

Medición de la condición corporal del ganado cebú

Body condition measurement of zebu cattle

Álvaro Vicente Araujo Guerra
Médico Veterinario y Zootecnista MSc
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5562-8474>
alvaro.araujo@unad.edu.co

Andrés Luciano Quintero Tovar
Zootecnista. MSc
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9247-7791>
andres.quintero@unad.du.co

Andrés Miguel Quintero Gutiérrez
Estudiante. Zootecnia
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
amquinterog@unadvirtual.edu.co

Medardo José Rodríguez Polo
Estudiante. Zootecnia
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
medardorodriguez@unadvirtual.edu.co

RESUMEN

Contextualización del Tema: Se define la condición corporal como la cantidad de grasa que cubre la vaca, indicando las reservas de energía útil que dispone el animal para hacer frente a las altas demandas que impone la producción de leche y se puntualizan las ventajas que tiene este indicador sobre el peso vivo, el perímetro torácico y otros estimadores de las reservas corporales.

Vacío de Investigación: En la ganadería de ganado Cebú del trópico colombiano, especialmente en la región caribe, en donde ha imperado la técnica de la observación visual, sin tener conocimiento de los indicadores de la condición corporal, y por lo tanto, se requiere promover el uso de la calificación de la condición corporal como herramienta de campo en la toma de decisiones en el manejo nutricional de la vaca.

Propósito: Socializar la generación de nuevo conocimiento a partir de las salidas del semillero de investigación acordes con las salidas de campo, aludiendo al tipo de estrategias didácticas que implican la aplicación de conceptos, teorías y postulados para construcción de nuevo conocimiento.

Metodología: Se brinda una metodología para ganado cebú con 5 categorías de puntaje, aplicando la guía para la evaluación de la condición corporal de vacas en sistemas doble propósito, con la siguiente escala: 1 muy pobre; 2 pobre; 3 regular; 4 buena; 5 muy buena; y 6 obesa.

Resultados y conclusiones: Resultados obtenidos: Se evidencio que la gran mayoría de las vacas evaluadas, presentan una condición corporal entre 3 y 4, lo cual se puede categorizar dentro del rango de regular a buena condición corporal, lo que evidencia además un detrimento en la producción de leche, presentan un gran número de días abiertos y una baja condición corporal al final de la lactancia. **Conclusiones:** Se comprobó que existe una estrecha relación entre valores de la condición corporal con el plano nutricional, la incorporación a la producción y valores de condición corporal de 2.5 a 3.5 si se desean alcanzar niveles productivos y reproductivos adecuados

Palabras Clave. Condición corporal; comportamiento productivo; metodología de evaluación; producción de leche.

ABSTRACT

Contextualization: Body condition is defined as the amount of fat that the cow covers, indicating the reserves of useful energy available to the animal to meet the high demands imposed by milk production and the advantages of this are specified. indicator on live weight, thoracic circumference and other estimators of body reserves.

Knowledge gap: In the Cebu cattle ranching of the Colombian tropics, especially in the Caribbean region, where the technique of visual observation has prevailed, without having knowledge of the indicators of body condition, and therefore, it is necessary to promote the use of the body condition rating as a field tool in decision-making in the nutritional management of the cow.

Purpose: To socialize the generation of new knowledge from the research seedbed outputs in accordance with the field trips, alluding to the type of didactic strategies that imply the application of concepts, theories and postulates for the construction of new knowledge.

Methodology: A methodology is provided for zebu cattle with 5 scoring categories, applying the guide for evaluating the body condition of cows in dual-purpose systems, with the following scale: 1 very poor; 2 poor; 3 regular; 4 good; 5 very good; and 6 obese.

Results and conclusions: Results Obtained: It was evidenced that the vast majority of the cows evaluated have a body condition between 3 and 4, which can be categorized within the range of regular to good body condition, which also shows a detriment in milk production. a large number of days open and a low body condition at the end of lactation.

Conclusions: It was found that there is a close relationship between body condition values with the nutritional level, incorporation into production and body condition values of 2.5 to 3.5 if you want to achieve adequate productive and reproductive levels.

