



# UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE BIODIESEL EN ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Zootecnia  
Fusagasugá Junio de 2015





# DIEGO ALEXANDER RODRIGUEZ MUNEVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Zootecnia  
Fusagasugá Junio de 2015



Director:

**LUIS ANTONIO CUADROS MORENO**

Zootecnista U.N.

Especialista en Nutrición y Alimentación Animal UDEC

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Zootecnia  
Fusagasugá Junio de 2015



**Jurado:**

**LAURA ALEXANDRA ROMERO SOLORZANO  
ZOOTECNISTA**

**MSc EN NUTRICION Y PRODUCCION ANIMAL USP**

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Zootecnia  
Fusagasugá Junio de 2015



**Jurado:**

**LUIS ALFONSO BOCANEGRA MORENO**  
ZOOTECNISTA U.N

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Zootecnia  
Fusagasugá Junio de 2015



# INTRODUCCIÓN



1890 Rudolf **Diesel** motor.

Producción mundial 50% palma, 25% soya y 25% otros.

Reduce de **daños ecológicos** = mezcla de **combustibles** y **biocombustibles**.

Producción de **biodiesel** → Glicerina cruda o Glicerol .





# OBJETIVOS



# OBJETIVO GENERAL:



Recopilar información sobre la utilización de subproductos de biodiesel en alimentación de rumiantes.







# OBJETIVOS ESPECÍFICOS:



- Mostrar datos e información actualizada.
- Reunir datos cuantificables.
- Dar a conocer parámetros zootécnicos





# MARCO REFERENCIAL



Producción mundial de aceite de palma:  
2015: 65 millones de Ton  
2014: 61 millones de Ton

## Países productores:

País	% participación mundial	Rendimiento Ton CPO/Ha/año
Indonesia y Malasia	89	Malasia: 4.55
Colombia	2	3.51
Otros	9	-





## Producción colombiana de aceite de palma:

2014: 1.100.000 Ton

2013: 503.300 Ton

2007: 30.000 Ton

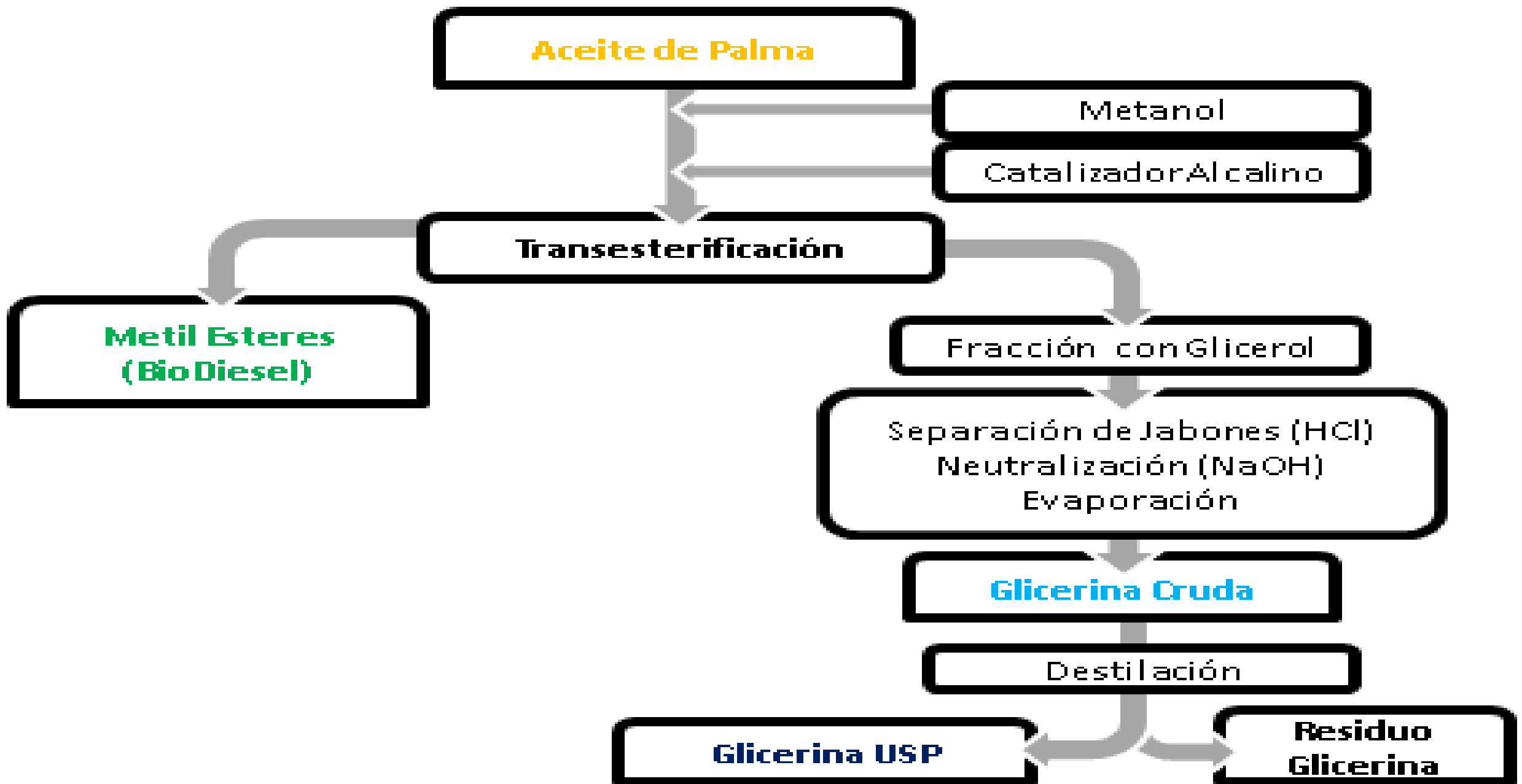
49 Plantas extractoras

16 Departamentos (2014)

(Mateus, 2014)



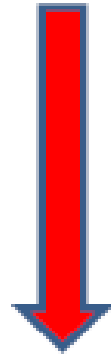
# OBTENCION DE EL GLICEROL



GLICERINA USP =98% GLICERINA

GLICERINA CRUDA O GLICEROL= 80 - 85% GLICERINA

# GLICEROL



Producto glucogénico de 3 carbonos, de sabor dulce, obtenido a partir de la saponificación del aceite de la palma africana



# GLICERINA CRUDA O GLICEROL

Parámetros	Valores
H2O	< 15.0
Glicerol %	80.0 - 85.0
Proteína Cruda %	0.01
pH	6.4
Cloruro %	0.30
Sodio %	0.29
Bicarbonato %	0.23
Grasa %	< 0.4
Metanol %	0.05

