

Evaluación de le eficiencia productiva en la fabricación de piensos. Caso molinos Cienfuegos

Productive efficiency assessment in the manufacture of feed. Cienfuegos Mills case

DOI: 10.17981/ijmsor.02.01.03

Case Study - Reception Date: October 20, 2016 - Acceptance Date: December 12, 2016

Hernán Hernández Herrera

Universidad de la Costa.
Barranquilla, Colombia. hhernand16@cuc.edu.co

Arelis Machado Reyes

Empresa Piensos Cienfuegos.
Cienfuegos, Cuba. tacnicpc@enet.cu

Jesús González Crespo

Empresa Piensos Cienfuegos.
Cienfuegos, Cuba. tacnicpc@enet.cu

To reference this paper:

H. Hernández Herrera, A. Machado Reyes and J. González Crespo "Evaluación de le eficiencia productiva en la fabricación de piensos. Caso molinos Cienfuegos" IJMSOR, vol. 2, no. 1, pp. 16-21, 2017. DOI: 10.17981/ijmsor.02.01.03

Resumen-- En el trabajo se realizara una Evaluación de Producción Más Limpia en la Empresa Productora de Piensos Cienfuegos. Se realizó un estudio detallado de las entradas y salidas del proceso, para identificar las opciones de mejoras e implementar un Plan de Producción Más Limpia. Se propone un plan de medidas, al cual previamente se le ha fundamentado su factibilidad técnica y económica, que incluye acciones de aplicación inmediata que proponen aplicar buenas prácticas operativas para el uso eficiente de las materias primas, otras que requieren cambios tecnológicos en el proceso y cambio de materias primas, las cuales permiten mejorar el desempeño de la empresa al obtener un beneficio económico, a la vez que se disminuyen los impactos negativos al medioambiente al: Primero, reducir el consumo de materias primas en 2778.53 T y \$ 1 146653.71. Segundo, reducir los residuos sólidos en 298.66 T y \$ 158887.12. Y tercero, reducir el costo de energía eléctrica en \$ \$ 71178.1

Palabras claves-- fabricación de piensos, molinos de pienso, desempeño productivo, eficiencia productiva, balance de masa

Abstract-- In paper a Cleaner Production Assessment is carry out in Cienfuegos Animal Feed Manufacturing Company. A detailed study of the inputs and outputs of the process was performed in order to identify improvement options and implement Cleaner Production Plan. As a result it is proposed an action plan, which has been previously based its technical and economic feasibility, which includes immediate enforcement actions that intend to implement good operating practices for the efficient use of water, energy and raw materials, others that require technological changes in the change process and raw materials, which can improve the performance of the company to obtain an economic benefit to while decreasing negative environmental impacts to: First, reducing consumption of raw materials in \$ 1 2778.53 and 146653.71 T. Second, reducing solid waste in \$ 158,887 and 12 298.66 T. And third, reducing the cost of electricity in \$ \$ 71178.1

Keywords-- Feed grinding, feed mills, productive performance, productive efficiency, mass balance

I. INTRODUCCIÓN

La producción de piensos balanceados en Cuba tiene una larga tradición, comenzó industrialmente en el año 1965 como parte de los programas emprendidos por la Revolución para asegurar la soberanía alimentaria de la nación.

La producción de piensos en 2011 en nuestro país fue de 900 000 toneladas y en la actualidad se desarrolla un proceso inversionista encaminado a incrementar los niveles de producción a los valores cercanos a los 2 000 000 de toneladas alcanzados a finales de la década de los 80 del siglo pasado.

Los altos volúmenes de producción a que se aspira deben ejecutarse con la eficiencia productiva y energética requerida, a lo que se hace referencia en los lineamientos 87, 177, 184,218 y 244, 252, 253 del PCC.

Si se realiza un análisis de los indicadores energéticos de la producción de piensos en el año 2012 y se compara con los indicadores obtenidos en países desarrollados, se concluye que se producen 813 320.65 toneladas de pienso con un consumo eléctrico de 7 238.6 MW, a razón de 8.9 Kwh/T; si esa producción se hubiese logrado con un indicador de consumo similar al de EUA, 5.76 Kwh/ T; se habrían ahorrado 2 553.83 MW que representa 766 148 USD; si este mismo análisis se realiza para las tres Empresas Productoras de Piensos en Cuba y se utiliza como índice de consumo el de la Empresa Piensos Occidente 7.9 Kwh/ T; se habrían ahorrado 813.4 MW que representa 244 019 USD. [1]- [5]

Si se realiza un análisis similar para los indicadores productivos, analizando las pérdidas que se producen por mermas y barreduras se obtiene que el consumo de materias primas en 2012 en Cuba fue de 834 325 toneladas para producir 813 320 toneladas de pienso con un índice de consumo de 0.97; si esa producción se hubiese logrado con indicadores de consumo similares al de EUA con un valor de 0.99 se hubieran consumido 821 453 toneladas de materias primas lo que representa un ahorro de 12 871 toneladas con un valor estimado de 6 millones de USD; un análisis comparativo entre las tres empresas nacionales muestra que de haberse producido con el índice de consumo de materias primas de piensos centro 0.978 durante el 2012 se hubieran ahorrado 2 709 toneladas con un valor de 1,2 millones de USD, en cambio con el índice de consumo de la Empresa Pienso Occidente 0.972 se hubiera incurrido en una pérdida de 2 423.9 toneladas y 1 010 391.8 USD.