Keywords. Body condition; productive behavior; evaluation methodology; milk production.

1. INTRODUCCIÓN

En el contenido de la temática del curso académico de salud animal; identificada con el código institucional 201203 de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD; bajo el esquema disciplinar de la Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA; guiados académicamente por el programa profesional de Zootecnia, se describe la temática expuesta en la guía práctica de este curso en donde se aborda la relación entre la condición corporal, la producción y la reproducción animal en vacas Cebú. (Balaguero, 2020).

Dentro de las líneas de investigación de la Escuela de Ciencias Agrícolas, pecuaria y del medio Ambiente (ECAPMA), se aborda la línea de Reproducción y Mejoramiento Animal, teniendo como uno de sus objetivos, evaluar la incidencia de los fenómenos externos en los parámetros productivos y reproductivos de las especies animales de interés zootécnico, sobre todo en el Bovino de razas cebú, la cual propone como pilar para el desarrollo de investigaciones encaminadas al fortalecimiento y enriquecimiento del saber en el área pecuaria de la UNAD para generar una cultura investigativa que dé lugar a la generación de alternativas de producción tendiente a mejorar la eficiencia y productividad de las explotaciones con base en las necesidades de las regiones y en un marco de sostenibilidad ambiental, como referente de una justificación académica e investigativa.(Ecapma, 2018).

Para evaluar el peso vivo se requieren instrumentos de medición, tales como, balanzas, las cuales son costosas y difíciles de transportar. El peso vivo por sí mismo no refleja la condición del animal; un individuo puede presentar una gran constitución corporal con un alto peso vivo mientras que sus reservas corporales son bajas o viceversa. (Mejía, *et al.*1996). Pueden ocurrir modificación en el peso como resultado del grado de repleción del sistema digestivo, parto o gestación (Gresham, *et al.* 1986), recordando también que los cambios en peso pueden reflejar mejor el grado de hidratación tisular que aquellas alteraciones significativas en el contenido de grasa o proteínas corporales. La mensuración del perímetro torácico, requieren de la inmovilización del animal y los resultados pueden enmascarse con la postura, posición y grado de tensión de la cinta, capa de pelo y repleción del sistema digestivo y contenido del útero. (Velásquez, *et al.*2004).

Otros estimadores de las reservas corporales, tales como, el calibre de la célula adiposa, (Albrecht, *et al.*1996), el espesor del tejido subcutáneo (Álvarez, *et al.*2016) y las determinaciones de las concentraciones hematoquímicas de algunos metabolitos (Balarezo, *et al.*2016), permiten obtener resultados variables y en su mayoría, no se aplican a escala de producción debido al complejo y oneroso apoyo técnico que demandan. En los últimos años, la determinación de la condición corporal ha tenido un creciente auge, debido a que constituye un indicador confiable, correlacionado estrechamente con los parámetros productivos y reproductivos y no está influenciado por los factores negativos anteriormente señalados para el peso y el perímetro torácico (García, 1991).

2. INDICADORES PARA MEDIR LA CONDICIÓN CORPORAL

Los principales sistemas que involucra la medición de la condición corporal están basados en la topografía anatómica del animal, principalmente de aquellos accidentes visibles y su cubierta por carne y grasa. Los sistemas son: la base de la cola (Ver Figura1), procesos transversos (alas horizontales) de las vértebras lumbares, los procesos espinosos (espinas dorsales) de las vértebras torácicas y lumbares, trocánter mayor del coxal, costillas y el aspecto de las masas musculares existente entre tuberosidades coxal e isquiática.



Figura 1. Medición de la condición corporal de la base de la cola de una vaca Cebú.

Fuente: Autores.