Fuente:  
Werner,  
2013



# USOS

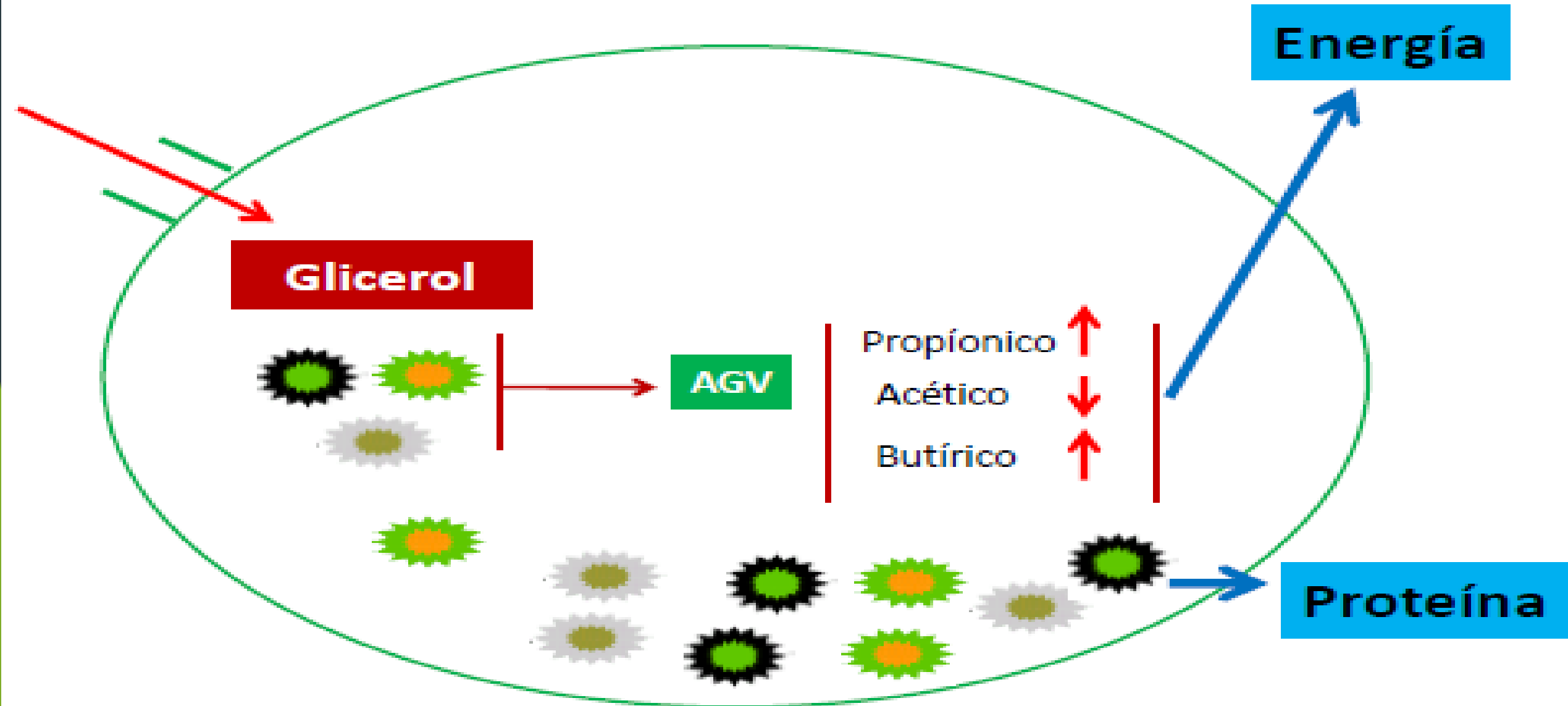
## GLICERINA USP

- Medicamentos
- Cosméticos

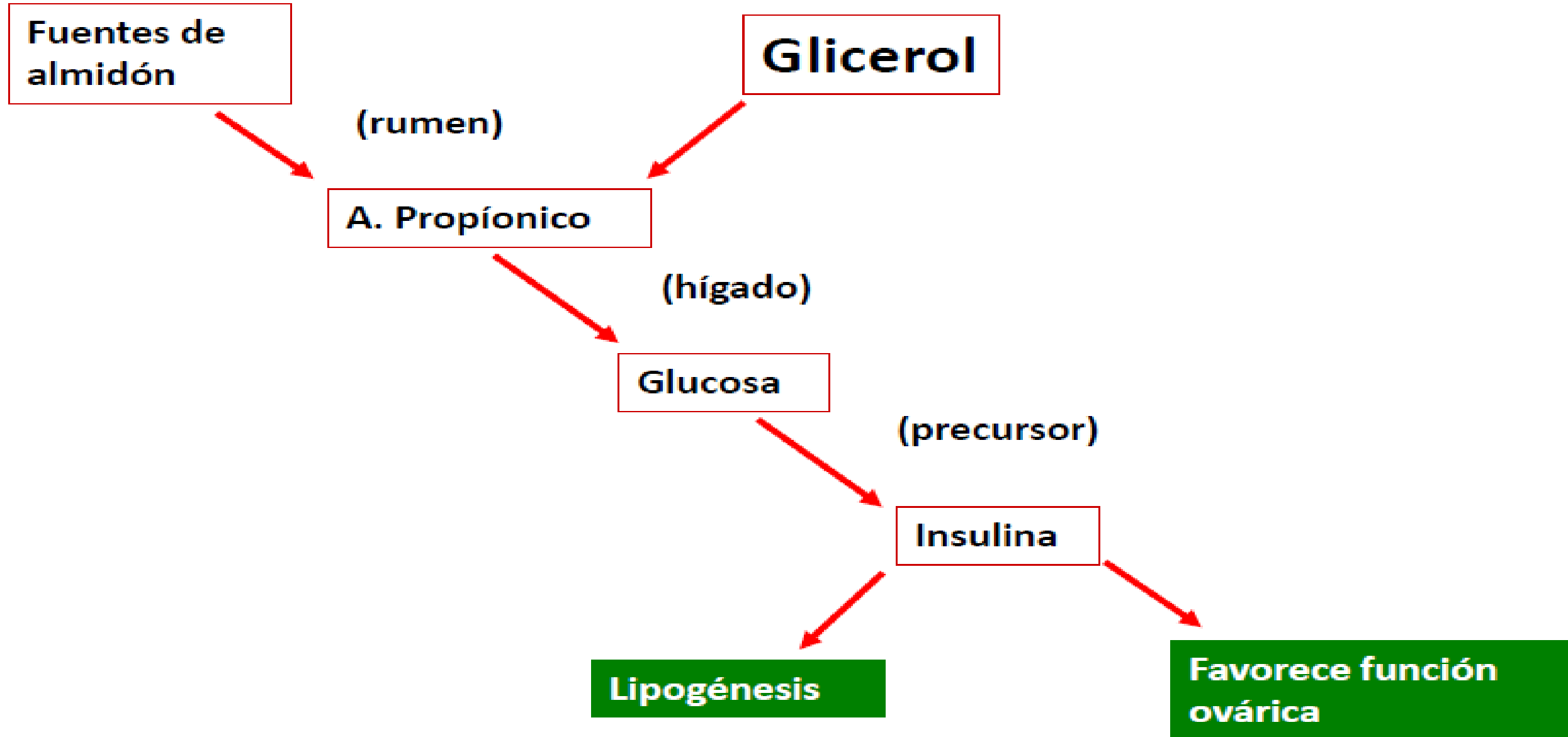
## Glicerina cruda o Glicerol

- Alimentación Animal.
- Sueros y sales de rehidratación.
- Lacto reemplazadores.
- Fuente energética (**cetosis**).

# Metabolismo ruminal del Glicerol

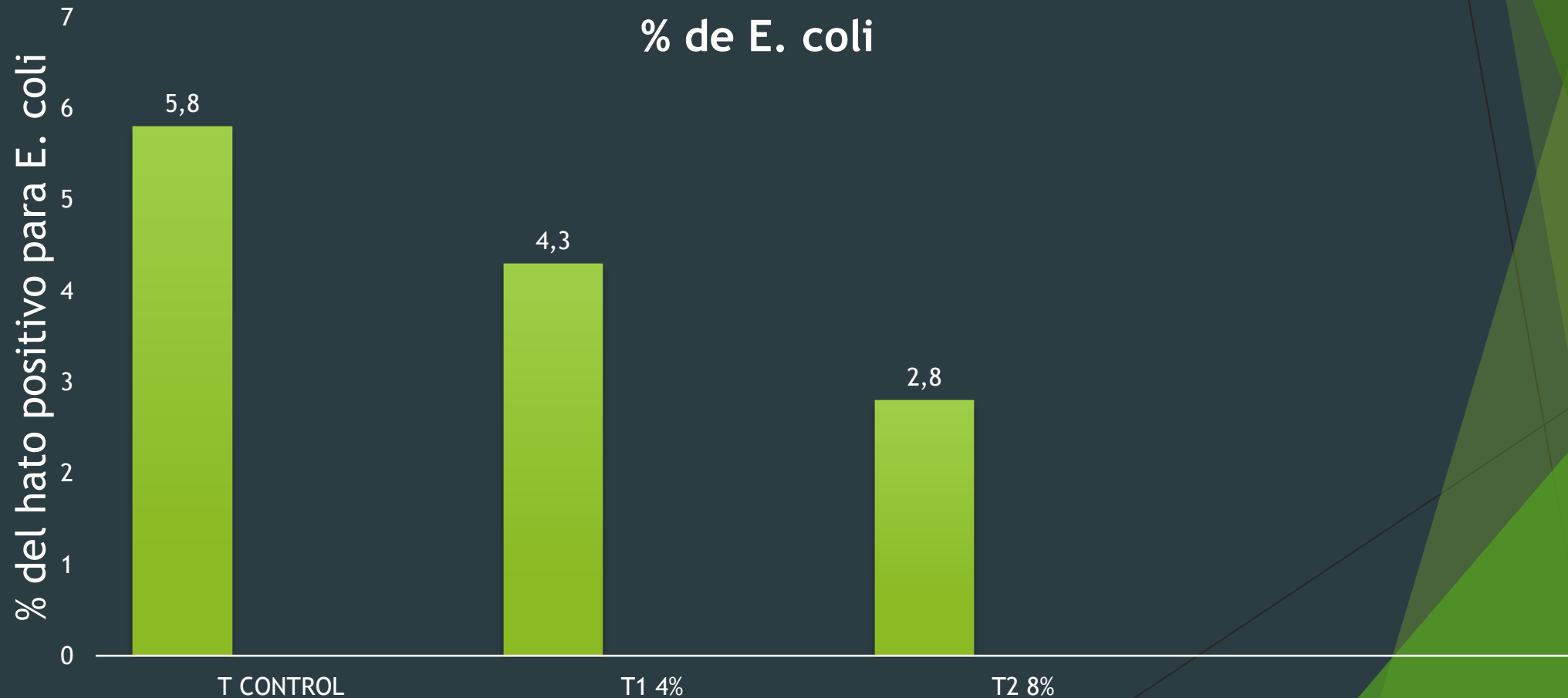


# A. Propiónico efecto sobre la fertilidad



# *Lactobacilos reuteri* + glicerol= Reuterina: antimicrobiana.

(Spinler et al, 2008; Axelsson et al., 1989) (Karney et al., 1986), (Busconi et al., 2008).



# Efecto sobre la Proporción de ÁCIDOS GRASOS



Propionato

acetato



Acido ruménico y vaccénico = CLA

CLA= ACIDO LINOLEICO CONJUGADO

# Degradación

Bergner et al 1995.

20% - 25% 6h

Kijora et al 1998.

200g 85% 2h

Remond 1993.

0,62g/h *in vitro* vs.

