en periodo de lactancia o con niños pequeños (Prospera, 2014).

Se ha observado que el impacto de los apoyos ofrecidos a la población, dependen de las características culturales y socioeconómicas de los que los reciben (Kong *et al.*, 2014; Lagarde *et al.*, 2007). En México como en varios países en desarrollo,

las diferencias culturales educativas y socioeconómicas difieren entre los estados y municipios (De la Peña, 1999). En Nuevo Casas Grandes, si bien el programa “Escuelas de Calidad” funciona desde el 2007, no se habían realizado estudios para medir su impacto, de aquí la importancia de medirlo en esta población y trasladar los resultados a poblaciones similares.

Estamos conscientes de las limitaciones del estudio, entre ellas la falta de evaluaciones basales, del registro consecutivo de recordatorios de dieta de 24 h, así como de determinaciones bioquímicas para conocer con mayor precisión el estado nutricional de los niños. Respecto a las determinaciones antropométricas basales, al analizar a los niños de primer grado, no observamos diferencias en sus características físicas entre ambos grupos, lo que nos dice que los niños inician su ciclo escolar con un estado nutricional homogéneo, y las diferencias se empiezan a observar a partir del primer año de iniciado el programa; lo que demuestra la influencia del uso del comedor y la administración gratuita de los alimentos. En cuanto al recordatorio de los alimentos de 24 h, se ha observado que en el adulto tiene un amplio margen de error y en los niños es poco confiable (Gibson, 2005). Respecto a los análisis bioquímicos, estudios nutricionales en población abierta no han mostrado diferencias bioquímicas significativas (Ramírez-López *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

Un año de apoyo alimentario para la preparación de los alimentos y su administración casi gratuita dentro de los planteles escolares disminuyó la malnutrición en niños de primaria. Los niños de ambos sexos de las escuelas autofinanciadas en promedio se alejaron en 0.30 DE del peso, estatura e IMC ideal respecto a los niños de la escuela financiada y a 0.4 DE de su estado nutricional ideal.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de Mirna Yolanda Madrid Márquez, Mariana Quintana Soto y Gabriela Iveth Salgado Ochoa por la aplicación de los análisis antropométricos y registros de menús.

Conflictos de interés. Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Bain, L. E., Awah, P. K., Geraldine, N., Kindong, N. P., Siga, Y., Bernard, N., Tanjeko, A. T. (2014). Malnutrition in Sub-Saharan Africa: burden, causes and prospects. *Pan Afr Med J*, 15(1), 1-9.
- Barquera, S., Rivera-Dommarco, J., Gasca-García, A. (2001). Políticas y programas de alimentación y nutrición en México. *Salud Pública Mex*, 43(5), 464-477.
- Blumenthal, S. J., Hoffnagle, E. E., Leung, C. W., Lofink, H., Jensen, H. H., Foerster, S. B., et al. (2014). Strategies to improve the dietary quality of Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP) beneficiaries: an assessment of stakeholder opinions. *Public Health Nutr*, 17(12), 2824-2833.
- De la Peña, G. (1999). Territorio y ciudadanía étnica en la nación globalizada. *Desacatos*, 1, 1-16. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/desacatos/n1/n1a6.pdf> Acceso el 26 de septiembre del 2017.
- De Onis, M., Blössner, M., Borghi, E. (2010). Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr*, 92(5), 1257-1264.
- De Onis, M., Blössner, M., Borghi, E. (2012). Prevalence and trends of stunting among preschool children, 1990–2020. *Public Health Nutr*, 15(01), 142-148.
- Dev, D. A., McBride, B. A., Fiese, B. H., Jones, B.L., Cho (2013). Behalf of the Strong Kids Research Team, H. Risk factors for overweight/obesity in preschool children: an ecological approach. *Child obes*, 9(5), 399-408.
- Gibson, R. S. Principles of nutritional assessment (2nd ed.): Oxford University Press, USA; 2005. 908 p.
- Hall, K. D., Sacks, G., Chandramohan, D., Chow, C. C., Wang, Y. C., Gortmaker, S. L., Swinburn, B. A. (2011). Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *Lancet*, 378(9793), 826-837.
- Hilmers, A., Chen, T. A., Dave J. M., Thompson, D., Cullen, K. W. (2014). Supplemental Nutrition Assistance Program participation did not help low income Hispanic women in Texas meet the dietary guidelines. *Prev Med*, 62, 44-48.
- Instituto Nacional de Salud Pública (Mex). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Disponible en: <http://ensanut.insp.mx> Acceso el 20 marzo del 2016.
- Kong, A., Odoms-Young, A. M., Schiffer, L. A., Kim, Y., Berbaum, M. L., Porter, S. J., et al. (2014). The 18-month impact of special supplemental nutrition program for women, infants, and children food package revisions on diets of recipient families. *Am J Prev Med*, 46(6), 543-551.
- Lagarde, M., Haines, A., Palmer, N. (2007). Conditional cash transfers for improving uptake of health interventions in low-and middle-income countries: a systematic review. *JAMA*, 298(16), 1900-1910.
- Leung, C. W., Blumenthal, S. J., Hoffnagle, E. E., Jensen, H. H., Foerster, S. B., Nestle, M., et al. (2013). Associations of food stamp participation with dietary quality and obesity in children. *Pediatrics*, 131(3), 463-472.
- Luca, A. C., Iordache, C. (2013). Obesity—a risk factor for cardiovascular diseases. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*, 117(1), 65-71.
- Mariz, L. S., Enders, B. C., Santos, V. E., Tourinho, F. S., Vieira, C. E. (2015). Causes of infantile-juvenile obesity: reflexions based on the theory of Hannah Arendt. *Text Context Nursing*, 24(3), 891-897.
- Muzzo, S. (2003). Crecimiento normal y patológico del niño y del adolescente. *Rev Chil Nutr*, 30(2), 92-100.
- National Health and Nutrition Examination Survey. Center for Disease Control and Prevention Growth Charts for the United States, 2000. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nchs/data/erratas/growthcherrata.pdf> Acceso el 20 marzo del 2016.
- Pérez-Lizaur, A. B., Gonzalez-Palacios, B., Castro-Becerra, A. L. *Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes*. 4ª ed. FNS. México; 2014. 160 p.
- Prospera (Mex). Objetivo, visión y misión. Gobierno de la República. 2014. Disponible en: <https://www.prospera.gob.mx/swb/es/PROSPERA2015/home> Acceso el 20 marzo del 2016.
- Ramírez-López, E., Grijalva-Haro, M. I., Valencia, M. E., Ponce, J. A., Artalejo, E. (2005). Impacto de un programa de desayunos escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses. *Salud Pública Mex*, 47(2), 126-33.