Así mismo, la fosa sublumbar, tiene también gran importancia cuando está bien delimitada. No necesariamente se corresponde con una mala condición del animal, ella está influenciada por el grado de represión del rumen, intestinos y contenido del útero en casos de gestación (Ver Figura 2). En la mayoría de casos, las bases metodológicas expuestas, tienen como fundamento, la observación y la palpación de uno, varios o todos los accidentes anatómicos descritos por Nicholson, *et al.* (1986) en donde se aplican, además, en todas las categorías del bovino, principalmente a vacas en lactación, debido a que son las más afectadas por la subnutrición y las que mayores ajustes realizan o desempeñan en términos de su metabolismo energético.



Figura 2. Medición de la Condición corporal de la Fosa Sublumbar en una vaca Cebú.

Fuente: Autores.

Nicholson y Sayers (1986), desarrollaron un método descrito para el ganado *Bos Indicus*, seguido del cual refiere nueve (9) mediciones y luego tres (3) condiciones principales: F (engrasado), M (medio), y L (flaco) subdivididos cada uno en tres categorías F+ F F- M+ M M- y L+ L y L-, cada medición inferior se le adiciona 0.5 a la medición más baja, de forma tal que la vaca descrita como M-/L le corresponde 3.5 (Ver Figura 3, Tabla 1).



Figura 3. Condición corporal media en una vaca Cebú. **Fuente:** Autores.

Tabla 1.- Medición de la Condición Corporal en Ganado Cebú.

PUNTUACIÓN	CONDICIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	L ⁻	Marcada emaciación. Animal que podría estar condenado al examen <i>antemorten</i> .
2	L	Procesos transversos proyectados, prominentes. Espinas dorsales descarnadas.
3	L ⁺	Espinas dorsales descarnadas o en forma de sierra. Caderas, tuberosidades isquiáticas, base de la cola y costillas prominentes. Procesos transversos visibles, usualmente en forma individual.
4	M ⁻	Costillas, caderas y tuberosidades isquiáticas muy visibles. Masas musculares entre las tuberosidades coxal e isquiática algo cóncavas. Procesos transversos algo cubiertos de carne.

5	M	Costillas visibles. Poca grasa de revestimiento. Espinas dorsales visibles desnudas.
6	M⁺	Animal liso y bien recubierto. Espinas dorsales no visibles pero festonadas.
7	F⁻	Animal liso y bien cubierto. Depósitos grasos no bien definidos. Espinas dorsales festonadas o una ligera presión pero se sienten redondeadas.
8	F	Cubierta de grasa en regiones críticas visibles fácilmente. Procesos transversos ni visibles ni festonados.
9	F +	Grandes depósitos de grasa claramente visibles en la cabeza de la cola; espinas dorsales y costillas completamente cubiertos.

Fuente: Nicholson, *et al.* 1986.

Uno de los principales objetivos de este estudio, es conocer la importancia de la condición corporal sobre el desempeño reproductivo del ganado Cebú, para promover el uso de la calificación de la condición corporal como herramienta de campo en la toma de decisiones en el manejo nutricional de la vaca. Por lo tanto, se puede definir como un método subjetivo que indica la presencia de cantidades de grasa corporal que cubre a un animal (García, 1991), útil en la visualización de la energía de reserva útil que dispone (Prado, *et al.* 1990), reflejando el plano nutricional al que está sometido el animal por un período de tiempo razonable. Puede medirse visualmente con una alta reproductividad y repetitividad entre especialistas y observadores que realizan sobre el animal (Nicholson, *et al.* 1986).

3. DESCRIPCION DEL ABORDAJE DEL TEMA

Para llevar a cabo esta investigación a nivel de campo, se procedió a una observación experimental en un lote de vacas en ordeño localizado en una finca del Valle del Cesar, donde el clima predominante es tropical con época seca y lluviosa. La temperatura anual en la región oscila entre 25 y 28° C, con una humedad relativa de 60% y una precipitación anual entre 1.100 y 1.300 mm año. El ganado es prototipo de la región, debido a que éste se mantiene bajo monta libre durante todo el año. La condición corporal de las vacas se evaluó con base en una guía estructurada para sistemas doble doble propósito, con la siguiente escala: 1 muy pobre, 2 pobre, 3 regular, 4 buena, 5 muy buena y 6 obesa.