2,4g/h *in vivo*

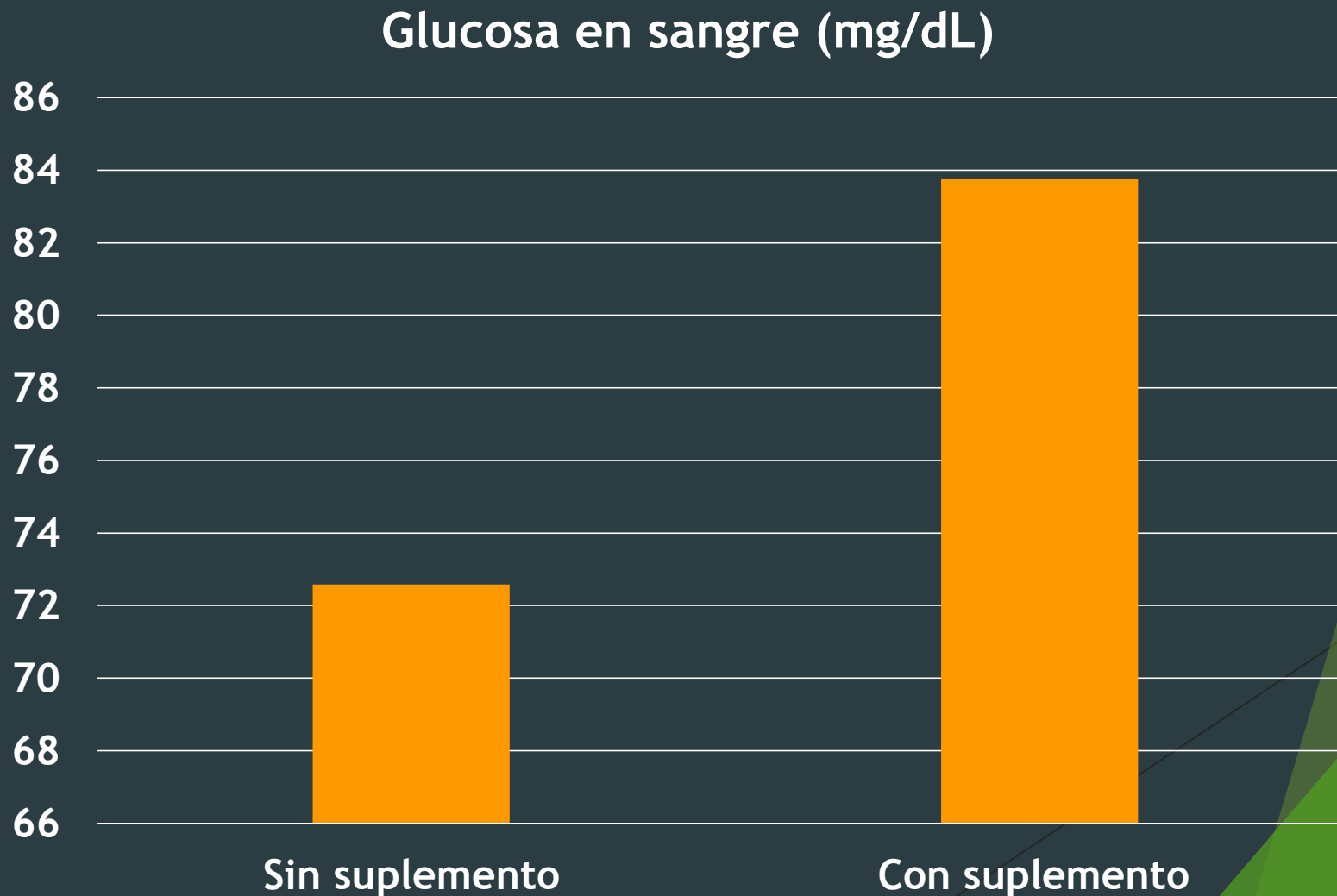
Ferraro et al 2009. *In vitro*  
0,36g en 10 H; 0,72g en 12h

# Producción de rumiantes

- Pyatt et al. 2007. **10% glicerol** = 10% ↓ consumo y **19%** ↑ Kg carne
- Mach et al. 2009. No dif. Est. Sig. 0%, 4%, 8% y 12% pero < peso con el 12% de inclusión
- Parsons et al. 2009. **0** ml de glicerol = **22.7L/d**; **300mL** de glicerol = **26.5L/d** de leche
- Van Cleef et al. 2011. **0%, 10% y 15%**, ganancias = **1,39**, 1,33 y **1,07** Kg/d, consumo = 7.01Kg/d, 6.06Kg/d y 5.05Kg/d

# RESULTADOS CON GLICERINA- cebú comercial- LLanos Orientales

Fuente: León, Cuadros, Navas, Calvache y Suárez. 2011.





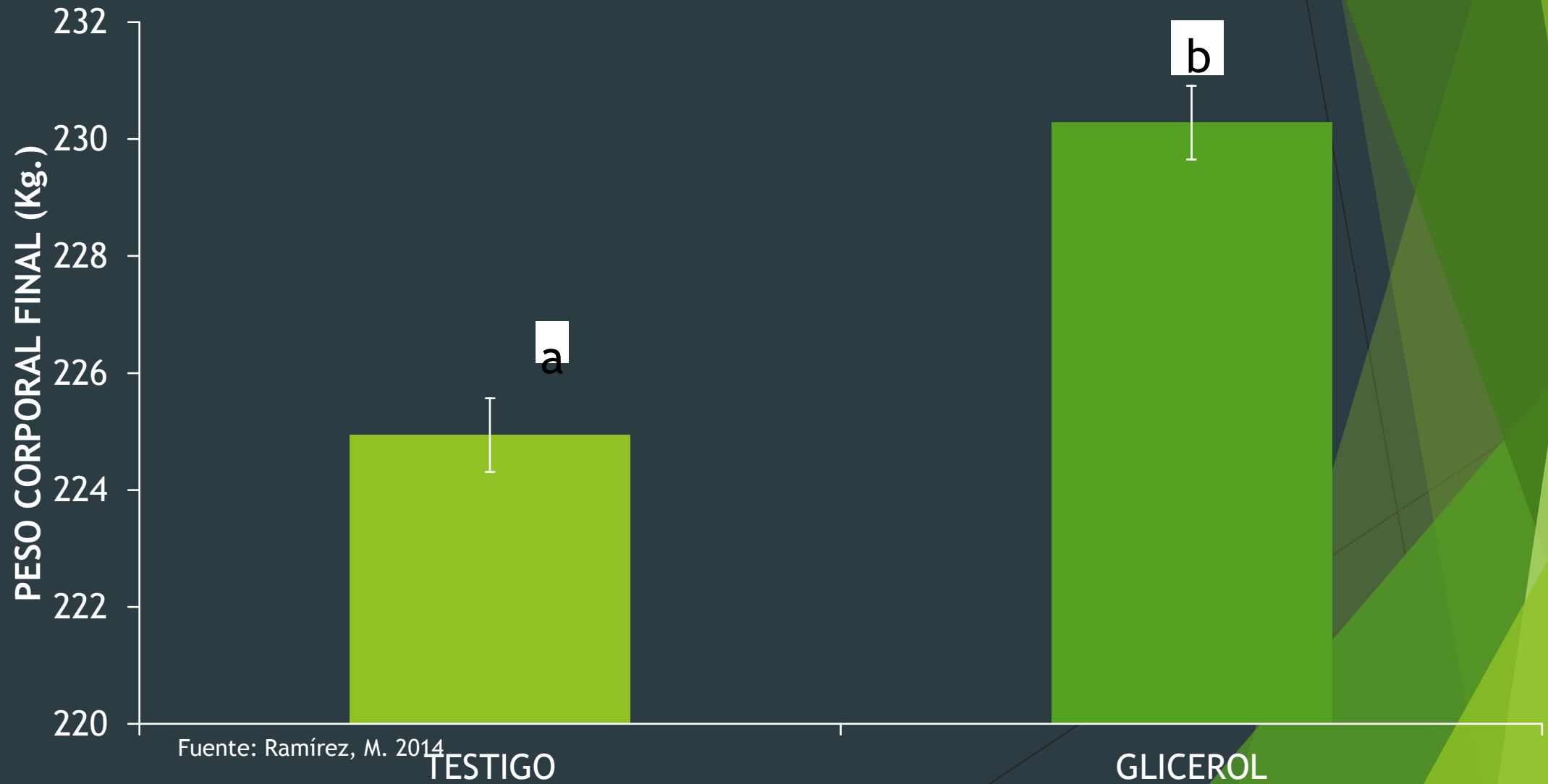


Ramirez y Cuadros.2014



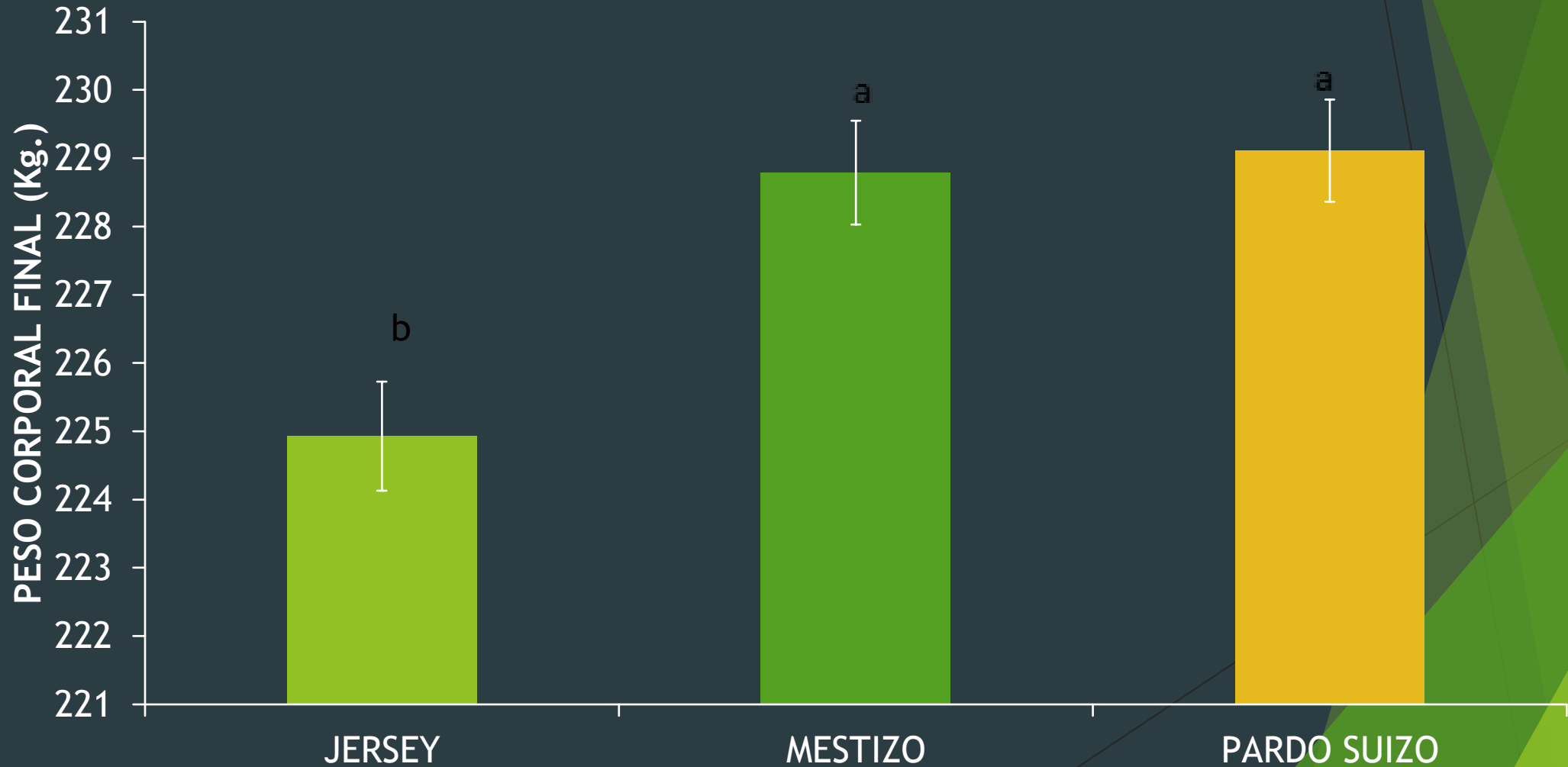
# Evaluación de la suplementación con **Glicerol** en la productividad de **terneras** de recría de las razas **Jersey, Pardo Suizo y Mestizas** en condiciones de confinamiento

