



<https://eqrcode.co/a/fz7ug5>

## REVISIÓN

# Revisión sobre el mezclado de productos en la fabricación de piensos y conglomerados

## *Review about the Mixing of Products in the Manufacture of Feed and Conglomerates*

Ing. Lilian de la Caridad Cordero-Hernández<sup>1</sup> Dr.C. Pedro A. Valdés-Hernández<sup>1\*</sup>; Dr.C. Pedro Paneque-Rondón<sup>1</sup>;  
MSc. Tamara Fernández-Gómez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad Empresarial de Base, Servicios Técnicos y Construcción, EAIG, MINAG, Pinar del Río, Cuba.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** El mezclado de productos en la fabricación de alimentos en general y de piensos en particular para animales, constituye una fase clave para la dosificación del alimento y la nutrición de los mismos, ejerciendo significativo efecto sobre la uniformidad de la mezcla, las propiedades funcionales y las características sensoriales de los alimentos. El objetivo del trabajo fue desarrollar una revisión de las tecnologías existentes, así como de las investigaciones más importantes dirigidas al mezclado de productos, para la fabricación de piensos y conglomerados. Durante el análisis se exponen que los componentes de una operación de mezclado pueden ser: alimentos secos y/o alimentos líquidos de baja, mediana y alta viscosidad, con mezcladoras de eje horizontal y vertical respectivamente. La uniformidad del producto final depende del tipo de mezcladora empleada, de las condiciones de mezclado como la velocidad, temperatura, y tiempo, así como de la composición del alimento. En el caso de los alimentos secos se destaca que cada ingrediente, posee propiedades físicas que afectan su capacidad para ser mezclado con otros ingredientes, como: granulometría, densidad, forma y características de la superficie, higroscopicidad, adhesividad y susceptibilidad a cargas electrostáticas. En investigaciones realizadas se demostró que la granulometría constituye el factor más influyente sobre el mezclado homogéneo de los alimentos secos y en la medida que aumenta su tamaño se requiere mayor tiempo para la obtención de dicho mezclado.

**Palabras clave:** alimentos secos y fluidos, propiedades físicas, máquinas mezcladoras, granulometría, viscosidad.

**ABSTRACT.** The mixing of products in the manufacture of food in general and feed in particular for animals, constitutes a key phase for the dosage of the food and the nutrition, having a significant effect on the uniformity of the mixture, the functional properties and the sensory characteristics of the food. The objective of the work was to develop a review of current technologies, as well as the most important research aimed at mixing products, for the manufacture of feed and conglomerates. During the analysis, it is exposed that the components of a mixing operation can be: dry foods and / or low, medium and high viscosity liquid foods, processed with horizontal and vertical axis mixers respectively. The uniformity of the final product depends on the type of mixer used, the mixing conditions such as speed, temperature, and time, as well as the composition of the food. In the case of dry food, it is highlighted that each ingredient has physical properties that affect its ability to be mixed with other ingredients, such as: grain size, density, shape and surface characteristics, hygroscopicity, adhesiveness and susceptibility to electrostatic charges. In researches carried out it was shown that the granulometry constitutes the most influential factor on the homogeneous mixing of dry food and as it increases its size, more time is required to obtain said mixing.

**Keywords:** Dry and Fluid Food, Physical Properties, Mixing Machines, Particle Size, Viscosity.

## INTRODUCCIÓN

A nivel internacional según la encuesta anual en su novena edición “Alltech 2020 Global Feed Survey”, Lyons (2020), que evalúa la producción de piensos en 145 países y en más de 30 000 molinos actualmente, plantea que la industria de

\*Autor para correspondencia: Pedro A. Valdés-Hernández, e-mail: [pvaldes@unah.edu.cu](mailto:pvaldes@unah.edu.cu)

Recibido: 15/02/2020.

Aprobado: 25/09/2020.

este alimento animal a nivel mundial ha ascendido un 14,6% aproximadamente en los últimos 5 años, lo que equivale a un promedio anual de 2,76% y en el 2019 la producción ascendió a 1 126,5 millones de toneladas métricas, observándose un declive del 1,07 % en este último año, debido a la fiebre del cerdo africana. Las tendencias muestran un crecimiento predominante en los piensos para aves de corral, avicultura y acuicultura, así como la intensificación de la producción en Asia Pacífico, América Latina, Norte América y algunas regiones europeas. La encuesta confirmó que los piensos para aves de corral, una vez más, tienen la cuota de mercado con el crecimiento más rápido que cualquier otra especie, con un 47% del incremento centrado en piensos para pollos de engorde y ponedoras, pavos, patos y otras aves, con una producción total de 465 millones de toneladas métricas. Los ocho principales países son **China, Estados Unidos, Brasil, Rusia, India, México, España y Turquía**, juntos producen el 55% de la producción mundial de pienso y contienen el 59% de las fábricas de pienso del mundo, estos países pueden considerarse como un indicador de las tendencias en la agricultura. El crecimiento predominante surgió en los sectores de alimentación para ponedoras, pollos de engorde y ganado de leche (Lyons, 2016, 2019).

La producción mundial de piensos compuestos para el ganado sigue una tendencia de crecimiento anual imparable a nivel global. Por primera vez en 2012, China se situó como primer productor mundial por encima de Estados Unidos de América que hasta entonces había sido siempre el primer productor.

La producción de piensos para la alimentación de animales a partir del empleo de materias primas de producción nacional, es una de las estrategias que hoy utiliza el país para sustituir importaciones, constituyendo esto un ahorro significativo. Al superar la calidad de los piensos cubanos utilizando materia prima nacional se logra una rápida conversión en los animales, lo que permite depender cada vez menos de los alimentos foráneos. El pienso compuesto es un alimento elaborado para animales, es: cualquier sustancia o producto, incluido los aditivos, destinado a la alimentación por vía oral de los animales, tanto si ha sido transformado entera o parcialmente como si no (Ashbrook, 1923a; Kornegay *et al.*, 1965a; Barth y Barth, 1966b; Acedo, 1991b; De las Cuevas Insua, 2006; Almorox *et al.*, 2010; Arvidsson y Hakansson, 2014). En muchos casos se puede utilizar como alimento único, ya que se produce para cubrir todas las necesidades del animal (Williams, 1918; Woodman y Evans, 1942; Van der Poel, 1997; Strauch, 2003). Aunque hay algunos tipos de pienso que se utilizan como alimento complementario a otros productos de la dieta (Petersen *et al.*, 1976).

Por otra parte, la harina de soya y el maíz se confirman como las principales fuentes de proteína, ya que el 96% de los encuestados confirmaron que la soya es la principal fuente de proteína y el 76% situaron al maíz como el principal cereal empleado (Acedo, 1991b).