- Rytter, M. J., Kolte, L., Briend, A., Friis, H., Christensen, V. B. (2014). The immune system in children with malnutrition—a systematic review. *PLoS One*, 9(8), e105017. DOI: 10.1371/journal.pone.0105017.
- Secretaría de Educación Pública (Mex). Mi escuela PEC. Actualización, Enero 2014. Disponible en: <http://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/mi-escuela-pec?state=published> Acceso el 20 marzo del 2016.
- Secretaría de Salud (Mex). Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA2-1999, Para la atención a la salud del niño. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/031ssa29.html> Acceso el 20 marzo del 2016.
- UNICEF. State of the World's Children 1998. Oxford: Oxford University Press, 1998. Disponible en: <http://www.unicef.org/sowc/archive/ENGLISH/The%20State%20of%20the%20World's%20Children%201998.pdf> Acceso el 20 marzo del 2016.
- Waterlow, J. C., Buzina, R., Keller, W., Lane, J. M., Nichaman, M. Z. et al. (1977). The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. *Bull World Health Organ*, 55, 489-98.
- World Health Organization. Global child deaths down by almost half since 1990. WHO, UNICEF, World Bank Group, UN-DESA Population Division joint news release. New York 2013 Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2013/child_mortality_causes_20130913/en/ Acceso el 9 abril del 2016.
- World Health Organization. Obesity and overweight. Fact sheet N°311 January 2015. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/> Acceso el 20 marzo del 2016.

Tabla 1. Menús registrados durante un mes en las diferentes escuelas.

Menú 1	Sopa de verduras, tacos de sardina, frijoles charros, agua de sabor
Menú 2	Lentejas, ceviche de soya con totopos, agua de sabor.
Menú 3	Gorditas de soya con tomate y lechuga, agua de sabor.
Menú 4	Ensalada de coditos con atún y verduras, agua de sabor.
Menú 5	Hot cake de avena, agua de sabor.
Menú 6	Espagueti con soya en salsa de tomate y tortilla de maíz, agua de sabor.
Menú 7	Tostadas de frijoles o flautas de pollo con crema, agua de sabor
Menú 8	Burritos de papas con chorizo y frijoles, agua de sabor, rebanada de melón.
Menú 9	Panpizza, fruta, agua de sabor.
Menú 10	Atole de maizena con galletas de avena, agua de sabor.
Menú 11	Mole de pollo con arroz, agua de sabor.
Menú 12	Empanadas de atún con frijoles o galleta de avena y leche con chocolate, agua de sabor
Menú 13	Hamburguesitas de soya, pizzas, banderillas agua de sabor.
Menú 14	Gorditas de carne molida con papas, tomate y repollo, agua de sabor.
Menú 15	Enchiladas con queso, arroz, limonada.
Menú 16	Burrito de frijoles, gorditas de soya, limonada.

Tabla 2. Características físicas de los participantes, ajustadas por la edad.

	Niños (n= 127)		Niñas (n=119)	
	Escuelas con comedor autofinanciado	Escuelas con comedor financiado	Escuelas con comedor autofinanciado	Escuelas con comedor financiado
Peso, kg	29.8 ± 8.6	32.0 ± 8.1	30.9 ± 10.7	31.1 ± 7.7
Talla, m	1.33 ± 0.11	1.36 ± 0.12 a	1.33 ± 0.10	1.36 ± 0.12 a
IMC, kg/m ²	16.5 ± 2.7	17.1 ± 2.0	17.0 ± 3.6	16.6 ± 2.1
PE, valor Z	-0.51 ± 1.25	-0.02 ± 0.94 a	-0.38 ± 1.2	-0.24 ± 0.93 a
TE, valor Z	-0.48 ± 0.98	-0.14 ± 1.05 a	-0.40 ± 1.06	-0.10 ± 0.99 a
IMCE, valor Z	-0.39 ± 1.35	0.14 ± 0.85	-0.21 ± 1.23	-0.19 ± 1.03
Z promedio	-0.46 ± 1.05	-0.01 ± 0.81 a	-0.33 ± 1.03	-0.18 ± 0.82 a

Los valores se presentan en medias ± DE. IMC = Índice de masa corporal, PE= Peso recomendado para la edad, TE = Talla recomendada para la edad, IMCE= IMC recomendado para la edad. ANOVA de dos vías. a diferencias entre tipo de escuela, p < 0.05.

Tabla 3. Prevalencias en el estado nutricional, según la talla para la edad.

Estado nutricional	Escuelas con comedor autofinanciado	Escuelas con comedor financiado
Talla baja	4.1%	4.9%
Talla ligeramente baja	24.4%	17.9%
Talla normal	61.8%	63.4%
Talla ligeramente alta	8.1%	13.8%
Talla alta	1.6%	0%

$\chi^2 = 5.162$; p = 0.27

Tabla 4. Prevalencias en el estado nutricional, según el peso para la edad

Estado nutricional	Escuelas con comedor autofinanciado	Escuelas con comedor financiado
Desnutrición grave	2.4%	2.4%
Desnutrición moderada	7.3%	1.6%
Desnutrición leve	18.7%	11.4%
Peso normal	59.3%	77.2%
Sobrepeso	10.6%	6.5%
Obesidad	1.6%	0.8%

$\chi^2 = 11.048$; $p = 0.05$

Tabla 5. Prevalencias en el estado nutricional, según el IMC para la edad

Estado nutricional	Escuelas con comedor autofinanciado	Escuelas con comedor financiado
Bajo peso	14.6%	4.9%
Peso normal	69.9%	84.6%
Sobrepeso	7.3%	8.1%
Obesidad	8.1%	2.4%

$\chi^2 = 11.527$; $p = 0.009$

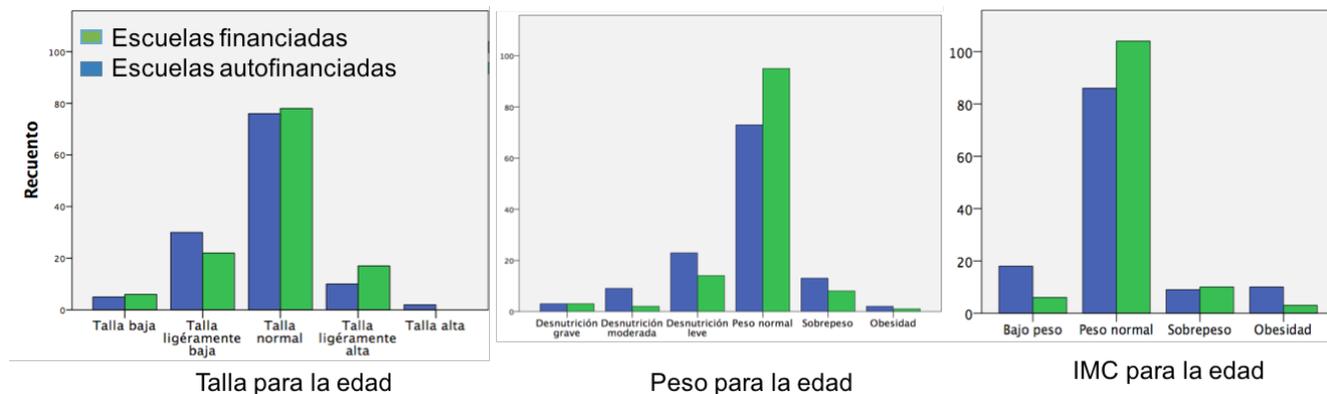


Figura 1. Prevalencias en el estado nutricional de los niños que asisten a escuelas apoyadas con despensas, financiadas por el gobierno vs auto-financiadas.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Tasa de pasaje ruminal de la materia seca y orgánica de variedades de *Cenchrus purpureus*