# Peso corporal por tratamientos



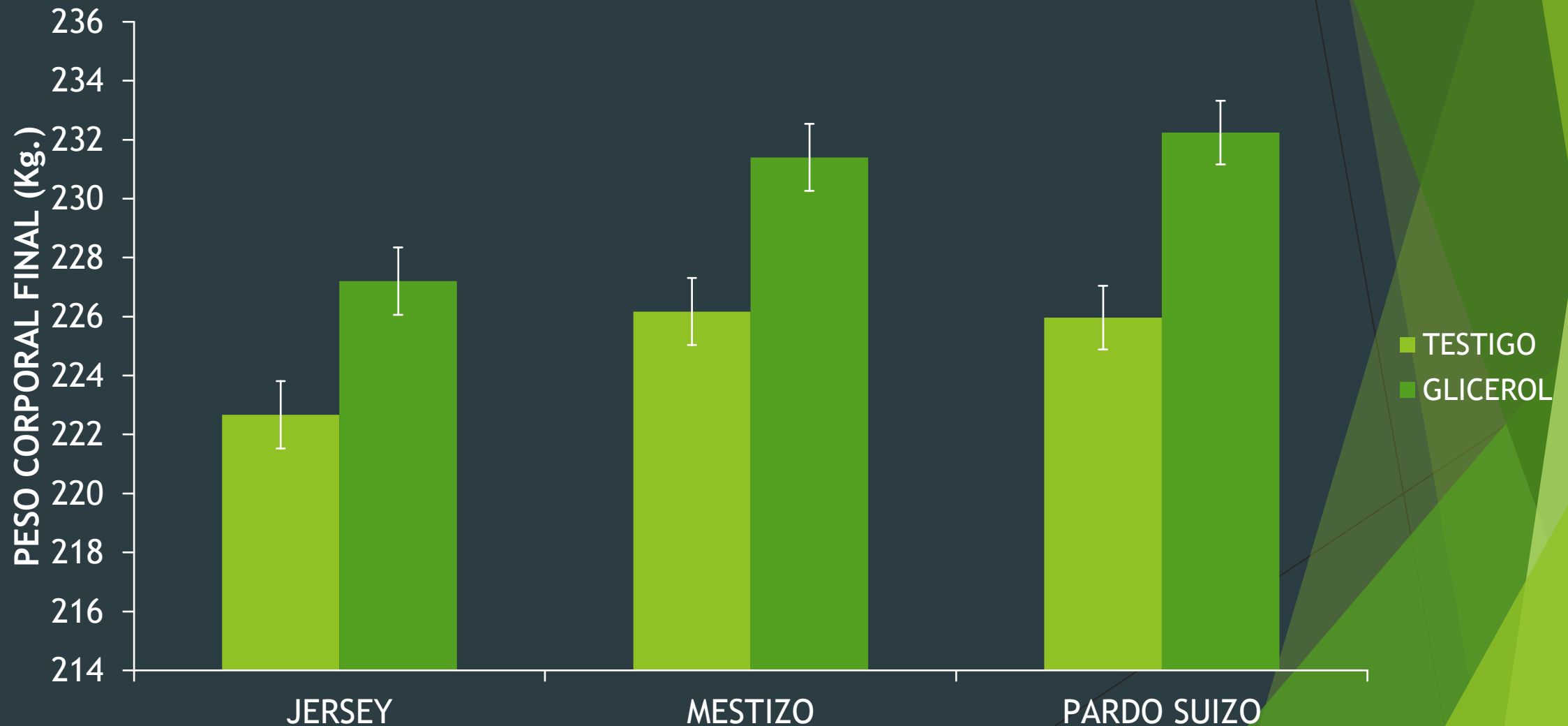
# Peso corporal final por raza.