La eficiencia en la producción de piensos representa el mayor desafío la industria en los próximos años. Por tanto, se necesitan minimizar los recursos empleados: contenido nutricional de las materias primas y energía empleada en el proceso para lograr aprovisionar la creciente demanda de producción animal que se vislumbra según Cambar *et al.* (2012); Cabral *et al.* (2013).

La eficiencia en la producción de piensos representa el mayor desafío la industria en los próximos años. Por tanto, se necesitan minimizar los recursos empleados: contenido nutricional de las materias primas y energía empleada en el proceso para lograr aprovisionar la creciente demanda de producción animal que se vislumbra según Cambar *et al.* (2012); Cabral *et al.* (2013).

La eficiencia en el proceso de fabricación se basará en la mejora de las soluciones tecnológicas que se implementarán en todo el proceso de fabricación, pero sin dejar de lado objetivos como la calidad y el nivel tecnológico de los productos fabricados (Cambar *et al.*, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del trabajo fue *desarrollar una revisión de algunas de las investigaciones sobre los procesos tecnológicos del mezclado de productos en la fabricación de piensos y conglomerados*, de alimentos secos fundamentalmente, asociado al proyecto de investigación titulado: Desarrollo de un módulo de máquinas para la producción de alimento animal a partir de diferentes cultivos, asociado y aprobado por el Programa Nacional de Alimento Animal (PNAA).

## DESARROLLO DEL TEMA

### La producción de piensos en la industria internacional y cubana

La producción de piensos de los primeros países a nivel mundial arriba aproximadamente, en el caso de China como primer productor a 179,93 MMt (millones de toneladas métricas) producidas, Estados Unidos (173,73), Brasil (68,70), India (31,54), México (31,11) y España (29,38). La cantidad total mundial producida en 2016 se sitúa, por primera vez en torno al billón de toneladas, aunque a nivel global el número de empresas fabricantes de piensos ha disminuido un 7%, según Lyons (2019), la producción mundial de alimentación animal, estima que la producción de pienso se ha incrementado un 3% para alcanzar 1 103 MMt de pienso producido en el 2018, superando las 1 000 MMt por tercer año consecutivo y a continuación se muestra por regiones:

**Latinoamérica:** Como región, América Latina estuvo relativamente estancada este año. Brasil siguió liderando la producción de pienso y es el tercero a nivel mundial. Brasil, México y Argentina continúan produciendo la mayor parte del pienso de Latinoamérica, con el 76% de la producción regional de pienso. Brasil se mantuvo estable, mientras que México y Argentina registraron un crecimiento del 1% y 4%, respectivamente. La producción de pienso en Colombia creció aproximadamente un 8%, debido principalmente a un aumento en la producción de carne de cerdo y huevos. Varios países registraron una disminución en la producción de pienso, como Venezuela (-27%), El Salvador (-16%) y Chile (-8%).

**Norteamérica:** América del Norte registró un crecimiento constante del 2% con respecto al año pasado, debido a un aumento en las principales especies, el ganado de carne y los pollos de engorde lideraron el crecimiento con un 3% cada uno. Estados Unidos se mantuvo como el segundo país productor de pienso más importante a nivel mundial, detrás de China. Los precios del pienso en Norteamérica son los más bajos a nivel mundial para todas las especies, y con la disponibilidad

de tierra, agua y otros recursos, se espera que la región siga siendo un principal contribuyente en la producción de piensos.

**Europa:** Europa experimentó un crecimiento general de alrededor del 4% con respecto al año pasado, convirtiéndose en la segunda región de más rápido crecimiento en la encuesta, como resultado del aumento de la producción de pienso para ponedoras (7%), pollos de engorde (5%), acuicultura (5%), vacuno de leche (4%) y cerdo (3%). La ganadería de carne fue la única especie de proteína primaria en la que hubo una disminución, aunque menor al 1%.

**Asia-Pacífico:** Asia-Pacífico incluye a varios de los 10 principales países productores de pienso, incluye China, India y Japón, y representa más del 36% de la producción de pienso del mundo. China se mantuvo como el principal país productor de pienso a nivel mundial con 187,89 millones de toneladas, con 10 millones de toneladas más que Estados Unidos. Otros países que demostraron una mayor variación en el crecimiento fueron Pakistán, Myanmar y Laos. La producción de pienso en el sudeste asiático representó más del 20% de la producción de la región de Asia-Pacífico, con Indonesia, Vietnam, Filipinas y Tailandia contribuyendo con el 93% del total la producción en el sudeste asiático.

**África:** África continuó con un fuerte crecimiento con un incremento del 5% en la producción general de pienso, ningún país en la región experimentó una disminución. Marruecos demostró un fuerte crecimiento en ganado de leche, ganado de carne, ponedoras, pollos de engorde y pavos. En los sectores equino (-4%) y mascotas (-14%) fue donde disminuyó la producción de pienso, no obstante, estos dos sectores representan una proporción muy baja de la producción total de África, por lo que el impacto es mínimo. La mayoría de las principales especies de la producción animal, de rumiantes y aves contribuyeron al crecimiento general de la región.

Las materias primas empleadas en la fabricación de piensos son fundamentalmente cereales (maíz, trigo, cebada), subproductos de maíz y trigo, leguminosas (guisantes, soya), oleaginosas (girasol, colza) y componentes adicionales (melazas, harinas de pescado y carne, entre otros). La disponibilidad de todas estas materias depende de diversas causas, pero, por lo general, el factor más importante es la viabilidad del aprovisionamiento (Burdick, 1958; Daccord y Sillion, 1982; Acedo, 1991, 2004, 2004; López Lanau *et al.*, 2016). Además, las nuevas exigencias de rendimiento productivo y las consideraciones de tipo nutricional y medicinal han llevado a la incorporación de vitaminas y medicamentos en la formulación del pienso, de forma específica para cada tipo de animal.

Según (Acedo, 2004), todos los piensos deben pasar unos controles para evitar que sean nocivos para el animal o los humanos que se alimentan con el animal o sus productos (leche, huevos, etc.).

Las insuficiencias de la producción de alimentos para los animales en Cuba, que limitan el aumento de las entregas de leche y carne, y por consiguiente la sustitución de importaciones, lo que constituye un ahorro significativo de divisas para el país es un problema que se necesita resolver, y por ello se buscan diferentes estrategias una de ellas es la que utiliza hoy la Empresa Porcina de Artemisa. La empresa cuenta con cuatro fábricas, tres de ellas producen piensos secos a partir de la soya, el maíz y el salvado, y una lo hace de forma líquida

a través de la cocción de residuales orgánicos provenientes de diferentes centros productivos y de servicios de las provincias de Artemisa y La Habana. La Fábrica de piensos secos Naranja Sur del municipio de Caimito es un ejemplo de lo que se ha venido logrando hasta el momento. Al superar la calidad de los piensos cubanos utilizando torula, materia prima nacional, se logra una rápida conversión en los animales, lo que permite depender cada vez menos de los alimentos foráneos.