Ledea-Rodríguez, J. L.,^{1*} La O-León, O;² González-García, H.³

Recibido 14 septiembre, versión corregida, 11 noviembre, aceptado 14 noviembre 2017.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio para evaluar la variabilidad de la degradabilidad efectiva ruminal (DER) *in situ* de la materia seca (MS) y orgánica (MO) de hojas, tallos y planta íntegra de variedades de *C. purpureus* a cuatro edades de rebrote. Para la DER de la MS, la menor varianza, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) se obtuvieron a los 100 días en hojas y tallos (en la MO fue a 80 días) y 80 días para la planta íntegra (en la MO fue de 120 días). Los rangos mínimos de DER coincidieron a los 120 días para todas las fracciones, los rangos máximos correspondieron a la edad de 80 días en hojas, 60 días en tallos, 100 días para la planta íntegra. Las variedades CT-603 y CT-605 presentaron la mayor DER. Se concluye que la edad de rebrote afecta la DER de la MS y MO en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto, se recomienda utilizar las plantas entre 80 y 100 días de rebrote.

Palabras clave: Gramíneas tropicales; *Cenchrus purpureus*; Degradabilidad, *Pennisetum purpureum*

1 Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Bayamo, Granma, Cuba.

2 Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, Cuba.

3 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

* Autor para correspondencia: ledea1017@gmail.com Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Estación Experimental de Pastos y Forrajes. km 10½, Carretera Bayamo-Tunas. Bayamo, Granma, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los constituyentes químicos son susceptibles al incremento de la edad de la planta y a la combinación de los factores edáficos y climáticos (Ramírez, 2010; Álvarez *et al.*, 2013 y Ledea, 2016). Estos factores influyen de manera positiva para que se estimulen las relaciones e interrelaciones entre los constituyentes de la pared celular que limitan la digestibilidad e incrementan el tiempo de retención.

Esta es una temática que ha sido extensamente estudiada, posibilitando que se identifiquen anatómica y taxonómicamente individuos que poseen mayores limitantes, dentro de los que se encuentran las gramíneas tropicales.

Sin embargo, se deben esperar cambios anatómicos y químicos que se reflejen en las características de las partículas y que se afecte la DER, principalmente cuando estas plantas crecen en ecosistemas frágiles y degradados, además, si se utilizan en diferentes edades de rebrote (Valenciaga, 2007; Ramírez, 2010) y épocas climáticas.

Con el fin de minimizar este efecto del clima, se inicia en Cuba la aplicación de técnicas biotecnológicas (Martínez *et al.*, 1989) y el uso de mutágenos físicos (Herrera *et al.*, 1991) para la obtención de clones de *Cenchrus purpureus* con tolerancia a la sequía, salinidad y ambas condiciones estresantes (denominados mixtos), con el fin de garantizar para la estación de bajas precipitaciones una abundante fuente de biomasa, capaz de nutrir al ganado rumiante principalmente.

Posteriormente, Herrera (2000) realizó la caracterización molecular del ADN de estas plantas mediante la determinación electroforética de más de cinco sistemas isoenzimáticos y demostró que eran variedades. Se reafirmó al mantenerse sus características iniciales por más de cinco generaciones.

Las nuevas variedades tolerantes a la sequía se evaluaron desde el punto de vista agronómico en el Valle del Cauto (Fernández *et al.*, 2015, Ray *et al.*, 2016 y Cruz 2017), en ecosistemas frágiles y degradados por la intensa sequía estacional. En este estudio se desatacaron las variedades CT-601, CT-603 y CT-605, respecto a su progenitor (CUBA CT-115), aún no se posee información nutritiva de las nuevas variedades en las condiciones del Valle del Cauto.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar la variabilidad de los indicadores de la

DER *in situ* de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en diferentes estados fenológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Las muestras (300 g) se tomaron de parcelas establecidas siete años atrás en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov” de la provincia Granma, Cuba, mientras que el estudio de DER *in situ* se desarrolló en el laboratorio de rumiantes del Instituto de Ciencia Animal (ICA). Para el establecimiento de las parcelas, las semillas fueron proporcionadas por el departamento de Pastos y Forrajes del ICA. Para el estudio se emplearon las nuevas variedades CT-601, CT-603 y CT-605 obtenidas por cultivos de tejidos con tolerancia a la sequía.

Análisis de la información

Para la evaluación de la DER *in situ* se utilizaron dos vacas criollas equipadas con cánula en el rumen de 450 ± 10 Kg de peso vivo, las cuales fueron alimentadas con forraje (*C. purpureus*) de manera *ad libitum* y suplementadas con 2 kg/día de alimento concentrado, el agua y las sales minerales estuvieron disponibles durante todo el día. Los tratamientos, consistentes en la interacción variedad (3) con edad de rebrote (4), fueron dispuestos en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, como bloques se consideraron los bastones que sujetaron las bolsas dentro del rumen y las repeticiones consistieron en las bolsas replicadas para cada horario de muestreo.

La DRE de la MS y MO se calculó según la recomendación de Kristensen *et al.* (1982) y se asumió el valor de la constante ruminal (k) 0.044%/h (NRC, 1989), con el siguiente modelo:

$$DRE = N_0 + \sum_{i=1}^n [(N_{t_{i+1}} - N_{t_i}) * e^{-kt} + e^{-kt} N_{t_{i+1}}] / 2$$

Donde:

N_0 : nutriente soluble, determinado por el lavado, g/g de nutriente original

t: tiempo, h

N_t : nutriente degradado, incluyendo el soluble a tiempo t, g/g nutriente original

i: número de incubaciones (Kristensen *et al.*, 1982)

Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete de análisis Statgraphics Centurion versión XVII (Statgraphics, 2014) y se calculó la media, varianza, DE, CV y rango de valores.

Procedimiento experimental

Las muestras se colectaron de parcelas con dimensiones de 10x20 (200 m²), con surcos de 10 m de longitud, a un metro entre sí y 0.70 m entre plantas. Paralelo a las tomas de muestras se desarrolló un estudio relacionado con el comportamiento agronómico, y durante el corte de establecimiento las plantas se fertilizaron con MO de origen bovino a razón de 25 t/MO/Ha.

De este estudio se aprovechó el diseño experimental para la aleatorización y representatividad de las muestras. Cada edad a evaluar (60, 80, 100 y 120 días) se hizo coincidir con un surco de forma intercalada, y a cada surco al que le correspondía una edad de evaluación se fraccionó en subparcelas de 4.50 m lineales, para un total de cuatro repeticiones para cada edad de rebrote. También se consideró la eliminación del efecto de borde, consistente en un metro al comienzo y final del surco.

De cada repetición se tomaron cinco plantas en cada edad de rebrote, para un total de cuatro muestreos para los 60 días, tres para 80 y 100 días y dos muestreos para 120 días, en cada muestreo se tomaron 300 gr en base verde de cada fracción botánica (hojas, tallos y planta íntegra), estas fueron separadas con tijera de acero inoxidable, se homogenizaron y se tomó una muestra única de 300 gr, esta fue secada en una estufa de aire forzado⁴ a 100 °C durante una hora y luego a 60 °C hasta peso constante según la metodología propuesta por Herrera (2003). Posteriormente fueron introducidas en un molino con un tamaño de criba de 2 mm para reducir el tamaño de partícula, las muestras molidas de cada fracción botánica fueron homogenizadas para conformar una muestra única y así determinar la DER de la MO y MS mediante la técnica *in sacco*.