Fuente: Ramírez, Cuadros . 2014



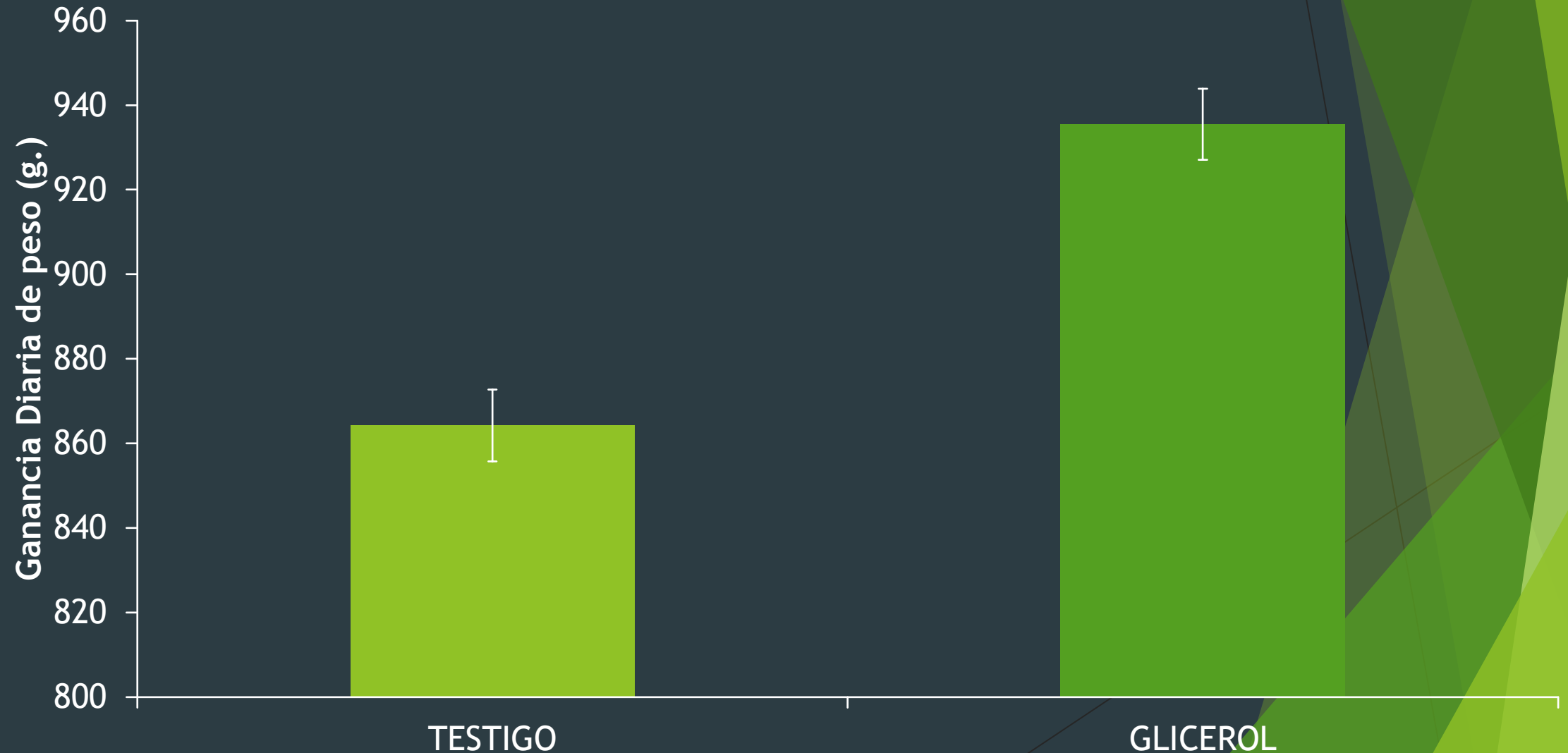
# Peso final por raza y por tratamiento

Fuente: Ramírez, M. Cuadros 2014



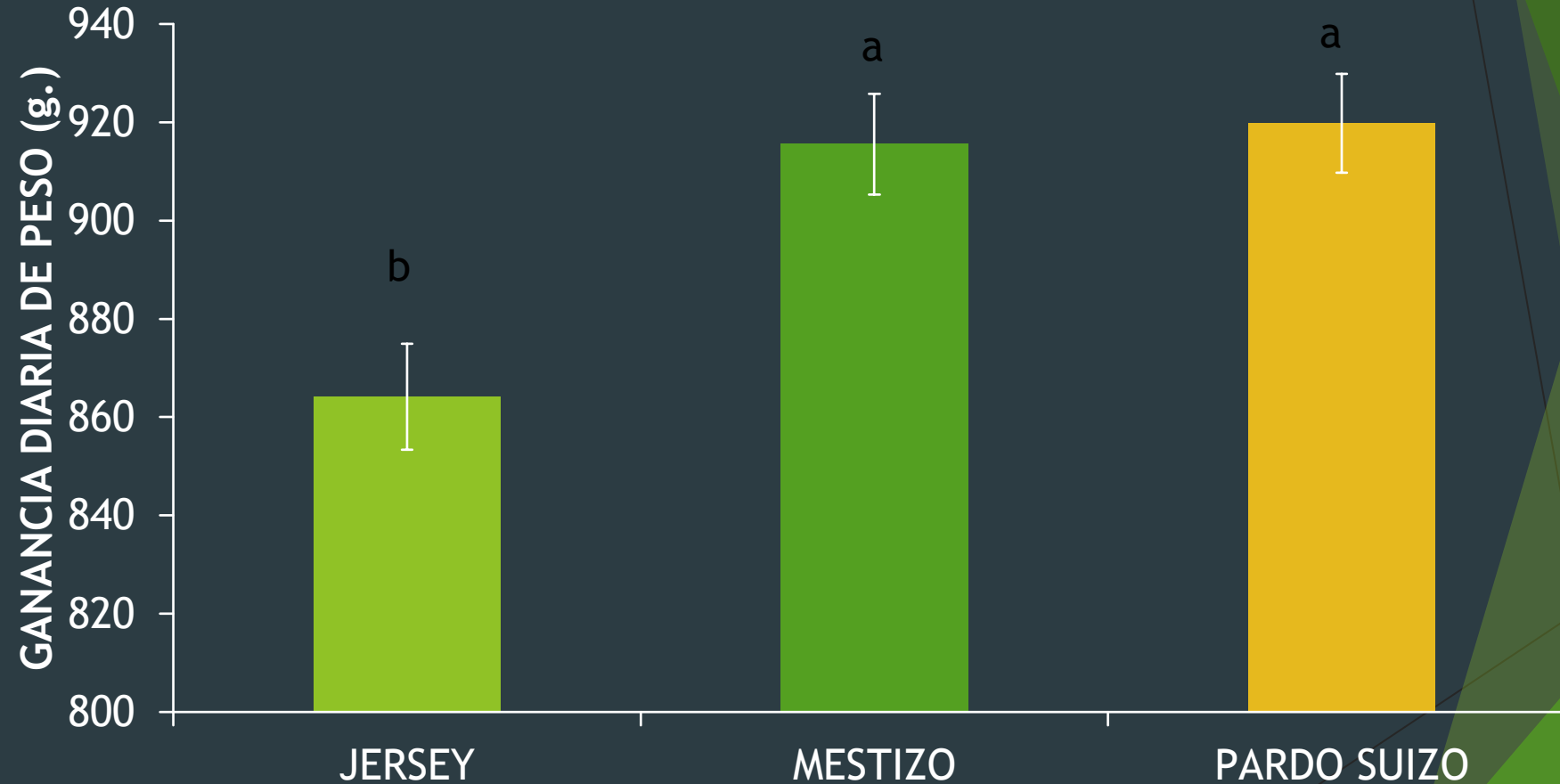
# Ganancias diarias de peso por tratamiento

Fuente: Ramírez, M. Cuadros 2014



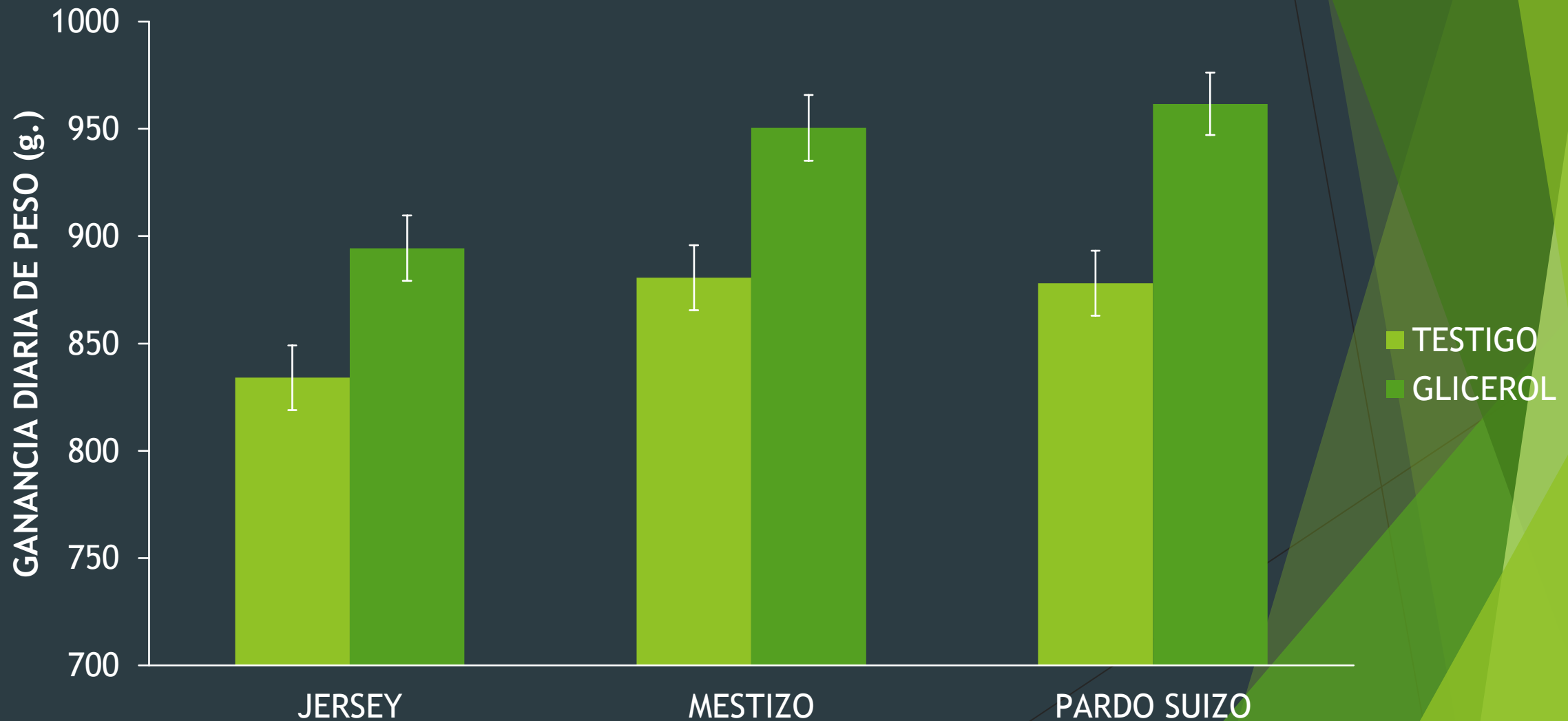
# Ganancias diarias de peso terneras con glicerol

Fuente: Ramírez, M. Cuaros 2014



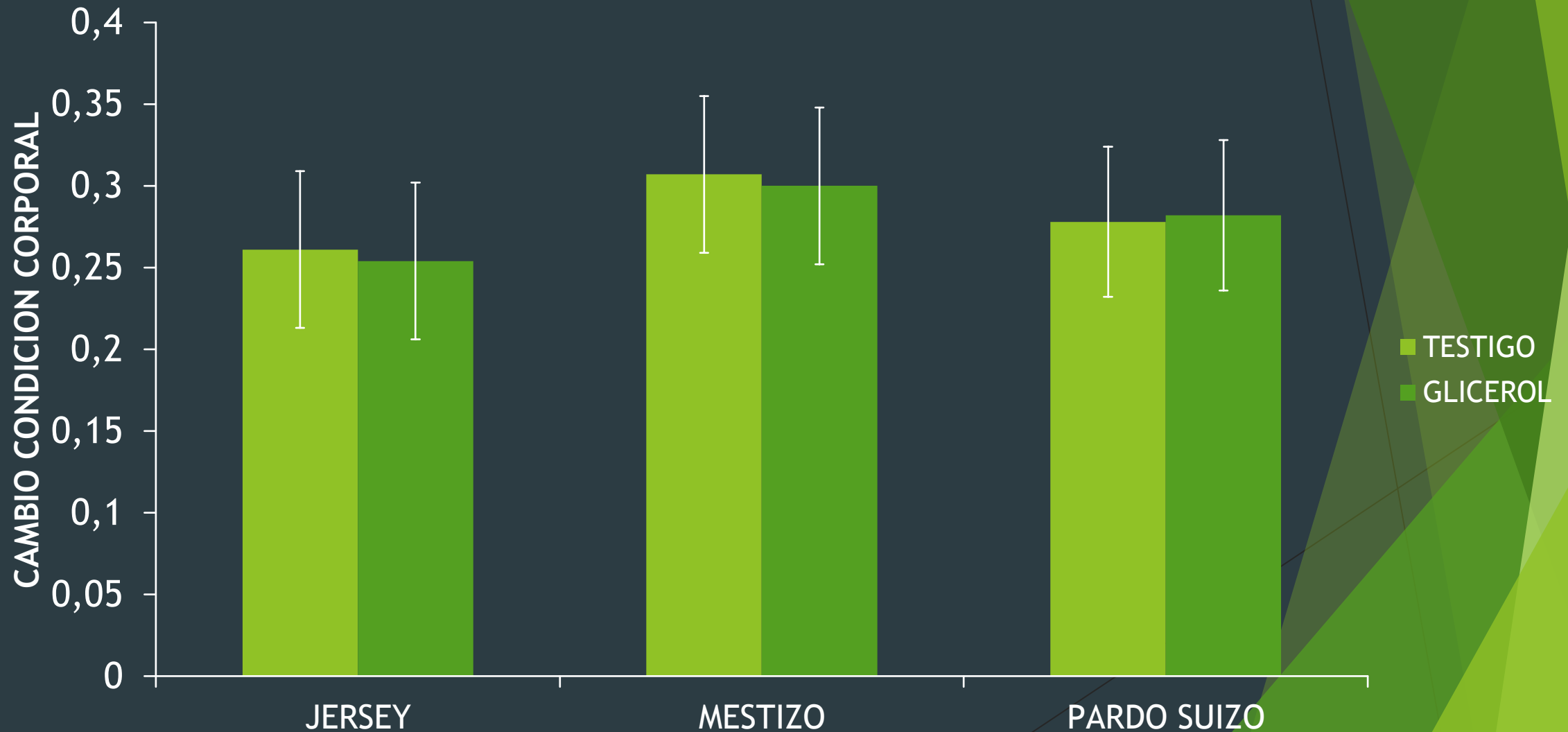
# Ganancia diaria de peso entre razas y tratamientos

Fuente: Ramírez, M. Cuadros 2014



# Cambio de Condición Corporal Final

Fuente: Ramírez, M. Cuadros 2014







# EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON GLICEROL EN LA PRODUCCIÓN Y ALGUNOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DE VACAS **GIROLANDO EN CARTAGO**, VALLE DEL CAUCA