En las modalidades de convenios se crían cerdos, ovejas, caprinos y conejos, pero solo la primera de las especies ha dado resultados destacables, los cuales han permitido que la producción de carne porcina casi se haya duplicado en el país: de 100 mil toneladas que se acopiaron en el año 1989, a 190 mil en el 2016, aunque en la actualidad existe un descenso en dicha producción por las dificultades financieras que atraviesa el país. Aunque existen diferentes modalidades para esta crianza, predomina la de precebas, las cuales garantizan los centros multiplicadores estatales, y que reciben una parte de pienso, mientras los productores a nivel nacional logran cosechar en sus propias fincas el 45 % de todos los alimentos que esos animales consumen (Mateos *et al.*, 2005; Márquez, 2008). No han tenido la misma prosperidad, ni los convenios con las especies ovino-caprina, ni con la de conejos, un tanto limitada por la falta de organización, y de una estructura administrativa que dirija y compulse programas sostenibles. El hecho de que la Empresa de Ganado Mayor (EGAME) se haya concebido para la comercialización (lo cual han corregido con la reorganización de la Agricultura) constituyó un freno durante muchísimos años.

Otro ejemplo a destacar lo constituye la fábrica de pienso núcleo de la Unidad Empresarial de Base Derivados Antonio Sánchez en Cienfuegos que duplicó las producciones de ese tipo de alimento para cerdos y con una gran calidad abastece hoy a siete provincias del occidente y centro de Cuba. Al inicio la fábrica fue concebida para hacer solo el pienso destinado a Cienfuegos, pero al pasar algún tiempo se aumentó la potencia de esa industria hasta llegar a abastecer a las otras seis provincias, por eso el compromiso de sustentar a la masa porcina de esas regiones es un reto constante. Es un producto altamente nutritivo, elaborado a través de fórmulas con torula, soya, maíz, además de afrecho y con esa mezcla se obtiene pienso altamente proteico que asegura el desarrollo diario de los cerdos, declaró Alonso, (2017). El uso de los desperdicios alimenticios como dietas para cerdos ha sido reportado desde hace mucho tiempo por (Williams, 1918; Hunter, 1919; Woodman y Evans, 1942), y en tiempos más recientes por Burdick (1958); Kornegay *et al.* (1965); Barth y Barth (1966); Patterson (1969); Daccord y Sillion (1982). Los mismos sirvieron de base científica para que Cuba comenzara a partir de finales de la década del 60 a producirlos y utilizarlos en la alimentación de los cerdos.

La explosión demográfica global y especialmente la que se está produciendo en países emergentes, junto al aumento de la capacidad de renta, en los mismos está haciendo que la demanda de productos alimentarios de origen animal (carne, leche, huevos) esté aumentando año a año y esto sólo se basa en una respuesta de nuestra industria de producción de alimentos para el ganado.

La necesidad creciente de materias primas para consumo animal, constituye todo un reto para el desarrollo tecnológico de los años venideros, ya que se necesita una mayor eficiencia en los cultivos para conseguir mayores producciones por hectárea manteniendo los insumos de fertilizantes y agua.

### Eficiencia en el proceso de la producción de piensos para la alimentación animal

La eficiencia en la producción de piensos representa el mayor desafío para la industria cubana en los próximos años. Por tanto, se necesita minimizar los recursos empleados - contenido nutricional de las materias primas y energía empleada en el proceso para lograr aprovisionar la creciente demanda de producción animal que se vislumbra. La eficiencia en el proceso de fabricación debe basarse en la mejora de las soluciones tecnológicas que se implementan en todo el proceso de fabricación, pero sin dejar de lado objetivos como la calidad y el nivel tecnológico de los productos fabricados, según Rial *et al.* (1993).

Mejorar los niveles de homogeneidad en el menor tiempo posible es el reto del futuro para obtener una mayor eficiencia global del proceso. La reducción de los tiempos de mezcla ha ido evolucionando desde los 5 a 6 min en equipos antiguos que todavía están en funcionamiento. Mientras, los vanguardistas equipos actuales están diseñados para trabajar con tiempo de mezcla de tan solo 1,5 min. Además, de la eficacia del proceso y con igual nivel de importancia, asegurar la máxima higiene interior de los equipos, es un desafío en cuanto a diseño, materiales, aislamiento y manejo de los mismos (García, 2008; García y León, 2010; Giraldo, 2010; Zaldivar, 2016; Colina, 2019; Yepes, 2019). La finalidad del mezclado es la combinación de elementos dispares, evitando las reacciones de unos ingredientes con otros. Factores como la forma, la humedad o la electricidad estática de las materias primas son muy importantes para la obtención de una buena mezcla.

El grano de maíz es el concentrado energético por excelencia para la producción animal. La avicultura, la producción de cerdos y la de ganado bovino de carne y leche se sostienen en gran medida con este cereal. Sin embargo, cada vez más los mercados internacionales exigen que se profundice el destino

del maíz para el consumo humano y últimamente se busca diversificar su industrialización para otros usos, básicamente para biocombustible (etanol a partir del almidón).

La producción mundial de cereales en el 2017 (2 595 MMt) se mantuvo en niveles altos, aunque por debajo del 2018 (2 651 MMt) y el aumento de 2,7% de la producción para el 2019, alcanzó un nuevo récord de 2 722 MMt FAO (2019), siendo el maíz el de mayor importancia para el animal desde el punto de vista energético. Su producción en las campañas 2016/2017 y 2017/2018 fue de 1 010,74 MMt y 1 122 MMt, respectivamente. Esto significó el incremento de 111,26 MMt, que representa un 9,91% de la producción de cereal. El principal productor de maíz es EE.UU con 37% del volumen total y China ocupa el segundo lugar con una producción superior a las 220 MMt (USDA, 2018).

La producción mundial de maíz en 2019/20, alcanzó un nuevo récord de 1 134 MMt, por el aumento de la superficie y mejores rendimientos en los principales países productores/exportadores. La producción de maíz en Argentina y Brasil esperan obtener las mejores cosechas para esta campaña, por contrario, en Ucrania y en EEUU, aunque las cifras se consideran excelentes, no llegarían a las máximas producciones de 2018/19 y 2016/17 respectivamente, según Maluenda (2020). El consumo de maíz previsto en 1 145 MMt, supone un aumento interanual del 1,1%, donde el consumo para pienso predomina frente al consumo en alimentación humana y la industria. China primer consumidor de maíz con el 24,3 % del consumo mundial, sigue creciendo contrariamente a la producción. El comercio en 2019/20 sigue siendo muy activo, alcanzando su máximo volumen de 171 MMt (un aumento interanual del 2%), por el alto consumo y los bajos precios estimados. Los niveles altos de producción, consumo y comercio proyectados en 2019/20, suponen por contrario, un descenso de las existencias de maíz del 3,5% y llegar a 315 MMt, concentrándose en China el 61% de los stocks mundiales.