Mediciones de degradabilidad ruminal *in situ*

Las bolsas fueron incubadas en las vacas criollas a través de la fistula ruminal; estas promediaron dimensiones de 14.0 cm de largo x 8.5 cm de ancho, 48 µm de porosidad y 1044 poros/cm², en las cuales se introdujeron 5 g de la muestra con un tamaño

de partícula de 2 mm. Las bolsas fueron lavadas y secadas en estufa⁵ a 60 °C. Una vez secas, se registró el número de cada una y el peso utilizando una balanza analítica⁶ de 0.001 gr de precisión. Estas se agruparon por órgano de la planta, para introducirlas en el rumen y se duplicaron para cada horario de muestreo y animal, se fermentaron en orden las muestras de hojas, de tallos, y por último la de planta íntegra, con intervalos de siete días de descanso para los animales entre cada determinación.

Las bolsas se introdujeron para la fermentación ruminal y se extrajeron a las 0, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 horas. Cada una se lavó a mano con agua corriente hasta que el agua salió transparente una vez extraídas del rumen; posteriormente se depositaron en bandejas de aluminio y se secaron en una estufa a 60 °C durante 72 horas, luego se transfirieron a un desecador durante 30 minutos y se procedió al pesado. La diferencia entre el peso inicial y el peso del residuo después de la incubación ruminal se utilizó para determinar la MS degradada, la solubilidad a la hora cero se obtuvo al incubar dos bolsas con cada alimento en rumen durante 15 minutos y después se trataron igual que al resto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró interacción significativa ($P < 0.05$) de las variedades con la edad de rebrote, para la DER de la MS y MO. El análisis de la tasa de velocidad de pasaje ruminal de la MS en función de la edad de rebrote en tres fracciones botánicas de *C. purpureus* se presenta en el Cuadro 1. La menor varianza, DE y CV se obtuvieron para la edad de 100 días en hojas y tallos, mientras que para la planta íntegra este comportamiento se obtuvo para los 80 días de edad. Esto está relacionado con la estructuración o tamaño de las partículas. Pérez-Infante (2013) planteó que las características de las partículas de las gramíneas se iban a caracterizar según el origen de ellas, aunque iban a presentar, como característica distintiva, ser alargadas y con largas hebras de fibras que iban a influir negativamente en la degradabilidad de los compuestos estructurales.

El resultado obtenido para los 100 días en hojas y tallos, indica que el tamaño de las partículas para esta edad va a ser uniforme, reflejándose en bajos valores de los estadígrafos de dispersión. Mientras que la varianza, en comparación con las edades de

4 Marca MEMMERT.

5 Marca BINDER.

6 Marca SARTORIUS.

60 y 80 días tuvieron gran variabilidad, indicando que el porcentaje de degradación en función del tiempo permaneció uniforme, tanto en hojas como en tallos, comportamiento que sugiere un tamaño uniforme de las partículas que permitió una colonización y degradación del sustrato similar.

La reducción del tamaño de partícula para la edad en consideración será uniforme, propiciando el vaciado del rumen de manera análoga cuando se alcance las dimensiones necesarias para pasar al retículo (1 mm), sin embargo, el valor medio del porcentaje de degradación sugiere partículas de gran tamaño con promedios de degradación de 28.2 y 23.9 %/hora, y gravedad específica superior a 1.1 y 1.4 g/mL, referido por Pérez-Infante (2013) como el peso que le permite afondar y llegar al abomaso, pasando de la fase sólida del rumen a la fase líquida, donde la acción microbiana es mayor.

Por las características estructurales de las partículas de las gramíneas, estas retienen burbujas de aire que les impide estar en la parte ventral del rumen y por ende están largos periodos de tiempo en la digesta, manteniendo así, un tiempo de retención alto en el rumen con bajos niveles de aprovechamiento energético, y por lo tanto un prolongado intervalo entre consumo de alimento, estos resultados (Cuadro 1) coinciden con los reportados por La O *et al.*, (2009) en *Cordia alva* (Jacq) en el oriente de Cuba, aunque la limitante en esta planta, según estos autores, fueron los compuestos secundarios que actuaron como barrera limitante de la degradabilidad ruminal y no el tamaño de la partícula.

Con respecto a la planta íntegra (Cuadro 1), el comportamiento a los 80 días de baja varianza y de un acortamiento entre el intervalo mínimo y máximo obedece a las transformaciones morfológicas relacionadas con el crecimiento y estructuración de las plantas, según Valenciaga (2007) y Ramírez (2010) en dependencia de la prevalencia de hojas con respecto a los tallos, será la degradación en el rumen, y esto posee relación directa con las características intrínsecas de las partículas de cada órgano a degradar por parte de los microorganismos ruminales.

Para la amplitud del rango máximo (30.7 a 45.5) coincidieron para 100 días de edad en hojas y planta íntegra, 60 días para los tallos, mientras que los rangos mínimos correspondieron a las edades de 120 días de forma general.

Este es un resultado esperado, ya que las características de las células y sus constituyentes para

cada órgano, definen el grado de aprovechamiento por parte de los microorganismos ruminales, para la edad en que se vieron favorecidas las hojas y la planta íntegra sugiere que el nivel de fibra contenido en ellas no limitó transversalmente la degradación de las partículas.

Ledeá (2016) obtuvo en estas variedades porcentajes de fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) que estuvieron entre 60 a 70 %, Pérez-Infante (2013) refirió que cuando los niveles de fibra son del 60 % se afecta significativamente la degradabilidad ruminal, lo cual pudo interferir en los valores de rango máximos que no superaron el 50 % en ninguna de las edades ni fracciones evaluados.

Los valores medios para planta íntegra superaron los obtenidos por La O *et al.* (2012) cuando evaluaron variedades de *Tithonia diversifolia*, la depresión en la DER en dicho forraje la relacionaron con la existencia de compuesto secundarios que disminuyeron la acción microbiana en el rumen. Por otro lado, resultaron inferiores a los obtenidos por Cárdenas *et al.* (2016) al evaluar hojas y peciolo de *Erythrina falcata*, esta diferencia se debe según Pérez-Infante (2013), a la morfología de las partículas resultantes de la masticación, para las leguminosas están son de forma cúbica, lo que le posibilita mayor compactación y por tanto mayor capacidad de ingestión, mientras que la estructuración le condiciona una mayor eficiencia en el accionar de los microorganismos al presentar un patrón reticulado de venas con uniones angulares que constituyen puntos débiles de ruptura. Esto origina partículas cortas y gruesas, en cambio en las gramíneas la distribución de las partículas es de forma sinuosa, que le imprime gran fuerza y resistencia ante la masticación y posterior ruptura.