4. HALLAZGOS DE LA EXPERIENCIA INVESTIGATIVA Y DISCUSION

Aplicando la guía para la evaluación de la condición corporal de vacas en sistemas doble propósito, se evidenciaron las siguientes estructuras anatómicas 1: la base de la cola.; 2: (alas horizontales) de las vértebras lumbares.; 3: (espinas dorsales) de las vértebras torácicas y lumbares.; 4: trocánter mayor del coxal, y 5. Costillas. Una vez realizada la medición corporal, se evidencio que la gran mayoría de las vacas evaluadas presentaban una condición corporal entre 3 y 4, la cual se puede considerar de regular a buena, reflejando que tienen poca producción de leche, lo que traduce finalmente en un gran número de días abiertos y una baja condición corporal al final de la lactancia.

En este contexto, son limitadas las investigaciones que tratan de corresponder los parámetros de eficiencia reproductiva con condición corporal. Sin embargo, en condiciones del trópico, se considera que la condición corporal es una herramienta útil y de importancia para la toma de decisiones en un hato, como el porcentaje de preñez, entre otros aspectos clave. En el contexto nacional, se llevan a cabo las determinaciones con base en la guía para la evaluación de la condición corporal de vacas en sistemas doble propósito, basado en un esquema desarrollado por la Universidad de Florida para ganado de carne y para vacas Holstein, que representa la relación entre la simplicidad de aplicación y el máximo grado de precisión posible. La descripción de la condición corporal es la siguiente: 1 muy pobre, 2 pobre, 3 regular, 4 buena, 5 muy buena y 6 obesa (López, 2006). (Ver Figura 4).



Figura 4. Vacas Cebú con condición corporal Regular. **Fuente:** Autores.

Las vacas con una gran eficiencia en la producción de leche no muestran un incremento significativo en su condición corporal durante la lactancia (Ver Figura 5). Las vacas que presentan un incremento en esta misma

etapa de acuerdo con Jones, *et al.* (1989), se les relaciona baja producción, un gran número de días abiertos y una alta condición corporal al final del periodo de lactancia.



Figura 5. Vaca Cebú con condición corporal regular durante la lactancia. **Fuente:** Autores.

Bajo condiciones de trópico y subtropico, López (1995), propuso un sistema aplicable a las condiciones de producción que integra el valor de la condición corporal, el consumo y la producción de leche en el periodo de lactancia. La guía en cuestión destaca los efectos depresivos que tiene la variabilidad de las reservas corporales sobre la producción láctea y resume la capacidad de una vaca para alcanzar un determinado nivel de producción, lo cual se relaciona con su condición corporal al parto, de manera que, por cada unidad de condición perdida por concepto de valor energético, podría proveer para producir 210 kg de leche en los primeros 60 días de lactación.

Ezanno, *et al.* (2003), en un estudio para determinar los factores que afectan el puntaje de la condición corporal de vacas N Dama bajo un manejo extensivo en el sur de Senegal, puntualiza sus hallazgos en referencia a que primero, la mayoría de las vaquillas de N'Dama tienen una puntuación superior a 2.5 puntos. Sus actuaciones reproductivas posteriores probablemente no estén limitadas por la condición corporal. Por el contrario, las vacas multíparas, que tienen mayores requerimientos nutricionales, están sujetas a una disminución de las reservas de grasa corporal y minerales durante su vida reproductiva y el Segundo, la predicción para que una vaca obtenga menos de 2.5 puntos se mejora cuando se consideran 2 puntos de su condición corporal mensuales anteriores.

Al evaluar el efecto de la condición corporal sobre la reproducción y la producción de leche de las vacas en diferentes momentos de su vida

productiva en condiciones de pastoreo, autores encontraron una marcada influencia de este indicador sobre las fuentes de variación controladas; alcanzándose los mejores resultados en las vacas que tuvieron condición corporal al parto entre 2.5 y 3.5 (Hernández, *et al.* 1995).