En la Figura 1 se presenta un balance del sector del maíz del 2008 al 2019, en cuanto a su producción, consumo y comercio mundial, donde se aprecia un incremento significativo de la demanda mundial de dicho cereal, aunque se ha dado un descenso en los últimos años, siendo inferior la producción con respecto al consumo.

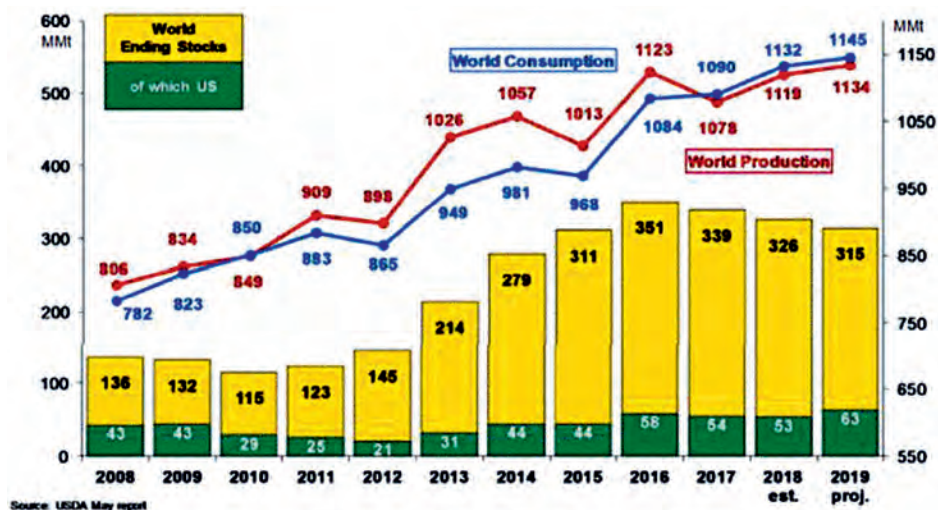


FIGURA 1. Balance del sector del maíz 2008 a 2019.

En este contexto, para la producción ganadera en general y para la lechera en particular, se presenta con urgencia la necesidad de encontrar alternativas para reemplazarlo, al menos en parte, por otras fuentes de energía con características nutricionales semejantes.

En muchas regiones el sorgo es el típico grano con el que se reemplaza al maíz, aunque no siempre con un criterio nutricional. Las características alimenticias del sorgo son en extremo variables y en muy pocas ocasiones productivas este cultivo puede sustituir al maíz en una relación directa (1 a 1). De acuerdo a la bibliografía internacional, para vacas lecheras de alta producción el grano de sorgo molido como principal suplemento energético (suministrado a niveles mayores de 5-6 kg MS/animal/día) es aproximadamente un 25% inferior al maíz.

En condiciones de pastoreo los experimentos realizados en la década del '90 en el INTA FAO/INTA (1992), indicaron que por cada kilogramo de materia seca (MS) de grano de maíz que recibieron las vacas pastoreando alfalfa, la respuesta fue en promedio de 0,9 L de leche, mientras que, con sorgo, en iguales condiciones, la respuesta en leche no alcanzó a 0,7 L de leche/kg MS de grano suministrada. Si para comparar se toma, por ejemplo, la relación entre los litros de leche obtenidos por cada unidad de energía aportada por estos cereales (litros leche/Mcal de EM) el sorgo tendría una respuesta equivalente al 65% de la del maíz. La producción media de las vacas de estos ensayos fue superior a 25 litros/vaca/día.

Son varios los aspectos nutricionales que diferencian al grano de sorgo del grano de maíz: la calidad del almidón (de menor digestibilidad ruminal y duodenal, debido a la presencia de una matriz proteica que actúa como una barrera a los microbios del rumen), la concentración de taninos condensados en su cubierta externa (factor que interfiere en la digestión de la proteína) y su baja concentración de aceites esenciales. Para la alimentación de terneros estas diferencias son importantes, razón por la cual se recomienda incluir el sorgo molido en pequeñas dosis.

Diferente es el caso del ganado de carne, donde en novillos con tasas intermedias de ganancia de peso vivo (0,5 a 0,7 kg/animal/día) se han reportado menores diferencias en las eficiencias de conversión respecto a maíz (10 a 15%). No obstante, las respuestas para engorde son muy variables dependiendo del genotipo de sorgo que se utilice.

El tipo de procesamiento de los granos es también un aspecto relacionado al valor nutritivo. Para vacas lecheras es necesario siempre moler estos granos para un mejor aprovechamiento. En el caso del sorgo, el grado de molienda debe ser aún mayor, por las características del grano antes mencionadas. Sin embargo, los modernos procesamientos industriales (por ejemplo, el "extrusado") pueden mejorar significativamente su valor nutricional y en este caso las diferencias en calidad con respecto al maíz pueden disminuir significativamente (FAO, 2016).

Las harinas son principalmente fuente de proteínas y en la generalidad de los casos se deberían utilizar para corregir en las dietas los déficits de este nutriente. Las cantidades a suministrar no son estándares sino que dependen de varios

factores: a) Tipo de animal y sus requerimientos: si bien las distintas harinas son aptas para todas las categorías de ganado, para terneros en crecimiento (menos de 100-120 kg) y para vacas lecheras de alto mérito (más de 30 L/día y/o en transición a la lactancia) se prefieren harinas de alta calidad y de mayor concentración proteica (+44%) ya que poseen un perfil de aminoácidos más adecuado para los requerimientos de estas categorías, b) Tipo de harina utilizada: como se mencionará, no todas las harinas son iguales ya que la biodisponibilidad proteica y el valor energético pueden variar sustancialmente en función del proceso de extracción aplicado, c) Tipo de dieta base: las cantidades requeridas son mayores en las raciones típicas de otoño-invierno, que tienen más forrajes conservados (silajes maíz/ sorgo/henos de gramíneas, de verdeos) y concentrados base cereal, que son normalmente pobres en proteínas. En primavera, sobre pasturas los niveles pueden ser muy bajos o nulos.

A modo de referencia, para una dieta equilibrada destinada a vacas lecheras de alta producción (la categoría de mayor consumo y requerimiento), las recomendaciones generales son las de no superar los 4,5 kg/animal/día. Obviamente si los animales se encuentran en buen pastoreo de alfalfa, por ejemplo, las cantidades pueden ser muy bajas, dependiendo del nivel de producción.