Por otro lado, los valores medios de porcentajes de degradación en función del tiempo, mostraron para hojas y planta íntegra en la edad de 60 días un comportamiento aceptable (33.6 y 33.4 respectivamente), para los tallos fue a los 80 días, esto es favorable, ya que existe una abundante cantidad de agua y minoría de compuestos estructurales. Sin embargo, se debe resaltar que para el uso de la planta a los 60 días se requieren altos insumos en fertilizantes y normas de riego para garantizar la persistencia del cultivo, que encarecerían significativamente el producto final, desenfocándose el concepto de producción con bajos insumos, para el cual está dirigido este estudio. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos referido por Mupangwa *et al.*

(2003); La O *et al.* (2003a y b) y La O *et al.* (2008) para plantas tropicales.

El efecto de la variedad también tuvo un efecto en la tasa de pasaje ruminal al igual que lo tuvo la edad de rebrote. En este caso, se muestran en el Cuadro 2 que las partículas de las hojas del CT-603 y CT-605 son mayormente degradables con respecto al CT-601, sin embargo, fue el CT-603 el que mayor varianza, DE y CV presentó, y en los rangos mínimos y máximos esta variedad se destacó por los valores encontrados en cada rango con respecto al CT-601 y CT-605. Esto le atribuye mayor variabilidad en el tamaño de la partícula y por tanto se facilita la colonización, adhesión y degradación de los compuestos contenidos en esta por parte de la microflora ruminal, mientras que el CT-601, al presentar valores similares al CT-605, se destacó por el bajo porcentaje de degradación, esto sugiere que las características de las paredes celulares de esta variedad van a limitar su degradación por parte de la microflora ruminal.

Las gramíneas poseen partículas inherentemente largas, delgadas y boyantes con baja gravedad funcional específica y en consecuencia el pasaje es más lento (Barahona y Sánchez, 2005), coexistiendo, a su vez, una epidermis ligada a los tejidos internos de las hojas a través de paredes gruesas del esclerénquima a las paredes también gruesas de las haces de la vaina y del tejido vascular para formar una fuente estructura que junto con la cutícula que reviste la epidermis influyen fuerte y negativamente en la degradabilidad. Esto define, por tanto, un patrón predefinido para la degradación y tasa de pasaje ruminal, por lo que se atribuye las diferencias en el comportamiento de la tasa de degradación a características intrínsecas de la planta para hojas y tallos, mientras que para la planta íntegra, se intuye según el criterio de Valenciaga (2007), a que se debe más a la arquitectura y comportamiento agronómico de la planta, que según este autor, influye y define en la degradabilidad de los compuestos estructurales, debido al dinámico crecimiento y con él, las transformaciones histoquímicas que se reflejan en las características anatómicas y químicas de las partículas constituyentes.

Para la degradación de la MO en función de la edad de rebrote y fracción de la planta, se observó en hojas y tallos a la edad de 80 días se presentó menor varianza, DS y CV, mientras que en la planta íntegra este fenómeno se observó para los 120 días de edad (Cuadro 3).

Es bien conocida la evolución de los constituyentes de la pared celular en función de la edad (Valenciaga, 2007; Ramírez, 2010; Fortes, 2014; Verdecia, 2015 y Ledea, 2016), y las relaciones e interrelaciones que se establece entre los constituyentes principales de dicha pared (celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice, FDN y FDA). Mientras que la distribución de los haces vasculares y cerdas de fibra determinan el tamaño y estructuración de las partículas, la forma en que se disponen los constituyentes y la estructuración de las cadenas que los conforman, determinan la accesibilidad de los microorganismos a los compuestos orgánicos (Ledea, 2016).

Sin embargo, se obtuvieron porcentajes de degradación en función del tiempo por encima del 50 %, aprovechamiento que ha sido referido por Barahona y Sánchez (2005), Ramírez *et al.* (2002), Valenciaga (2007), Ramírez (2010), Domínguez *et al.* (2012), Pérez-Infante (2013), Valles de la Mora *et al.* (2016) y Ledea (2016) como límite permisible para las gramíneas tropicales por la estructuración y distribución de los componentes mayoritarios de la pared celular (lignina, celulosa, hemicelulosa y sílice), lo que resulta en valores y comportamientos químicos que le pueden prever a los microorganismos ruminales y al propio animal, las fuentes minerales sobre todo, para la síntesis de enzimas.

La edad no representa una limitante en la degradabilidad de la MO, sin embargo, se recomienda para un mayor aprovechamiento del resto de los componentes, utilizar las hojas y la planta íntegra a la edad de 80 días, para ser usadas en pastoreo y como forraje. Esta alta degradabilidad de la MO en función de la edad, también se reflejó en cada variedad (Cuadro 4), en hojas, tallos y planta íntegra, el comportamiento tanto de los valores medios, como de los estadígrafos de dispersión mostraron un comportamiento similar, indicando que el tamaño de partícula no definió ni alteró la DER.

El hecho que del 30 al 80 % de la MO se encuentra contenida en las paredes celulares y que según Ruíz y De Arriba (1987), de ella solo se degrada del 65 al 67 %, se puede constatar que los resultados reflejados en el Cuadro 4, superan los valores de degradación referidos en la literatura, imprimiéndole un valor que requiere de especial atención por tratarse de una gramínea tropical.

Valenciaga *et al.* (2009), obtuvieron valores superiores en la degradación de la MO, pero estimulado según los autores por un alto contenido de nitrógeno en las hojas, que favoreció el desarrollo de la

microflora bacteriana, ya que según Galindo *et al.* (2014), estas colonizan el bolo alimenticio en los primeros quince minutos después de haber sido ingerido.