AUTORES

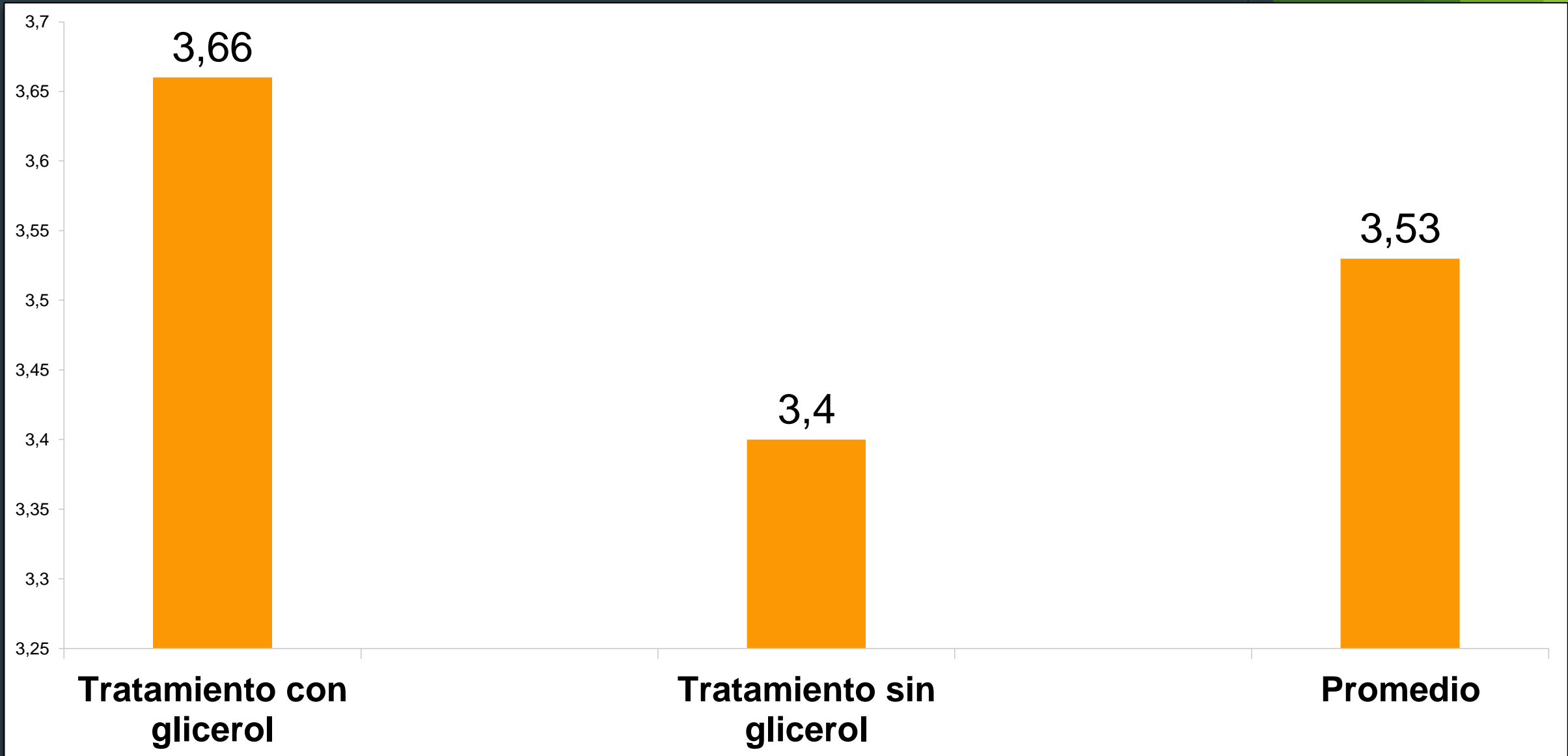
MARIBEL RODRIGUEZ MUNAR  
YASMIN PUENTES GÓMEZ

DIRECTOR  
LUÍS CUADROS MORENO

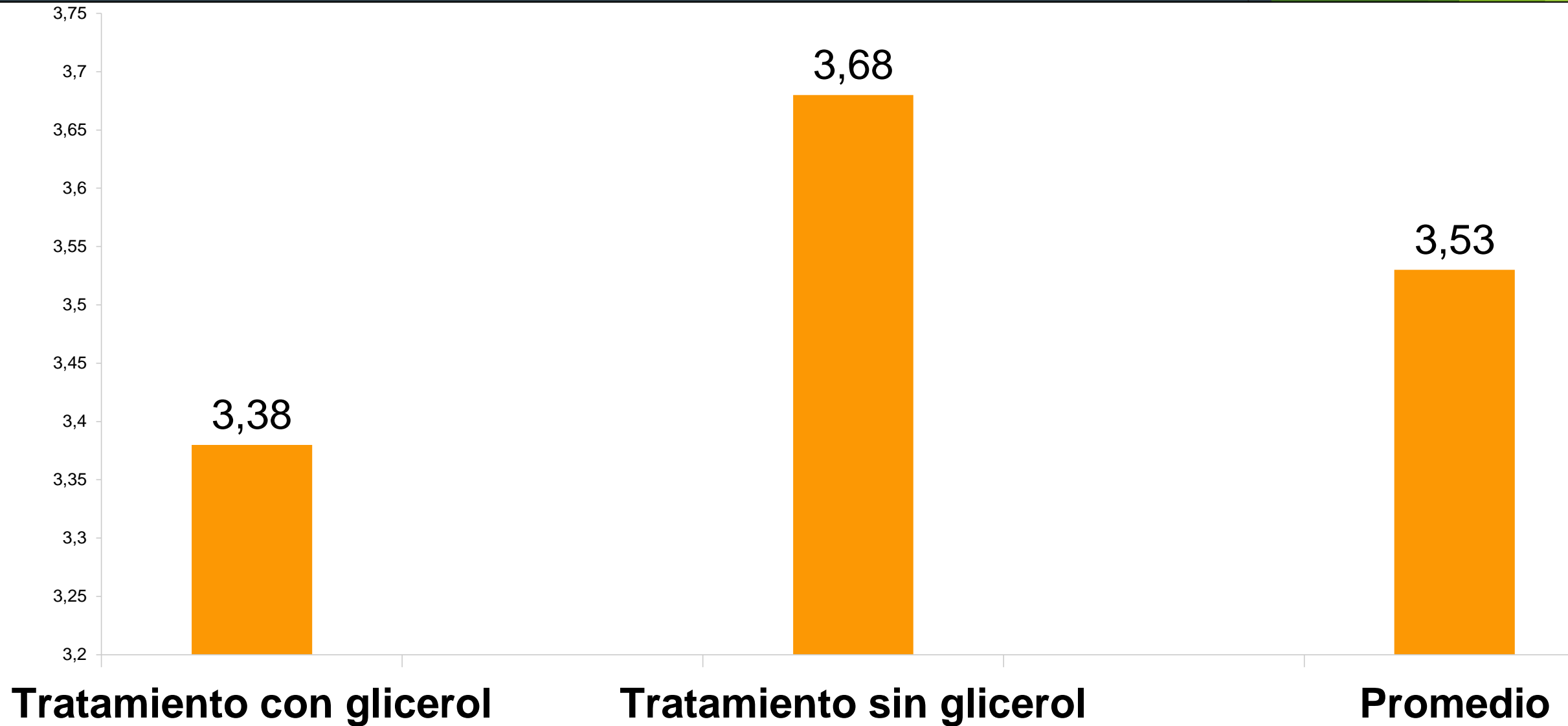
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
FUSAGASUGÁ - 2011