En ningún caso estos alimentos pueden reemplazar totalmente (1 a 1) a los granos de cereales clásicos (maíz, sorgo, cebada), ni a otros subproductos como afrechillos, en cambio, los complementan perfectamente. Sí pueden reemplazar, y en una relación muy ventajosa, a otras harinas oleaginosas ya que, en el ranking de calidad, las harinas de soya soadecuadamente procesadas son las mejores.

Por otra parte, los expeler (pelet) y harinas extrudidas, que contienen más aceites, son excelentes recursos para formular dietas de vacas lecheras, vaquillonas o terneros en crecimiento para el verano. Estas harinas pueden entrar en la clasificación de alimentos "fríos" (mayor energía neta) para condiciones de fuerte estrés por calor.

Por último, debido a que las harinas de extracción contienen ricos nutrientes, si las condiciones de almacenamiento y suministro no son adecuadas, se pueden transformar en verdaderos caldos de cultivo para hongos y otros patógenos que podrán afectar la salud y la producción. Es importante controlar periódicamente los niveles de mico toxinas.

El sector de la fabricación de piensos viene reorganizándose desde hace más de 20 años para la búsqueda de alternativas sostenibles en Cuba. Se conoce de la reestructuración en la fabricación de piensos de las especies industrializadas, como la avicultura y el porcino. Se han cerrado varias fábricas y otras se han ampliado, pero todavía hoy se encuentran unidades pequeñas y medianas bien dimensionadas trabajando a costes competitivos con fábricas de mayor producción.

En el sector de los ruminantes las fuerzas se dispersan, existen muchos fabricantes pequeños y medianos que con fabricación de mezclas y sin ellas acaban compitiendo en coste y calidad con fabricantes mayores.

Por tal motivo a partir de la década del 90 en Cuba se establecen nuevas alternativas para la alimentación del ganado, como vías para enfrentar también los meses de seca, creándose el *Programa Nacional de Autosuficiencia Alimentaria en las unidades productivas de base*, el cual consiste en producir dentro de las áreas de la vaquería el alimento demandado por la masa ganadera Valdés *et al.* (2012), por lo que la estrategia utilizada en este caso se basa en el suministro al ganado de forrajes desmenuzados, los cuales proceden fundamentalmente de gramíneas tales como la caña de azúcar y el King Grass.

Por tanto, la selección de la caña de azúcar como componente relevante en la alimentación animal es acertada, entre otros aspectos por la gran tradición de producción de este renglón en Cuba, así como por presentar propiedades excepcionales y una diversidad bastante amplia de derivados como alimento animal, que pueden ser utilizados, tanto como forraje fresco, como en la preparación de piensos o conglomerados (González *et al.*, 1990; Stuart, 2002; Martín, 2005).

En Cuba a partir de los estudios realizados por el ICA (2006), se establecen 31 variedades utilizadas no solamente por la industria azucarera, sino también como forrajes, dentro de las cuales se encuentran las siguientes: C323-68, C86-503, My-5514, C85-403, C90-530, C86-536, C90-501, C1051-73, C86-12, Co997, B631-18, C132-81, obteniéndose entre un 40 y 50 % de digestibilidad de la materia seca, clasificadas de moderada y alta respectivamente. Por otro lado esto facilita su uso extensivo como conglomerado, a partir de los estudios realizados por los autores Muñoz *et al.* (1990, 1991); García *et al.* (1999); Rivera *et al.* (1999); que validaron y demostraron la factibilidad y las posibilidades que ofrecen los piensos derivados de la caña de azúcar como la solicana, saccharina y la harina, que aportan una producción de leche con niveles similares a los piensos tradicionales comerciales, lo que permite la sustitución de gran parte de las importaciones de este producto.

Por otro lado en la actualidad para asegurar la producción de carne y leche se debe incrementar la producción de alimento para la masa ganadera, incluyendo la producción de pastos y forrajes mezclados con plantas proteicas como la moringa, la tithonia y la morera que sustituyan importaciones, según Acosta (2017); Alonso (2017); González (2018), para completar los piensos y forrajes tradicionales (pasto estrella, pangola, entre otros), así como otros de tallos gruesos existentes, según Valdés *et al.* (2012) y poder satisfacer la demanda nacional. La mecanización de la cosecha de forraje en Cuba, en la actualidad se dificulta debido a la escasez y deterioro de los equipos que intervienen en el proceso de producción de alimentos para el ganado.

Con todo esto solo se quiere resaltar que las soluciones tecnológicas están al alcance de todos y el éxito estriba en saber dimensionar los esfuerzos operativos y financieros a la situación de cada lugar. Esto implica que el sector de fabricación no se va a cribar por dimensión, sino por operatividad y mayor eficiencia de los procesos.

La revisión realizada arrojó que existen limitadas investigaciones nacionales e internacionales relacionadas con el desarrollo y determinación de parámetros de diseño de máquinas

para el mezclado de productos en la fabricación de piensos y conglomerados.

## Características del mezclado de productos

La mezcla es el acondicionamiento que tiene por objeto la homogeneización del conjunto de materias primas que integran la ración (García, 2008b).

Sobre la calidad de la mezcla influyen una serie de factores tales como:

- Tiempo de mezcla: éste es de aproximadamente 4 minutos, pero dependerá del tipo de mezcladora y de los ingredientes a mezclar. Es recomendable hacer ensayos (microtrazadores o algún parámetro químico) para ver el tiempo óptimo de mezcla en cada caso.
- Granulometría: las partículas muy gruesas o extremadamente finas desfavorecen la mezcla, por tanto, dicho tamaño de partícula constituye el factor que más influye sobre el mezclado uniforme de los alimentos secos. Es aconsejable, en función de la proporción del ingrediente, la granulometría máxima siguiente:
  - Para 1 g/t... 45 µm de diámetro
  - Para 200 g/t... 270 µm de diámetro
  - Para 1 kg/t... 440 µm de diámetro
  - Para 5 kg/t... 720 µm de diámetro
- Densidad y forma de las partículas: las más pesadas tenderán a ir al fondo y las más redondas fluirán mejor;
- Las características de la superficie, higroscopicidad, adhesividad y susceptibilidad a cargas electrostáticas;
- Otros factores: la adición de líquidos provoca adherencias y disminuye por este motivo la eficiencia de la mezcladora. Así mismo provocan adherencias las partículas cargadas electrostáticamente;
- La mezcladora más usual en fábrica de piensos es la horizontal con un único motor y con dos hélices concéntricas de doble sentido de desplazamiento, aunque también se usan, sobre todo en la entrada de materias primas a molinos, las de tipo vertical;
- La mezcladora horizontal de motor único con hélice necesita un tiempo de mezcla (generalmente) de 3,5 a 4 minutos y su eje gira a 18-33 rpm, según diámetro y diseño;
- No debe llenarse la mezcladora más del 60% de su capacidad.