Se concluye que la edad de rebrote afecta la DER de la MS y MO en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto, siendo las edades entre 80 y 100 días donde se obtuvieron los valores más favorables de degradación en función de la tasa de pasaje ruminal de la MS y MO.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., R. S. Herrera, L. Díaz y A. Noda. (2013). "Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de biomasa de clones de *Pennisetum purpureum*". *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 47: 413-417.
- Arias, R. C. (2012). "Frecuencias de corte en cultivares promisorios de *Pennisetum purpureum* resistentes a la sequía con riego y fertilización orgánica". Tesis Maestría. *Universidad de Granma, Cuba*. p. 77-93
- Barahona, R. R. y P. S. Sánchez. (2005). "Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla". *Rev. CORPOICA*. 6: 69-82.
- Cárdenas, L., J. L. Bautista, J. L. Zegarra, R. Ramos, E. O. Gómez y J. S. Barreto. (2016). "Degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del Pisonay (*Erythrina falcata*)". *Rev. Inv. Vet. Perú*, 27: 39-44.
- Corona, M., L. Carballo, Y. Arteaga, M. Cáceres e Y. Hernández. (2007). "Componentes Químicos de la Madera". La Habana. Ed. Félix Varela, pp 370.
- Cruz, J. M., J. V. Ray, J. L. Ledea y R. C. Arias. (2017). "Establecimiento de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en un ecosistema frágil del Valle del Cauto, Granma". *Rev. Prod. Anim.* 3: 29-35.
- Díaz, D. (2007). "Evaluación agronómica de nuevas variedades *Pennisetum purpureum* en condiciones de sequía del Valle del Cauto". Tesis Maestría. *Universidad de Matanzas, Cuba*.
- Domínguez, G. T., G. R. Ramírez, E. A. Estrada y M. L. Scott. (2012). "Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco". *Rev. Ciencia UANL*. 15: 77-93.
- Fernández, M. J., I. M. Viamonte, N. Fonseca y A. Ramírez. (2015). "Evaluación de dos cultivares de *Pennisetum purpureum* tolerantes a la sequía en la región de Cauto Cristo, Granma, Cuba". *Rev. Ciencia y Tecnología Ganadera*. 9: 23-29.
- Fortes, D. (2014). "Comportamiento de algunos indicadores morfofisiológicos y de calidad de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa". Disertación Doctoral. *Instituto de Ciencia Animal, Cuba*.
- Galindo, J., N. González, Y. Marrero y A. Sosa. (2014). "Efecto del follaje de plantas tropicales en el control de la producción de metano y la población de protozoos ruminales *in vitro*". *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 48: 359-364.
- Herrera, R. S. (2003). "Principios básicos de fisiología, métodos de muestreo y la calidad de los pastos. En: Fisiología, establecimiento y producción de biomasa de pastos, forrajes y otras especies para la ganadería tropical". *Instituto de Ciencia Animal-Centro de Desarrollo Tecnológico "La Noria"*. México. pp 27.
- Herrera, R. S. (2000). "Obtención de plántulas de *Pennisetum purpureum* con resistencia a la sequía y salinidad". Informe Final de Proyecto, No. 300083, La Habana, Cuba: *CITMA-ICA*.
- Herrera, R. S., R. Cruz, R. O. Martínez y E. Padrón. (1991). "Aplicación de las Técnicas Nucleares para la Obtención de Mutantes en Pastos y Forrajes en Cuba. En: Plant Mutation Breeding for Crop Improvement". Vol. 1.p. 505. *IAEA, Viena*.
- Kristensen, E. S., P. D. Moller y T. Hvelplund. (1982). "Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with the outflow rate". *Acta Agric. Escandinavica* 32: 123.
- La O, O., H. González, A. Orozco, Y. Castillo, O. Ruiz, A. Estrada, F. Ríos, E. Gutiérrez, H. Bernal, D. Valenciaga, I. Castro e Y. Hernández Y. (2012). "Composición química, degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes". *Rev. Cubana. Cienc. Agríc.* 46: 47-53.
- La O, O., M. A. Solís, O. Ruiz, H. González, Y. Castillo, E., Gutiérrez, A. Muro, C. Arzola, C. Rodríguez y J. G. Cairo. (2009). "Potencial fermentativo *in vitro* y degradabilidad ruminal *in situ* de materia seca y materia orgánica de Uvita, *Cordia alba* (Jacq), en ecosistemas del oriente de Cuba". *Rev. Cubana. Cienc. Agríc.* 43: 39-44.

- La O, O., B. Chongo, D. Delgado, T. E. Ruiz, D. Valenciaga y A. Oramas. (2003a). "Composición química y degradabilidad ruminal de leguminosas de importancia para la alimentación animal". *II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes*. San José de las Lajas. La Habana, Cuba.
- La O, O., B. Chongo, D. Delgado, D. Valenciaga, Y. Rodríguez, I. Scull, T. E. Ruiz y A. Oramas. (2003b). "Influence of polyethyleneglycol-3500 on the ruminal degradability of *Leucaena leucocephala* cv. CIAT-7929". *Cuban J. Agric. Sci.* 37: 271-278.
- La O, O., D. Valenciaga, T. E. Ruiz, O. Ruiz, Y. Castillo, H. González, C. Rodríguez, D. Alfonso, B. Chongo, C. Arzola y J. Cairo. (2008). "Efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa *in vitro* y la dinámica de degradación ruminal *in situ* de materia seca de *Tithonia diversifolia*". *Zoot. Trop.* 26: 243-247.
- Lezcano, O. y R. González. 2000. Manual para la Evaluación de Alimentos de Consumo Animal. *La Habana, Cuba: EDICA*, 88 p.
- Ledeá, J. L. (2016). "Caracterización de la composición químico-nutritiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto". Tesis Maestría. *Universidad de Granma. Cuba*.
- Martínez, R. O., R. Cruz, R. S. Herrera, M. Monzote y V. Torres. (1989). "Evaluation of King grass clones from tissue culture. II Agronomical selection and evaluation of mutants". *XVI Int. Grasld. Congr. Francia*. E-47.
- Mupangwa, J. F., N. T. Nogongoni y H. Harmidikuwanda. (2003). "The effect of stage of growth and method of drying fresh herbage on *in sacco* dry matter degradability of three tropical forage legumes". *Liv. Res. Rural Dev.* 15. <http://www.lrrd.org/lrrd15/2/mupa152.htm>.
- Natsuki-Kasaya K., X. U. Qin, K. Yoshinao, F. Kiyohasu, E. Osamu e Y. Kenji. (2008). "Cell wall degradation of tropical and temperate forage measured by nylon bag and *in vitro* digestion technique". *Anim. Sci J.* 79: 200-209.
- National Research Council (NRC). 1989. "Nutrient Requirements of Beef Cattle" Sixth Rev. Ed. *National Academy Press, Washington, D. C.*
- Pérez-Infante, F. (2013). "Ganadería Eficiente". Editorial: *Asociación Cubana de Producción Animal. La Habana, Cuba*. 434 p., ISBN: 978-959-307-045-4.
- Ray, J. V., Herrera, R. S., Benítez, D. G., Díaz, D., Arias, R. C. (2016). "Multivariate analysis of the agronomic performance and forage quality of new clones of *Pennisetum purpureum* drought tolerant in Valle del Cauto, Cuba". *Cuban J. Agric. Sci.* 50: 639-648.
- Ramírez, R., R. G. Ramírez y F. López. (2002). "Factores estructurales de la pared celular que afectan su digestibilidad". *CIENCIA UANL* 5: 180-189.
- Ramírez, J. L. (2010). "Rendimiento y calidad de cinco gramíneas en el Valle del Cauto". Disertación Doctoral. *Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque. Cuba*.
- Ruiz, R. y J. De Arriba. (1987). "Digestión Ruminal de Carbohidratos y Absorción de AGV. En: Bioquímica Nutricional. Tomo I". La Habana. pp. 143-177.
- StatPoint Technologies 2014. StatgraphicsCenturion. (ser. Centurion), version XVII, [Windows], Disponible en: <http://www.statgraphics.com/download-statgraphics-centurion-xvii>.
- Valenciaga, D. (2007). "Caracterización química y estructural de las paredes celulares de *Pennisetum purpureum* cv. CUBA CT-115 y su digestibilidad ruminal en búfalos de río (*Bubalis bubalus*)". Disertación Doctoral. *Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba*.
- Valenciaga, D., B. Chongo, R. S. Herrera, V. Torres, A. Oramas y M. Herrera. (2009). "Effect of regrowth age on *in vitro* dry matter digestibility of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115". *Cuban J. Agric. Sci.* 43: 79-82.
- Valles de la Mora, B., E. Castillo y H. Bernal. (2016). "Yield, and ruminal dry matter and energy degradability of ten tropical grasses harvested at four ages". *Rev. Mex. Ciencias Pecuarias* 7: 141-158.
- Verdecia, M. D. (2015). "Calidad nutritiva de árboles, arbustos y leguminosas volubles, con énfasis en su contenido de metabolitos secundarios". Disertación Doctoral. *Instituto de Ciencia Animal. Cuba*.