# % DE PROTEINA EN LA LECHE



# % DE GRASA EN LA LECHE



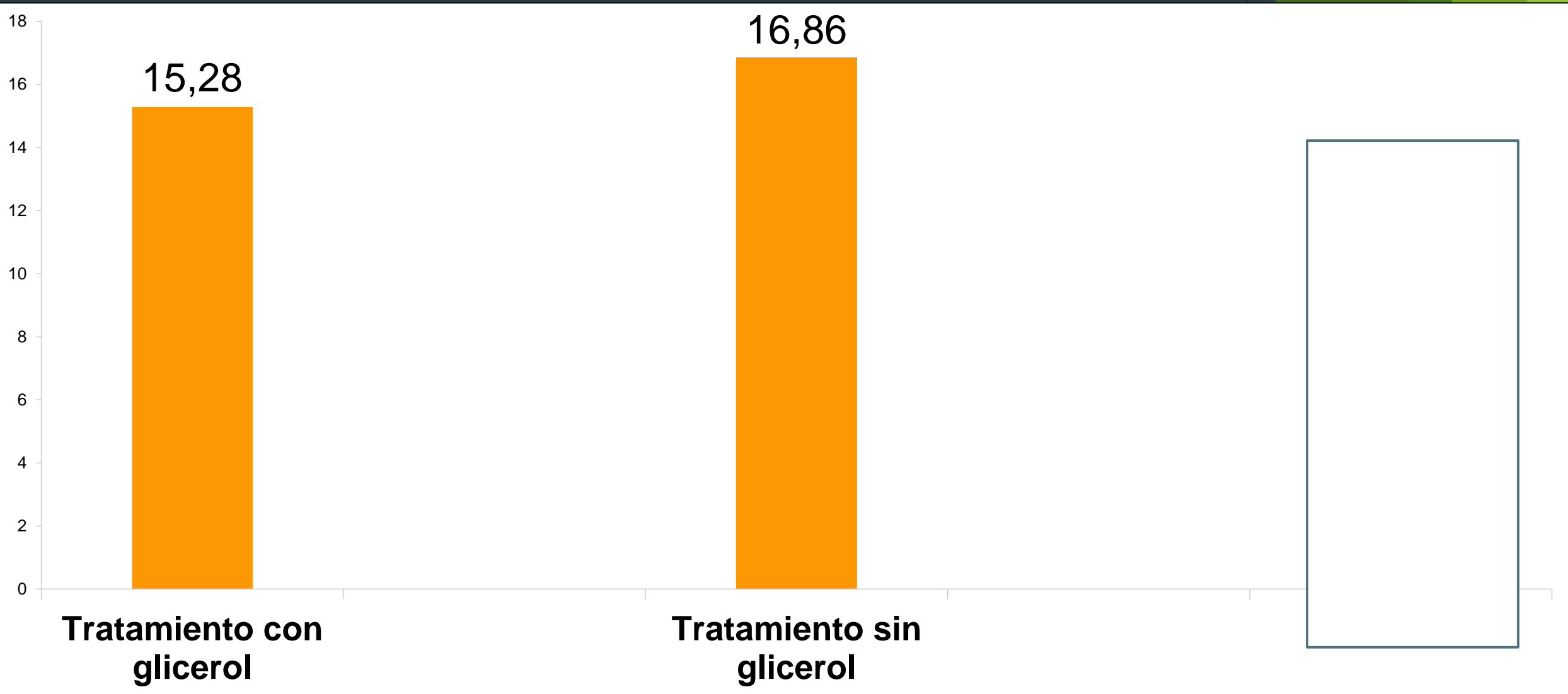
# % GRASA REPORTADOS

AUTOR	AÑO	SUPLEMENTACIÓN	RESULTADO
Donkin y col. 2007 citado por Afanador	2009	Adicionando 0,5,10 y15 % de glicerina sobre la MS	3.70,3.52,3.58 y 3.58 %
Donkin 2009 citado por Henríquez	2010	Con: 0.0, 1.2, 2.4 y 3.6 kg de glicerol	3.7, 3.5, 3.5 y 3.5 %
Giraldo citado por Henríquez	2010	Con: 2 y 1 kg de glicerol	3.70%
Uribe citado por Henríquez	2010	Con: 2 kg de glicerol	3.30%
Afanador y col.	2010	Con: 0, 300 y 500 ml de glicerina en el periodo periparto	5.16, 4.86 y 5.25 %
Autores	2010	Con: 700 ml de glicerol	3.53%

# % SÓLIDOS TOTALES EN LA LECHE



# NIVELES DE UREA EN LA LECHE (MUN) mg/dl



# CONCENTRACIÓN DE CUERPOS CETÓNICOS EN ORINA mg/ml





# PRODUCCIÓN DE LECHE L/día



# PRODUCCIÓN DE LECHE l/día REPORTADOS

AUTOR	AÑO	SUPLEMENTACIÓN	RESULTADO
Linn y Raeth	2009	producción de leche 0, 5, 10, y 15% de glicerol	promedio de <b>36.78</b> kg/d por día
Donkin y col. 2007 citado por Afanador	2009	Kg de leche adicionando 0,5,10 y15 % de glicerina sobre la MS	Se obtuvo <b>37,36,37.3 y 36.4kg</b>
Donkin 2009 citado por Henríquez	2010	Kg de leche 0.0, 1.2, 2.4 y 3.6 kg de glicerol	<b>37.0, 36.9, 37.3 y 36.4</b> Kg
Chilibroste citado por Henríquez	2010	Kg de leche, con 0.0, 0.7 y 1.4 kg	<b>24,25 y 26.5</b> kg
Jaramillo citado por Henríquez	2010	Producción de leche con 2.3, 2.7,2.5 y 1.5 kg de glicerol	<b>23, 35,25 y 13</b> kg.
Uribe citado por Henríquez	2010	Producción de leche kg, con 2 kg de glicerol	<b>29</b> kg
Munar-Puentes-Cuadros	2011	Producción de leche con 700 ml de glicerol	<b>15.62</b> Kg

# GANANCIA DE PESO Kg/día



# CONDICIÓN CORPORAL EN ESCALA DE 1-5



# Extracción de aceite de palma

1ª etapa

Aceite del pericarpio fruta

Fibra de palma prensada

Almendra

Lodos de aceite

2da etapa

Prensado mecánico

Extracción por solvente

**TORTA DE PALMISTE**

# Torta extraída por solvente vs mecánica

Parámetro	Prensión	Solvente
MS	89,1% - 93%	89% - 91%
PC	14,6% - 16%	15% - 15,3%
FC	12,1% - 16,8%	14,3% - 16%
FDA	39,6% - 44%	40% - 46,1%
FDN	66,4%	66,7%
<b>EE</b>	<b>9,1% - 10,6%</b>	<b>0,9% - 2,9%</b>
TDN	70% - 75%	67% - 72%
EM	11,7% al 12,5%;	12,2% - 13,1%
Ca	0,2% - 0,21%	0,2% - 0,25%
P	0,52% - 0,32%	0,52% - 0,54%
Mg	---	0,26%
Cu	18 ppm	28,5 ppm - 34 ppm

Yusoff 1987,

# Suplementación con torta de palmiste

2000. 2003

- 80% de inclusión
- Ganancias de 600 - 800g/d
- Wyngaad

2003

- Ganancias de **823.3** y **941.3** g/d respecto al TC **370**g/d mezcla torta, pollinaza y melaza

• Hernández et al 2003

1986

- 840 g/d de peso y Conversión Alimenticia de 6,96.
- Hutagalung

1985

- 100% torta ganancias de **850** g/d frente a **TC 630**. Mustafa
- 1985

# Suplementacion glicerol y torta de palmiste

Leon y Cuadros 2012.  
3Kg torta + 1Kg  
glicerol con ganancias  
de 1170g/d y Grupo  
control de 778g/d. No  
hubo dif. Est. Sig. En  
niveles de BUN y  
glucosa en sangre.

Benítez y Giraldo  
2013. Pasto guinea,  
sal, torta y 8% glicerol  
u 8% melaza no hubo  
dif. Est. Sig. En  
consumo de alimento  
ni ganancias de peso  
con 270g/d y 330g/d  
respectivamente



# CONCLUSIONES

Es **importante** tener en cuenta que todos los animales suplementados con dietas que incluyan los coproductos mencionados en el trabajo anterior, o con cualquier otra composición, deben ser sometidos a un proceso de **adaptación**, para permitir que los microorganismos ruminales se adapten y puedan usar de manera adecuada los nutrientes ofrecidos.

# CONCLUSIONES

La utilización de Glicerol y Torta de Palmiste es una alternativa válida y económica en rumiantes

# CONCLUSIONES

Los ganaderos deben estar en constante búsqueda de optimización de sus empresas, una de las opciones más viables para reducir costos de producción, consiste en buscar, evaluar, implementar y medir resultados obtenidos al incluir suplementos alimenticios no convencionales que ayuden a cumplir con los requerimientos nutricionales de los animales y que tengan un precio más bajo que las materias primas convencionales para ser competitivos en el mercado y tener un mayor margen de ganancia. Por la disponibilidad de glicerol y de torta de palmiste en la actualidad, estos recursos se han vuelto más accesibles al productor económicamente hablando y con el beneficio adicional de bajos contenidos de nitrógeno y fósforo.



Fuente: <http://www.criaderolapureza.com>



Fuente: <http://www.induagro.com>

¡¡GRACIAS!!

# BIBLIOGRAFÍA

- Hutagalung et al. 1986. Digestibility and performance of cattle fed PKC and ammoniated PPF under intensive system. Proc. 8th Ann. Conf. MSAP, Mar. 13-14 1984, Malaysia, pp. 87-91.
- YUSOFF et al. 1987. Performance of young Sahiwal - Friesian bulls fattened on either solvent extracted or expeller pressed palm kernel cake with dried sago.
- HAWARI Y CHIN. 1985. Palmbeef from PKC. Farmers Guidance No. 1, Dept. Vet. Services Malaysia.
- MUSTAFFA. 1987. Palm kernel cake as a new feed for cattle. In: Asian livestock, Vol. XI, No. 5, FAO/APHCA public. Bangkok, Thailand, pp 49-50.
- MUSTAFFA et al. 1987. The use of palm kernel cake as animal feed. Dept Vet. Services Mimeograph. Bangkok, Thailand as contribution from Mustaffa, A. B.).
- CHASE et al. 2004. Palm Kernel Cake (PKC) as a Supplement for Fattening and Dairy Cattle in Malaysia. Department of Veterinary Services, 8th Floor, 50630 Kuala Lumpur, Malaysia.
- WYNGAARD, MEESKE Y ERASMUS. 2014. Effect of palm kernel expeller as supplementation on production performance of Jersey cows grazing kikuyu-ryegrass pasture. J. Anim. Feed Sci. Tech. 199 (20 - 40). Pretoria. Sudáfrica.

- ACEITE DE PALMA PRODUCCIÓN MUNDIAL. 2015/2016. URL: <http://www.produccionmundialaceitedepalma.com> [consulta: 26/05/15]
- AXELSSON et al. 1989. Production of a broad spectrum antimicrobial substance by *Lactobacillus reuteri*. *Microbial Ecology in Health and Disease* 2(2), 131-136.
- BENITEZ y GIRALDO. 2013. Productividad animal de bovinos estabulados suplementados con glicerina cruda. Universidad Nacional. Medellín. Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/11805/1/1128268878.2014.pdf>. [Consulta: 24/05/15]
- BENÍTEZ. 2011. Informe final jóvenes investigadores 2010-2011, “efecto de la suplementación con glicerol crudo, como co-producto de la obtención de biodiesel en la producción y calidad de la leche, en la región antioqueña” Colombia. pp. 63-65.
- BERGNER et al. 1995. In vitro untersuchungen zum glycerin umsatz durch pansen mikroorganismen. *Arch. Anim. Nutr.* 48, pp. 245-256.
- BODIESEL. 2020,2008. A global market survey, 2nd Edition. URL: <http://www.emerging-markets.com/biodiesel/> [consulta: 24/05/15]
- BUSCONI et al. 2008. Evaluation of biodiversity of lactic acid bacteria microbiota in the calf intestinal tracts. *Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology* 94(2), 145-155.
- CONSTABLE et al. 2001. Clinical and laboratory assesment of hydration status of neonatal calves with diarrhea. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 212(7), 991-996.
- CONVENIO INTERINSTITUCIONAL DE COOPERACIÓN 2003. (UPME - INDUPALMA - CORPODIB. informe final “Programa estratégico para la producción de biodiesel - combustible automotriz a partir de