## Diseño y construcción de máquinas mezcladoras

Las mezcladoras en los últimos treinta años se construían con un perfil en forma de U y con un eje interior helicoidal, teniendo la apertura por una o varias compuertas inferiores que nunca permitían una descarga de la totalidad de la carga. Hoy se tiende por la mayoría de los constructores de equipos cualificados a construirlas con perfil en O, o bien ovalado, siendo su eje interior portador de palas fijas a la vez que su descarga inferior es por apertura total de doble compuerta. Las palas frente a la hélice representan una inequívoca ventaja para la limpieza interior la cual cada vez es más necesaria por la mayor tendencia a la adición de líquidos alimentarios en su interior (García, 2008b).

La necesidad de instaurar un adecuado programa de limpieza interior en la mezcladora central, así como en todos los equipos mez-

cladores del proceso (mezcladores sobre prensa, acondicionadores, mezcladoras de doble eje para graneles, etc.) es muy importante ya que siempre que se incorporan líquidos sobre las harinas se producen apelmazamientos sobre las paredes. Existe una tendencia al empleo de acero inoxidable y superficie muy lisa en el interior de estos equipos y el objetivo vuelve a ser el mismo minimizar la contaminación cruzada y facilitar la limpieza. La adición de líquidos si va acompa-

ñada de aumento de temperatura como es el caso de la adición de vapor (acondicionadores) aumenta los riesgos de apelmazamientos y hace que se deba vigilar aún más el programa de limpieza para que la higiene en el proceso se mantenga.

En la Figura 2, se presenta una máquina mezcladora del tipo horizontal, la cual se desarrolló como prototipo para el mezclado de fertilizantes en el INICA (Rodríguez *et al.*, 2007).



FIGURA 2. Máquina mezcladora de paletas para fertilizantes.

En la Figura 3, se presenta un mezclador de aletas con características de transportador sinfín para mortero seco, desarrollado el prototipo por la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, vinculada a la Construcción para el mezclado de cemento, según Giraldo (2010).

En la Figura 4, se presenta una máquina mezcladora vertical utilizada por la Empresa Peruláctea, en Perú, donde se destaca la importancia de un correcto mezclado, según Zaldívar (2016).

En la Figura 5 se muestra una máquina mezcladora de paleta de doble eje horizontal, utilizada en la Universidad Politécnica de Valencia, España, para el mezclado de hormigón.



FIGURA 4. Máquina mezcladora de eje vertical.

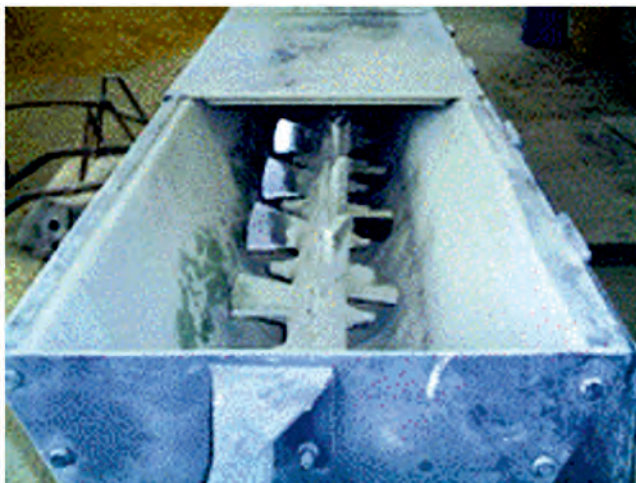


FIGURA 3. Tornillo sinfín del prototipo elaborado.

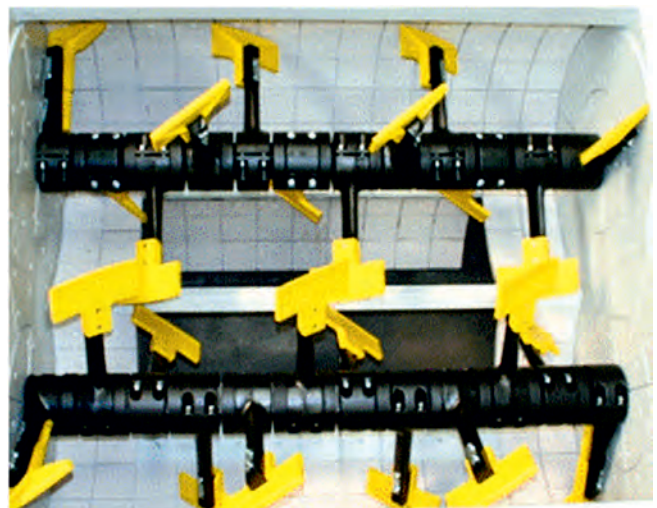


FIGURA 5. Mezcladora de paleta de doble eje horizontal.