Cuadro 1. Estadígrafos de la tasa de velocidad de pasaje ruminal (k=0.044) de la materia seca de hojas, tallo y planta íntegra para cada edad de rebrote

Edad	Media, %/h	Varianza	DS	CV, %	Rango		±EE
					Mínimo	Máximo	
Hojas							
60	33.6	33.9	5.9	17.3	27.4	37.8	3.3
80	32.4	89	9.4	29.1	25.4	43.1	5.4
100	28.2	13.7	3.7	13.1	24	30.4	2.1
120	29.4	119	10.9	37.1	17	37.5	6.3
Tallos							
60	33.1	22.9	4.8	14.4	28.6	38.1	2.7
80	35.1	4.14	2.03	5.8	33.4	37.1	1.1
100	23.9	0.7	0.9	3.6	23.4	24.9	1.5
120	18.3	1.2	1.1	6.1	17.1	19.2	1.6
Planta Íntegra							
60	33.4	46.41	6.8	20.1	26.1	38.9	3.9
80	31	7.77	2.8	9	27.7	32.8	1.6
100	32.6	125.5	11.2	34.3	25.8	45.5	6.4
120	28.5	10.3	3.2	11.3	24.7	30.7	1.8

Cuadro 2. Estadígrafos de la tasa de velocidad de pasaje ruminal (k=0.044) de la materia seca de hojas, tallo y planta íntegra para cada variedad

Variedad	Media, %/h	Varianza	DS	CV, %	Rango		±EE
					Mínimo	Máximo	
Hojas							
601	29.2	33.7	5.8	19.8	24	37.5	2.9
603	31.6	122.9	11	34.9	17	43.1	5.5
605	31.8	27.5	5.2	16.4	25.4	37.8	2.6
Tallos							
601	35.6	13.5	3.6	10.1	33	38.1	2.5
603	32.7	36.1	6	18.3	28.6	37.1	4.2
605	33.9	3.3	1.8	5.3	32.6	35.2	1.2
Planta Íntegra							
601	11.4	3.4	12.3	27.4	24.8	32.4	1.6
603	45.8	6.8	18.7	36.2	30	45.5	3.3
605	32.7	5.7	18.6	30.7	25.9	38.7	2.8

Cuadro 3. Estadígrafos de la tasa de velocidad de pasaje ruminal (k=0.044) de la materia orgánica de hojas, tallo y planta íntegra para cada edad de rebrote

Edad	Media, %/h	Varianza	DS	CV,%	Rango		±EE
					Mínimo	Máximo	
Hojas							
60	73.2	3.17	1.7	2.4	71.2	74.7	1.02
80	71.3	7.7	2.7	3.9	68.1	73.3	1.6
100	59.9	239.1	15	25.7	42.2	70.8	4.6
120	71.5	4.8	2.2	3.0	69.8	74	1.2
Tallos							
60	78.9	2.0	1.4	1.8	77.9	80.6	0.8
80	79.6	0.4	0.6	0.8	78.8	80	0.3
100	20.5	46.6	6.1	32.2	12.9	25.1	2.07
120	18.6	4.9	2.2	11.9	16.1	20.5	1.06
Planta Íntegra							
60	74.7	3.1	1.7	2.3	72.7	76.0	1.02
80	75.0	6.0	2.4	3.2	72.2	76.5	1.4
100	76.2	0.6	0.7	1.0	75.4	77.0	0.4
120	75.4	0.2	0.5	0.6	74.9	75.9	0.3

Cuadro 4. Estadígrafos de la tasa de velocidad de pasaje ruminal (k=0.044) de la materia orgánica de hojas, tallo y planta íntegra para cada variedad

Variedad	Media, %/h	Varianza	DS	CV,%	Rango		±EE
					Mínimo	Máximo	
Hojas							
601	73	2.16	1.4	2.0	70.8	74	0.7
603	72.3	5.8	2.4	3.3	69.8	74.7	1.3
605	70	2.6	1.6	2.3	68.1	71.2	0.9
Tallos							
601	80.3	0.1	0.3	0.4	80.09	80.6	0.2
603	78.9	1.9	1.4	1.7	77.9	77.9	0.9
605	78.5	0.1	0.3	0.4	78.3	78.3	0.2
Planta Íntegra							
601	76.3	0.2	6.4	0.6	75.9	77.01	0.2
603	75.9	0.3	0.5	0.7	75.4	76.5	0.2
605	73.8	2.4	1.5	2.1	72.2	75.4	0.7

Normas de publicación para los autores

Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

La publicación de *Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez* se inició en 1999 con el apoyo del Departamento de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y la Coordinación Editorial del Dr. Luis Fernando Plenge Tellechea. Desde su inicio, la revista *Ciencia en la Frontera* ha incluido en su comité de revisores a docentes de instituciones con presencia nacional e internacional dando valor agregado a los manuscritos publicados en la revista.

La dependencia editora es por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, el Departamento de Ciencias Químico Biológicas.

Descripción de la revista

Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez publica contribuciones originales e inéditas de investigación y divulgación, de interés en todos los ámbitos de la Ciencias y la Tecnología.

Comité Editorial

El comité editorial de la revista *Ciencia en la Frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, recibe propuestas de artículos sobre tópicos de ciencia en general para su publicación bajo dos modalidades: artículos de investigación y artículos síntesis de investigación (revisiones). Las normas establecidas para la publicación son las siguientes:

1. Los trabajos deberán ser de *calidad científica e inéditos*.

2. Una vez publicado el artículo, los derechos de autor pasan a la UACJ.
3. Los artículos pueden ser artículos de investigación original y revisiones, los cuales deberán referirse a las áreas de ciencias naturales y exactas, ajustándose al dictamen del Comité Editorial, el que evalúa la calidad de su contenido científico y decide sobre la pertinencia de su publicación.
4. Los trabajos pueden ser enviados para su publicación en el idioma inglés o el español. Los artículos deberán incluir resumen en español seguido de uno en inglés (y viceversa).
5. Los trabajos deben ajustarse al siguiente formato:

Título del trabajo, breve y conciso, menor a 120 caracteres (incluyendo espacios)

Un resumen del contenido en español de 150 palabras como máximo y un abstract en inglés

Nombre de los autores

Adscripción de todos los autores

La institución de adscripción de los autores participantes deberá incluirse como un pie de página, comenzando con el número 1

Ejem. Ramírez, J. L.¹ y Martínez, R.²

¹ Universidad de Puebla, México.

² Universidad de Santiago Compostela, España

Naturaleza del trabajo: artículo de investigación original, síntesis de información (revisión)

Dirección para correspondencia que incluya: teléfono, fax y correo electrónico. El nombre del autor al cual se dirigirá la correspondencia debe indicarse con

un asterisco (*) y la leyenda “Autor para correspondencia”.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL.