- DAZA. 2009. Evaluación productiva y económica de una ceba intensiva estabulada aprovechando subproductos agroindustriales y establecida con infraestructuras de bajo costo, en la región Caribe colombiana. Barranquilla.
- DONKIN et al. 2009. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 92(10), 5111-5119.
- DONKIN. 2008. "Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle." *R. Bras. Zootec.*; 37 [en línea]. URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151635982008001300032&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982008001300032&lng=pt&nrm=iso). [Consulta: 24/05/15]
- DUQUE y CADAVID. 2009. Tesis de pregrado, "Efecto de la adición de glicerol o biomasa y del tamaño de poro de las bolsas de nylon, sobre los parámetros de fermentación ruminal de larga duración, en un sistema de rumen artificial de tipo semicontinuo: RUSITEC". Medellín, Colombia. 52 p.
- EBERT et al. 2008. Efficacy of glycerol as a replacment for lactose in calf milk replacer. *J. Anim. Sci.* 86:68/*J. Dairy Sci.* 91:68 (Abstract 198)
- ELAM et al. 2008. Glycerol from biodiesel production: considerations for feedlot diets. *Proceedings of the Southwest Nutrition Conference*. 21 February 2008. Tempe, AZ, USA. 2-6 p
- FEDNA, 2014. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, URL: [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/torta-depresi%C3%B3n-de-palmiste18](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/torta-depresi%C3%B3n-de-palmiste18) [consulta: 26/05/15]
- FERRARO et al. 2009. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. *Animal feed science and Technology*. 154 (1-2), pp. 112-118.

- FISCHER et al. 1973. Effects of propylene glycol or glycerol supplementation of the diet of dairy cows on feed intake, milk yield and composition, and incidence of ketosis. *Canadian Journal of Animal Science* 53(2), 289-296.
- GARCÍA. 2009. Biocombustibles: De Kioto a copenhague. Union Europea y Brazil. ISSN: 1998-0618 Vol. 3, nº 1. p 23-35.
- GIRALDO. 2008. Proyecto de investigación “Potencial del glicerol como residuo de la producción de biocombustible en la suplementación de vacas para la obtención de leche de mejor calidad composicional y con atributos funcionales” Universidad Nacional de Colombia-Colciencias Oleoflores S.A. Duración 36 meses, Medellín, Colombia.
- GRUMMER et al. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice* 20(3), 447-470.
- GUNN et al. 2011. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. *The Professional Animal Scientist*, v.26, p.298-306,
- HAIR-BEJO M, MOONAFIZAD M & ALIMON AR. 1995. Acid digestion of liver for determination of copper and zinc by atomic absorption spectrophotometer. *Proc. of the 17th Malaysian Society of Animal Production Annual Conference*, May 28-30, 1995, Penang, Malaysia, 227-229.
- HERNÁNDEZ et al. 2003. Evaluación de una suplementación con base en pollinaza y torta de Palmiste en bovinos, con diferente frecuencia de ofrecimiento. Unipaz Bucaramanga Colombia.
- HOLTENIUS y HOLTENIUS. 1996. New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows: A review. *Journal of Veterinary Medicine Series a-Physiology Pathology Clinical Medicine* 43(10), 579-587.



- INGVARTSEN y ANDERSEN. 2000. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *Journal of dairy science* 83(7), 1573-1597.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007, mitigation of climate change*. URL: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html) [consulta: 26/05/15]
- JOHNSON y JOHNSON. 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science* 73(8), 2483-2492.
- JOHNSON. 1954. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. *Cornell Veterinarian* 44(1), 6-21.
- KARNEY et al. 1986. Changes in the lactobacilli and coliform populations in the intestinal tract of calves from birth to weaning. *Journal of Animal Sciences* 63, E-Suppl. 1,446-447.
- KASKE et al. 2005. Colostrum management in calves: effects of drenching vs. Bottle feeding. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 89(3-6), 151-157.
- KHANNA et al. 2012. Microbial conversion of glycerol: present status and future prospects. *Crit Rev Biotechnol* 32(3), 235-62.
- KIJORA et al. 1998. Investigation on the metabolism of glycerol in the rumen of bulls. *Arch. Anim. Nutr.* 51, pp. 341-348.
- KRISTENSEN y RAUN. 2007. Ruminal fermentation, portal absorption, and hepatic metabolism of glycerol infused into the rumen of lactating dairy cows. Pages 355-356 in *Energy and Protein Metabolism and Nutrition - Proceedings of the 2nd International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition*, I. Ortigues- Marty, ed. EAAP Publication No. 124. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.

- LEÓN et al. 2012. Suplementación con glicerol y torta de Palmiste en levante de novillos Brangus en el municipio de Guamal. Tesis universidad de la Salle Bogotá Colombia.
- MACH et al. 2009 Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 87:632-638
- MAESTRA et al. 2009. Utilización de glicerina cruda en vacas de leche del trópico alto colombiano. Colombia.
- MASSICOTTE et al. 2006. Metabolic fate of a large amount of C-13-glycerol ingested during prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology* 96(3), 322-329.
- MATEUS. 2014. El glicerol una fuente de energía alternativa. San Gil Colombia
- MÉNDEZ et al. 2014. Estudio comparativo de la eficiencia reproductiva de bovinos Holstein antes y después de la suplementación con glicerina cruda. Trabajo de grado Zootecnista. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2014. 93 p.
- MURRAY et al. 1991. Physiological-responses to glycerol ingestion during exercise. *Journal of Applied Physiology* 71(1), 144-149.
- NEUMANN et al. 1999. Effect of methanol on methanogenesis and fermentation in the rumen simulation technique (RUSITEC). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 82(4), 142-149.
- PAGGI et al. 1999. Effect of short-chain acids and glycerol on the proteolytic activity of rumen fluid. *Animal feed Science and Technology*; 78, pp. 341-347.
- PARSONS et al. 2009. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. *J. Anim. Sci.* 87:653-657.
- PARSONS. 2010. Effects of crude glycerin in feedlot cattle. PhD Dissertation. Kansas State University, USA. URL: <http://hdl.handle.net/2097/6305>. [Consulta: 26/05/15]

- PYATT et al. 2007. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. *Journal of Animal Science*, 85(Suppl. 1):\_530 (Abstract).
- REMOND. 1993. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes; *Anim. Feed Sci. Technology*; 41, pp. 121-132.
- ROGER, FONTY y GOUET. 1992. Effects of glycerol on the growth, adhesion, and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. *Current Microbiology*; 25 (4), pp. 197- 205.
- ROJAS et al. 1987. Efecto de la utilización de Palmiste integral sobre parámetros productivos en vacas tipo doble propósito. Costa Rica.
- SCHROEDER et al. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants. En: 10°Rapeseed Cogress, Canberra,Australia.URL:<http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm> [consulta: 26/05/15]
- SHIN et al. 2012. Effects of feeding crude glycerin on performance and ruminal kinetics of lactating Holstein cows fed corn silage- or cottonseed hull-based, low-fiber diets. *Journal of dairy science* 95(7), 4006-4016.
- SPINLER et al. 2008. Human-derived probiotic *Lactobacillus reuteri* demonstrate antimicrobial activities targeting diverse enteric bacterial pathogens. *Anaerobe* 14(3), 166-171.
- SÜDEKUM. 2008. Co- products from biodiesel production. In: P.C. Garnsworthy, J. Weisman (Eds.) *Recent Advances in Animal Nutrition - 2007*. Nottingham, UK, pp. 201-219. Nottingham University Press.
- SUTHERLAND. 1977. The control and manipulation of rumen fermentation. In: D.J. Farrell (Editor), *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. The University of New England, Armidale, N.S.W.
- THOMPSON y HE. 2006. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. *Applied Engineering in Agriculture* 22(2), 261-265.

- TRABUE et al. 2007. Ruminant fermentation of propylene glycol and glycerol. *J. Agric. Food chem*; 55, pp. 7043- 7051.
- VAN CLEEF et al. 2011. Effects of crude glycerin in byproducts diets on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 89(E-Suppl. 1): 124 (Abstr.).
- VANTCHEV et al. 1970. Rumen methanol in-vivo and in-vitro. *Journal of dairy science* 53(10), 1511-&.
- WAN ZAHARI et al. 2000. Third Asean Buffalo con gress. Kandy, Sri Lanka. P.8.
- WAN ZAHARI et al. 2003. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 16 (4) 625 - 634.
- WANG et al. 2009. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *Livestock Science.* 121 (1), pp. 15-20
- WERNER. 2013. Glycerol Supplementation in Dairy Cows and Calves. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Department of Animal Nutrition and Management. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences.
- WRIGHT. 1969. Fermentation of glycerol by rumen microorganisms. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 12: 281-286.
- WU. 1994. Determination of neutral sugars in corn distillers' dried grains, corn distillers' dried solubles, and corn distillers' dried grains with solubles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42:723-726.
- YEONG SW. 1981. Proc. of the National Workshop on oil Palm by Product Utilization: 14 - 15 December 1981. p. 100 - 107.
- ZULETA et al. 2007. Obtención de Biodiesel por transesterificación de aceite crudo de palma africana (*Elais guineensis*) con etanol. *Revista energética.* (38), pp. 47-54.



# AGRADECIMIENTOS



El presente trabajo va dirigido con una expresión de gratitud antes que nada a Dios, a todos los docentes de la universidad de Cundinamarca que con esmero cumplieron el objetivo de enseñar todo lo necesario para poder ejercer como profesional, un especial agradecimiento además a Hernando Rodríguez y Luz Marina Munevar, mis padres. Ya que ellos conocen más que nadie mi camino hasta aquí y todo el esfuerzo que coloque en este proyecto, por ultimo a mis amigos y a todas las personas que de una u otra forma hicieron posible esto.



“Realmente aprendemos

Lo que compartimos  
Con alguien”

León Tolstoi