## CONCLUSIONES

- Las materias primas tradicionales empleadas en la fabricación de piensos son fundamentalmente cereales (maíz, trigo, cebada), subproductos de maíz y trigo, leguminosas (guisantes, soya), oleaginosas (girasol, colza) y componentes adicionales (melazas, harinas de pescado y carne, entre otros);
- La necesidad creciente en la búsqueda y desarrollo de materias primas alternativas en la fabricación del pienso (moringa, morera, tithonia, boniato, etc.) para el consumo animal, constituye todo un reto para el desarrollo tecnológico sostenible de los años venideros, ya que se necesitará una mayor eficiencia en los cultivos para conseguir mayores producciones por hectárea, manteniendo los insumos de fertilizantes y agua, así como esto permite la sustitución de las importaciones;
- El tipo de procesamiento a realizar para el mezclado que permite el acondicionamiento y la homogeneización del conjunto de materias primas, que integran la ración de alimentos, para la producción de pienso, pueden mejorar significativamente su valor nutricional;
- Factores como la granulometría, forma, la humedad o la electricidad estática de las materias primas son determinantes para la obtención de una mezcla homogénea de los componentes para la obtención del pienso;
- De la revisión realizada se pudo constatar que existen limitadas investigaciones nacionales e internacionales relacionadas con el desarrollo de máquinas para el mezclado de productos en la fabricación de piensos y conglomerados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEDO, G.R.: "Origen de las materias primas para piensos", *Selecciones avícolas*, 33(9): 0593-608, 1991, ISSN: 0210-0541.
- ACEDO, G.R.: "Soluciones tecnológicas en fábricas de piensos para el cumplimiento de las normativas sobre calidad, seguridad y medio ambiente", En: *XX Curso de Especialización FEDNA, XX Curso de Especialización FEDNA*, 2004.
- ACOSTA, G.O.; (primero): *Siembran más plantas proteicas para alimentar el ganado*, [en línea], Inst. Agencia Cubana de Noticias (ACN), La Habana, Cuba, 2017, Disponible en: <http://www.acn.cu/economia/26743-siembran-mas-plantas-proteicas-para-alimentar-el-ganado>, [Consulta: 29 de junio de 2018].
- ALEXANDROV, M.: *Aparatos y máquinas de elevación y transporte*, Ed. Mir, Moscú, URSS, 1976.
- ALMOROX, J.; LÓPEZ, F.; RAFAELLI, S.: *La degradación de los suelos por erosión hídrica*, ser. Métodos de estimación, Inst. Ed. Universidad de Murcia, Murcia, España, 2010.
- ALONSO, I.: *Presentan en Cuba texto sobre uso de plantas proteicas en Latinoamérica y el Caribe*, [en línea], Sistema de Naciones Unidas en Cuba, FAO/Cuba/ONU, La Habana, Cuba, 2017, Disponible en: <http://onu.org.cu/news/e3030b5c368811e7a36800163e211c9e/presentan-en-cuba-texto-sobre-uso-de-plantas-proteicas-en-latinoamerica-y-el-caribe/>.
- ARVIDSSON, J.; HAKANSSON, I.: "Response of different crops to soil compaction—Short-term effects in Swedish field experiments", *Soil and Tillage Research*, 138: 56–63, 2014, ISSN: 0167-1987.
- BARTH, J.L.; BARTH, G.L.: "Differentiation and competence of cells from hybrid embryos", *Developmental biology*, 13(1): 95-111, 1966, ISSN: 0012-1606.
- BURDICK, H.: *Hook fastener*, 1 de julio de 1958.
- CABRAL, F.P.R.; SILVA, O.R.; CARDOSO, A.F. de A.; FERREIRA, J.J.; CÁRDENAS, O.N.: "Desarrollo y evaluación de un prototipo descascarador de frutos de *Ricinus communis* L.", *Agrociencia*, 47(4): 361–371, 2013, ISSN: 1405-3195.
- CAMBAR, L.L.; GONZALÉZ, C.O.; ÁLVAREZ, E.L.: "Inclusión de harina deshidratada de follaje de morera (*Morus alba* L.) en la alimentación del pollo campero", *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3): 653-659, 2012, ISSN: 1317-9152.
- COLINA, L.: *Mezclado de Alimentos*, [en línea], 2019, Disponible en: <https://studylib.es/doc/5681468/mezclado-de-alimentos-s%C3%B3lid>; Consulta, [Consulta: 20 de octubre de 2019].
- DACCORD, G.; SILLION, B.: "α, ω-Bifunctional poly (p-phenylene sulfide) oligomers", *Polymer Bulletin*, 6(8-9): 477-484, 1982, ISSN: 0170-0839.
- DE LAS CUEVAS INSUA, V.: *Trazabilidad avanzado: guía práctica para la aplicación de un sistema de trazabilidad en una empresa alimentaria*, Ed. Ideas propias Editorial SL, 2006, ISBN: 84-9839-013-3.
- FAO: *Ahorrar para crecer en la práctica – maíz, arroz, trigo. Guía para la producción sostenible de cereales*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Rome, Italy, 110 p., 2016, ISBN: 978-92-5-308519-4.
- FAO: *Situación alimentaria mundial*, [en línea], Inst. FAO, Roma, Italia, 2019, Disponible en: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es>, [Consulta: 27 de mayo de 2019].
- FAO/INTA: "Manual de sistemas de labranza para América Latina", *Boletín de Suelos de la FAO*, (66), 1992.
- GARCÍA, C.E.; LEÓN, F.: "Evaluación de la explotación de los medios técnicos en la cosecha transporte del arroz", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(1): 01–08, 2010, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- GARCÍA, L.R.; ELLAS, A.; CAPDEVILA, J.; REYES, J.; MEJÍAS, R.; HERRERA, J.M.: "Niveles de Saccharina en piensos para vacas lecheras en pastoreo. Producción de leche", *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 33(3): 261-265, 1999.
- GARCÍA, Q.J.C.: "Tema 4. Mezclado", *Operaciones Unitarias del Procesado de Polímeros*, 2008.
- GIRALDO, R.: "Diseño y construcción de un mezclador de tornillo sinfín para Mortero seco", *Scientia et Technica*, 16(45), 2010, ISSN: 0122-1701.
- GONZÁLEZ, I.: *Plantas proteicas renuevan la alimentación animal en Cuba*, [en línea], Inst. Inter Press Service (IPS).