Igualmente, Rangel, *et al.* (2015), exponiendo sus hallazgos sobre la puntuación de la condición corporal y orden de parto en la producción y composición de leche en ganado cebu, influyó en la producción de leche de las vacas cebu, las cuales participaron en una competencia de vacas lecheras hasta el día 30 de su lactancia.

Finalmente, como lo señalan algunos investigadores es fundamental que los cambios sucesivos en la condición corporal del ganado cebu Gobra bajo diferentes niveles de alimentación y la relación con los lípidos corporales y la energía, empleando la escala de Nicholson and Sayers (1986), observaron que la escala de puntuación de 6 puntos es más fácil de usar para ganaderos y da predicción de lípidos corporales más precisa. Sin embargo, se requiere más investigación para determinar el puntaje óptimo de sacrificio para el tiempo de comercialización apropiado y el nivel de grasa de la carcasa y la conveniencia para el cebú Gobra. (Cissé, *et al.* 2003). Además no hay información de que existe un cambio en las reservas corporales de ganado cebú en pasturas naturales en esta área, el alcance de la movilización de reservas corporales para los requisitos de supervivencia y la condición corporal puede ser útil para proporcionar información sobre qué gestión y alimentación se pueden tomar decisiones (Cissé, *et al.* 2003).

Autores como Correa, *et al.* (2010), concluyen en un estudio para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne que la condición corporal es un reflejo de las reservas energéticas de los bovinos, la cual es útil para prever el futuro desempeño reproductivo posparto en hembras de carne, por su influencia sobre la dinámica folicular, la actividad ovárica, la función endocrina y la tasa de preñez.

Con respecto a esto, se han desarrollado estudios que indican que los ovarios del ganado Cebu sacrificado en el matadero son una fuente importante de población folicular, producción de ovocitos y calidad. Los ovarios derechos son pesados y ofrecen más cantidades de folículos y ovocitos que los izquierdos. La condición corporal es el mejor indicador del estado nutricional de las vacas. Se obtienen importantes poblaciones de folículos de vacas que envejecen de 6 a 9 años con una condición corporal de 3. (Dorice, *et al.* 2019).

Finalmente, las investigaciones que tratan de relacionar los parámetros de eficiencia productiva con condición corporal en vacas en sistemas doble

propósito en la región, demuestran un primer paso para el desarrollo de futuras investigaciones relacionado con este tópico en finca ganaderas del Municipio de Valledupar.

5. CONCLUSIONES.

Vacas con niveles mínimos de producción, presentan un gran número de días abiertos y una alta condición corporal al final del periodo de lactancia mientras que vacas con un determinado nivel de producción, se relaciona con su condición corporal al parto.

Vacas con condición corporal al parto entre 2.5 y 3.5, son más eficiente en la Reproducción.

6. LITERATURA CITADA

Albrecht, E., Wegner, J., & Ender, K. (1996). Un nuevo método para la evaluación objetiva del veteado de carne bovina. *Fleischwirtschaft*, 76, 1, 95 – 98. Disponible en <http://www.muskel-und-fett.de/pdf/Veteado%20de%20carne%20bovina.pdf>

Álvarez, A., & Balarini, D. (2016). Condición corporal y espesor de grasa subcutánea en vacas de cría Hereford. Tesis Doctor en veterinaria. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 6 p. Disponible en: <http://dspace.fvet.edu.uy:8080/xmlui/handle/123456789/2135>

Balaguera R. (2020). Protocolo de Practica. Curso de Salud Animal. Escuela de Ciencias Agrícola Pecuarias y del Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. Bogotá. Disponible en: <https://academia.unad.edu.co/practicas-profesionales/pecuaria>

Balarezo, R., García, R., Hernández, A., & López, G. (2016). Metabolic and reproductive state of Holstein cattle in the Carchi region, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 50(3), 381-392. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193049037006.pdf>

Cissé, M., Ditaroh, D., Korréa, A., Ly, I., Richard, D. (2003). Change in body condition of Gobra zebu cattle under different level of feeding. Relationship with body lipids and energy. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 12(3), 487-497. <https://doi.org/10.22358/jafs/67725/2003>