Deberá constar de las siguientes secciones:

- Introducción.
- Método Experimental. En el caso de presentar experimentos con animales vivos, anexar aprobación del Comité de Bioética de la institución de los autores
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Bibliografía. Las referencias bibliográficas deben asentarse de la forma convencionalmente establecida en español, indicando estas en el cuerpo del texto con los apellidos del primer autor y año de publicación entre paréntesis, y los datos bibliográficos al final del escrito. La bibliografía se presenta al final del artículo por orden alfabético.

Distribuir los datos de las referencias bibliográficas de la siguiente manera:

REFERENCIA DE LIBRO:

Apellidos, nombre del autor. *Título del libro*. Ciudad y País, Editorial. Número de páginas totales, año.

Ejemplo:

Foucault, Michael. *Las palabras y las cosas*. México: Siglo XXI. Pp. 30-45. 1984.

REFERENCIA DE CAPÍTULO LIBRO:

Apellidos, nombre del autor. Título del capítulo. In: Apellido e iniciales del editor (ed.). *Título del libro*. Ciudad y País, Editorial. Páginas del capítulo, año.

Ejemplo:

Levine, F. Economic perspectives on the Comanchero trade. In: Spielmann CA (ed.). *Farmers, hunters and colonists*. Tucson, AZ: The University of Arizona Press. 155-169, 1991.

REFERENCIA DE REVISTA:

Apellido(s) del autor, inicial(es); otros autores. (año). “Título del artículo”. *Nombre de la revista*, volumen, páginas.

El título de la revista debe abreviarse según el Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>

Ejemplos:

Sagara, Y., Fernandez-Belda, F., de Meis, L. e Inesi, G. (1992). “Characterization of the inhibition of intracellular Ca²⁺ transport ATPases by thapsigargin”. *J. Biol. Chem.*, 267, 12606-12613.

Rivas-Cáceres, R. (1999). “Médanos de Samalayuca. Un urgente reclamo, una estrategia emergente”. *Ciencia en la Frontera*, 1, 29-32.

REFERENCIA DE PÁGINA ELECTRÓNICA

Se acepta la información proveniente de páginas de internet que tengan reconocido prestigio en la veracidad de sus datos y que esté respaldada por instituciones académicas y/o científicas; el formato para incluir la referencia es el siguiente:

Nombre del autor (año), título completo del artículo, dirección de la página electrónica. Fecha de consulta.

ARTÍCULO DE SÍNTESIS DE INVESTIGACIÓN (REVISIÓN)

Introducción. Se sugiere exponer enfáticamente la relevancia del tema de la Revisión dentro de un área del conocimiento.

Desarrollo del tema y subtemas

Perspectivas. Analizar la síntesis expuesta con el planteamiento de los posibles descubrimientos ó desarrollos dentro del área, e implicaciones de índole terapéutica, industrial, o de impacto social.

Bibliografía. Conforme se ha expuesto para los artículos de investigación original

El manuscrito debe remitirse en formato de “Word”; la tipografía Arial de 12 puntos, con 1.5 de espacio entre renglones. La extensión del trabajo deberá ser máximo de 30 cuartillas de texto.

Las figuras pueden ser ilustraciones, gráficas y fotografías; las figuras y los cuadros deberán referirse dentro del texto, enumerándose en el orden que se citan en el mismo, e indicar el programa de cómputo en el que están elaborados. Los cuadros deben separarse del texto del artículo y colocarse en un listado después de la bibliografía. Los pies de figura deberán ser explícitos sin necesidad de leer el texto principal, deberán incluirse en un listado después de los cuadros. Los archivos de las figuras, que pueden ser fotografías, ilustraciones y gráficas deben enviarse aparte, indicando el título del trabajo y la secuencia (Figura 1, Figura 2, etc.). Los archivos de las figuras deben ser menores a 2 MB.

EVALUACIÓN DE LA ORIGINALIDAD DEL MANUSCRITO Y COMBATE AL PLAGIO

La coordinación de Ciencia en la Frontera está comprometida con la originalidad de la investigación científica y de su difusión y divulgación, en consecuencia, nos preocupamos por verificar que no existe forma alguna de plagio, tanto en el uso de datos ó resultados, como en la redacción de los textos científicos. Para la detección de plagio en los textos remitidos, el Comité Editorial evaluará cada manuscrito de la siguiente forma:

-Mediante el software Plagiarism Checker (smallseotools.com/plagiarismchecker) se revisará por separado cada párrafo o fragmentos del manuscrito (de extensión máxima de mil palabras); el trabajo remitido iniciará el proceso de evaluación y dictamen cuando se alcance un parámetro de al menos 90% de originalidad. En caso de detectarse un porcentaje menor, la Coordinación Editorial notificará al autor responsable, a fin de solicitar las modificaciones pertinentes.

SOBRE LA REMISIÓN DE ARTÍCULO Y EL PROCESO EDITORIAL

Remitir el original por correo electrónico a ciencia.frontera@uacj.mx
con atención al Comité Editorial

En el texto del correo electrónico debe exponerse el título del artículo y los autores, en archivos anexos deben incluirse:

Datos de contacto de tres revisores que dictaminarán la calidad del trabajo, los revisores deben ser de una institución diferente a la de los autores; las facultades, escuelas, institutos o centros de investigación de la misma universidad se considerarán como una misma institución; los diferentes departamentos de una empresa también se considerarán como pertenecientes a la misma institución y por lo tanto no podrá incluirse a su personal como dictaminadores. Los datos de contacto son:

- Nombre completo del revisor
- Adscripción: Institución, Dependencia, Departamento, Grupo de Trabajo.
- Correo electrónico
- Números de teléfono, y fax
- Dirección con código postal.

El Comité Editorial acusará recibo del trabajo mediante correo electrónico. No se extienden oficios por la recepción del manuscrito. La recepción del manuscrito no garantiza su publicación.

Posteriormente a un tiempo de dictamen de un mes máximo, el Comité Editorial remite, vía correo electrónico, el trabajo a sus autores para que realicen las modificaciones que hubiera, con base en las acotaciones de los dictaminadores.

Los autores remitirán la segunda versión del manuscrito en un plazo máximo de 2 semanas y el Comité Editorial acusa recibo mediante correo electrónico. En caso de no recibir la versión corregida en este plazo, el comité se reserva el derecho de descartar la publicación y su posterior remisión se considerará como un nuevo proceso.

No se emitirán oficios por la recepción de los trabajos corregidos.

Posteriormente a la recepción del artículo en su versión definitiva, el Comité Editorial emite un acuse de recibo por correo electrónico y anunciará el proceso de revisión de galeras y publicación. Durante este, el Comité Editorial trabaja en con-

junto con la Subdirección de Publicaciones de la UACJ.

No se emiten oficios por cada artículo aceptado para publicación.

Cada fascículo se incluye en la página de publicaciones periódicas de la UACJ, bajo la dirección:

<http://www2.uacj.mx/Publicaciones/cienciaenlafrontera/default.htm>

La versión impresa de cada fascículo se procesa por la Subdirección de Publicaciones.

Descripción del arbitraje

El comité editor revisa las propuestas recibidas evaluando el valor científico; si dicho parámetro es aceptable, se establece un comité de revisores compuesto de al menos dos pares expertos en el área temática del trabajo en cuestión; una vez evaluado por los pares expertos, el comité editor toma la decisión sobre la aceptación o no del manuscrito para publicación.