- Revista Ingeniería Agrícola, ISSN-2306-1545, E-ISSN-2227-8761, Vol. 10, No. 4 (octubre-noviembre-diciembre, pp. 59-68), 2020
- Agencia de Noticias, <http://www.ipsnoticias.net/2017/10/plantas-proteicas-renuevan-la-alime>, La Habana, Cuba, 2018, *Disponible en: http://www.ipsnoticias.net/2017/10/plantas-proteicas-renuevan-alimentacion-animal-cuba*, [Consulta: 29 de junio de 2018].
- GONZÁLEZ, R.; GEERKEN, C.M.; MUÑOZ, E.; PÉREZ, M.; GONZÁLEZ, R.M.: "Forraje de caña de azúcar para la producción de leche. Efecto de la cantidad de SNA-70 % en los indicadores del flujo del líquido ruminal", *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 24(3): 275-278, 1990.
- HUNTER, H.T.: "Intelligence tests at Southern Methodist University", *School & Soc*, 10: 437-440, 1919.
- ICA: *Estudio del potencial forrajero de las variedades comerciales de caña de azúcar en Cuba*, Instituto de Ciencia Animal, Informe final del proyecto de investigación, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2006.
- KORNEGAY, E.; VANDER NOOT, G.; BARTH, K.; MACGRATH, W.; WELCH, J.; PURKHISER, E.: "Nutritive value of garbage as a feed for swine. I. Chemical composition, digestibility and nitrogen utilization of various types of garbage", *Journal of animal science*, 24(2): 319-324, 1965a, ISSN: 0021-8812.
- KORNEGAY, E.T.; VANDER, N.G.W.; BARTH, K.M.; MACGRATH, W.S.; WELCH, J.G.; PURKHISER, E.D.: "Nutritive value of garbage as a feed for swine. I. Chemical composition, digestibility and nitrogen utilization of various types of garbage", *Journal of animal science*, 24(2): 319-324, 1965b, ISSN: 0021-8812.
- LÓPEZ LANAU, L.S.; MAINAR, J.R.C.; CASANOVA, H.A.: *Control de la salmonelosis en el periodo de transición*, 2016.
- LYONS, M.: *Alltech's 2016 Global Feed Survey*, [en línea], 2016, *Disponible en: https://www.alltech.com*, [Consulta: 1 de junio de 2020].
- LYONS, M.: *Alltech's 2019 Global Feed Survey*, [en línea], 2019, *Disponible en: https://www.alltech.com*, [Consulta: 10 de junio de 2020].
- LYONS, M.: *Alltech's 2020 Global Feed Survey*, [en línea], 2020, *Disponible en: https://www.alltech.com*, [Consulta: 17 de junio de 2020].
- MALUENDA, G.J.: *Maíz 2019/20. Producción record y descenso de stocks en campañas consecutivas*, [en línea], 2020, *Disponible en: https://agrodigital.com*, [Consulta: 24 de febrero de 2020].
- MÁRQUEZ, R.J.A.: "Salmonelosis: implicaciones en la salud pública y estrategias de control en sanidad animal", *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, (21): 105-114, 2008, ISSN: 1130-2534.
- MARTÍN, P.C.: "El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche", *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 39(Especial): 427-437, 2005.
- MATEOS, G.G.; VALENCIA, D.G.; PIQUERAS, B.V.: "Influencia del procesado de ingredientes y piensos terminados sobre la productividad en monogástricos", *XXI Curso de especialización FEDNA. Madrid, España*, 2005.
- MUÑOZ, E.; GONZÁLEZ, R.; ALFONSO, F.; ENRÍQUEZ, A.V.: "Comparación del pienso con caña de azúcar deshidratada al sol (SOLICANÑA) y el concentrado comercial para vacas lecheras", *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 24(3): 267-273, 1990.
- MUÑOZ, E.; GONZALEZ, R.; ENRÍQUEZ, A.V.; ALFONSO, F.: "Efecto del pienso con SOLICANÑA en el consumo de alimentos para vacas secas anuladas en el rumen y alimentadas con forraje de pasto estrella (Cynodon nlemfuensis)", *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 25(2): 153-158, 1991.
- PANEQUE, R.P.: *Transportadores en la Agricultura*, Ed. ENPES, Departamento de Ediciones del ISCAH ed., La Habana, Cuba, 276 p., 1988.
- PATTERSON, J.T.: "Salmonellae in meat and poultry, poultry plant cooling waters and effluents, and animal feeding stuffs", *Journal of Applied Bacteriology*, 32(3): 329-337, 1969, ISSN: 0021-8847.
- PETERSEN, C.; MEYER, G.; SAUTER, E.: "Comparison of metabolizable energy values of feed ingredients for chicks and hens", *Poultry Science*, 55(3): 1163-1165, 1976, ISSN: 1525-3171.
- RIAL, E.; MÉNDEZ, J.; LARRAGA, L.: *Nuevas tecnologías en fabricación de piensos: doble granulación, expander y adición de líquidos*, [en línea], código =2378887, 1993, *Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?*, [Consulta: 20 de octubre de 2019].
- RIVERA, V.; PLAZA, J.; ENRÍQUEZ, A.V.: "Nota técnica acerca de la utilización de una dieta integral formulada con harina de caña de azúcar en la ceba de cabritos", *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 33(1): 47-49, 1999.
- RODRÍGUEZ, J.; VELARDE, E.; SÁNCHEZ, R.; DE LEÓN, M.; BAÑOS, J.C.: "Nuevas técnicas de fertilización con cobertura de rastrojos en caña de azúcar", En: *III Conferencia Científica de Ingeniería Agrícola de la Habana, AGROCIENCIAS '2007*, La Habana, Cuba, 2007.
- STRAUCH, W.: "Is contamination-free feed production realistic", *Feed Tech*, 7(7): 23-25, 2003.
- STUART: "Selección de variedades de caña de azúcar forrajeras. El aporte del Instituto de Ciencia Animal", En: *Foro Internacional "La caña de azúcar y sus derivados en la producción de leche y carne"*, La Habana, Cuba, 2002.
- USDA: *Livestock, Dairy y Poultry Outlook*, [en línea], Inst. United States Department of Agriculture, USA, 2018, *Disponible en: https://www.usda.gov/our-agency/about-usda/budget*, [Consulta: 23 de mayo de 2019].
- VALDÉS, P.A.; MARTÍNEZ, A.; PÉREZ, J.: "Análisis de la caña de azúcar como alimento para el ganado", *Revista Pre-Til de la Universidad Piloto de Colombia*, 10(26): 59-74, 2012.
- VAN DER POEL, A.: "The effect of thermal processing including expanders on feed additive recovery.", 1997.
- VÁZQUEZ, P.A.: *Tecnología agroindustrial para la producción de alimento ensilado de boniato (Ipomoea batata (L.) Lam.) para cerdos*, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba, 100 p., 2019.
- WILLIAMS, F.M.: "Hammer for rotary mills.", 21 de mayo de 1918a.
- WOODMAN, H.; EVANS, R.: "The nutrition of the bacon pig: VII. the chemical composition, digestibility and nutritive value of different types of swill", *The Journal of Agricultural Science*, 32(1): 85-107, 1942a, ISSN: 1469-5146.
- WOODMAN, H.E.; EVANS, R.E.: "The nutrition of the bacon pig: VII. the chemical composition, digestibility and nutritive value of different types of swill", *The Journal of Agricultural Science*, 32(1): 85-107, 1942b, ISSN: 1469-5146.
- YEPES, V.: *Mezcladora de doble eje horizontal*, [en línea], 2019, *Disponible en: https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/mezcladora-de-eje-horizontal*, [Consulta: 20 de octubre de 2019].
- ZALDIVAR, R.: *Importancia de un buen mezclado*. *Disponible, [en línea], 2016, Disponible en: http://www.perulactea.com/2016/06/28/la-mezcla-tambien-cuenta-importancia-de-un-buen-mezclado/*, [Consulta: 20 de octubre de 2019].

## Cordero *et al.*: Revisión sobre el mezclado de productos en la fabricación de piensos y conglomerados

*Lilian de la Caridad Cordero-Hernández*, maestrante de la Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [jaem1964@infomed.sld.cu](mailto:jaem1964@infomed.sld.cu)

*Pedro Valdés-Hernández*, Profesor Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [pvaldes@unah.edu.cu](mailto:pvaldes@unah.edu.cu)

*Pedro Paneque-Rondón*, Profesor e Investigador Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [paneque@unah.edu.cu](mailto:paneque@unah.edu.cu)

*Tamara Fernández-Gómez*, Profesor Asistente, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [tclaudia@unah.edu.cu](mailto:tclaudia@unah.edu.cu)

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-No Comercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.



**Servicios Científico-Tecnológicos**

**IAgric**

- Validación de máquinas y tecnologías agrícolas, (Prueba Estatal).
- Asistencia técnica y Asesoría en el campo de la Ingeniería Agrícola.
- Consultoría técnica de equipamiento e infraestructuras agrícolas para su introducción en los sistemas productivos.
- Servicios de gestión de la información y el conocimiento científico técnico en temáticas de la Ingeniería Agrícola.
- Asesoría y ejecución de programas, evaluaciones, estudios y otras acciones de interés estatal en el campo de la Ingeniería Agrícola.