Correa, A., & Uribe, F. (2010). La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 63(2), 5607-5619. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472010000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Dorice, K., Ferdinand, N., Justin, K., Augustave, K., & Linda, K. (2019). Effects of Breed, Age, Body Condition Score, and Nutritional Status on Follicular Population, Oocyte Yield, and Quality in Three Cameroonian Zebus Cattle *Bos indicus*. *Advances in Agriculture*, 2019. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/aag/2019/2979740/>

Ecapma (2018). Estado de la investigación. Escuela de ciencias agrícolas pecuarias y del medio ambiente. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. Bogotá. Disponible en: <https://academia.unad.edu.co/ecapma>

Ezanno, P., Ickowicz, A., & Bocquier, F. (2003). Factors affecting the body condition score of N'Dama cows under extensive range management in Southern Senegal. *Animal Research*, 52(1), 37-48. <https://doi.org/10.1051/animres:2003002>

García, A. (1991). El método de la condición corporal en vacuno lechero: propuesta de una metodología unificadora. *Invest..Agr. Prod. Sanid. Anim.* 5: 121 Disponible en: <https://ria.asturias.es/RIA/handle/123456789/2001>

Gresham, D.; Holloway, W. (1986). Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements. *J. Anim. Sci.* 63: 1041.

DOI: 10.2527/jas1986.6341041x

Hernández, D; Álvarez, L.; Tamayo, A.; Ruiz & Gutiérrez, A. (1995). Influencia de la condición corporal sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Siboney en primer parto en pastoreo. X jornada Científica por el 20 aniversario del CIMA Resúmenes. P. 41 Disponible en: X Jornada Científica por el 20 aniversario del CIMA.

Jones, P.; Garnsworthy, E. (1989). The effects of dietary content on the response of dairy cows to body condition at calving. *Anim. Prod.* 49:183. <https://doi.org/10.1017/S000335610003230X>

López, J. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 4(1), 77-86 Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/640>

López, E. (1995). Condición corporal: Un criterio importante en el manejo de vacas lecheras. X Jornada Científica por el 20 aniversario del CIMA, Resúmenes p. 89. Disponible en: X Jornada Científica por el 20 aniversario del CIMA

Mejía, N., Velázquez, C., & Tewolde, A. (1996). Predicción, del peso vivo en ganado bovino, a partir de mediciones corporales. *Agronomía mesoamericana*, 73-76. <https://doi.org/10.15517/am.v7i2.24764>

Nicholson, J.; Butterworth, H. (1986) A guide to condition scoring of cattle. Int LivestockCenter for Africa. Addis Ababab. Ethiopia. Disponible en: <https://books.google.com/books?id=8rhIDD8XRBkC>

Nicholson, J.; Sayers, R. (1986) Reliability, reproducibility and sequential use of condition scoring of Bos Indicus cattle. *Trop. Anim. Health Prod.* Trop Anim Health Prod 19, 127-135 Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF02239705>

Prado, R.; Rhind, M.; Wriqth, .A.; Russel, F.; McMillen, R.; Smith, J.; McNeilly, S. (1990) Ovarian follicle populations, steroidogenicity and micromorphology at 5 and 9 weeks post partum in beef cows ni two levels of body condition. *Anim. Prod.* 51:103 Disponible en: <https://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=US201302706414>

Rangel, A.; Medeiros, H.; Junior, D.; Andrade, K.; Madruga, R.; Bezerril, R.; Novaes, L. (2015). Body condition score (bcs) and calving order on milk production and composition in zebu. Cattle. *Acta Veterinaria Brasilica*, 8(4), 247-253. DOI: 10.13140/RG.2.1.4265.2008

Velásquez, C.; & Álvarez, A. (2004). Relación de medidas bovinométricas y de composición corporal in vivo con el peso de la canal en novillos Brahman en el valle del Sinú. *Acta Agronómica*, 53(3), 61-68. Disponible en:

https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/100