La variabilidad que se presenta en nuestras propias industrias indica la carencia de un Sistema de Gestión energético-productivo que rija el control de los recursos con que se cuenta en el país.

El presente trabajo está orientado a realizar una evaluación de Producción Más Limpia con énfasis en el uso eficiencia de las materias primas y la energía.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La Empresa Productora de Piensos Cienfuegos perteneciente al Ministerio de la Agricultura fue creada el 4 de Enero de 1982 y tiene como Misión “*Producir y comercializar variedades de piensos, cumpliendo con los requisitos y exigencias del cliente, contando con una tecnología de avanzada y personal altamente calificado para satisfacer, de manera eficiente, las necesidades de la alimentación animal*”. En la tabla 1 se puede apreciar un resumen de sus resultados productivos.

TABLA 1. PRODUCCIÓN DE PIENSOS.

Año	2010	2011	2012
Producción de piensos, t	136 658	131 491	139 929

SOURCE:

En la figura 1 se puede apreciar la estructura de los costos de producción, el 86 € de los gastos de operaciones están dedicados a las materias primas, ratificándose la vital de importancia de asegurar el uso eficiente de las materias primas. [10]

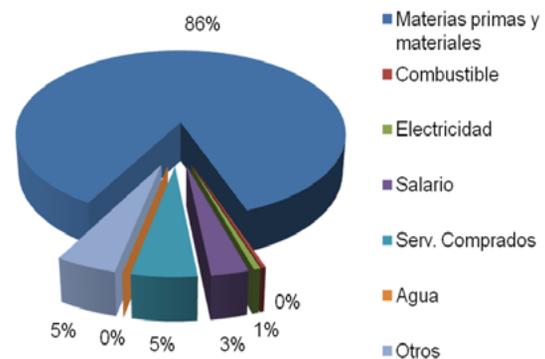


Fig. 1. Estructura de gastos.
SOURCE:

El proceso tecnológico de la Empresa productora de piensos Cienfuegos está dividido en varias etapas: Recepción y almacenamiento de materias primas, molienda, dosificación, mezcla, a partir de aquí este se divide en dos, en el caso que se vayan a fabricar piensos pelletizados el producto va a la etapa de prensado y continúa hasta el proceso de venta, sino va directamente al proceso de ventas.

A. Balance de materiales.

En la figura 1 se muestra el diagrama de Entradas-Salidas de fábrica de piensos. [6]- [9]

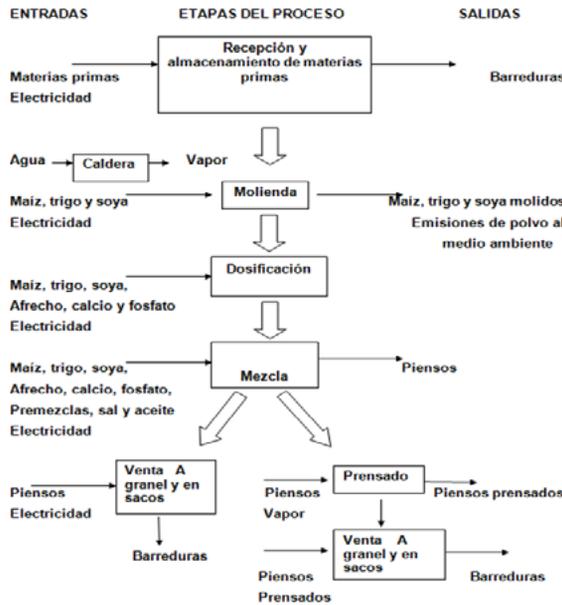


Fig 2. Diagrama de Entradas Salidas. SOURCE:

En la figura 2 se resume el consumo de materias primas en el año 2012

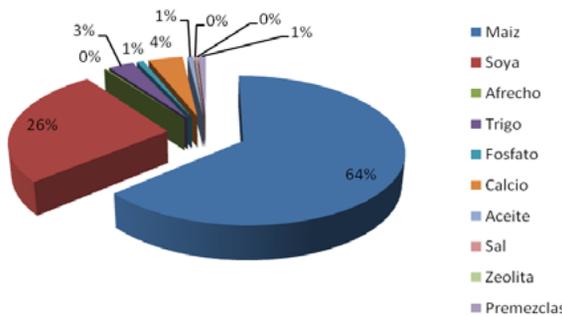


Fig 3. Consumo de materias primas. Año 2012. SOURCE:

En la tabla 2 se muestra el consumo de las principales materias primas en toneladas y el consumo total de 135 606 t.

TABLA 2 – CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS (T). 2012

Maíz	Soya	Afrecho	Trigo	TOTAL
862,74	35,805	291	4,108	135,606

SOURCE:

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el año 2012 la empresa vendió 512 t de barredura, en la figura 4 se muestra el comportamiento de la emisión de barredura respecto de conjunto con la producción de pienso.

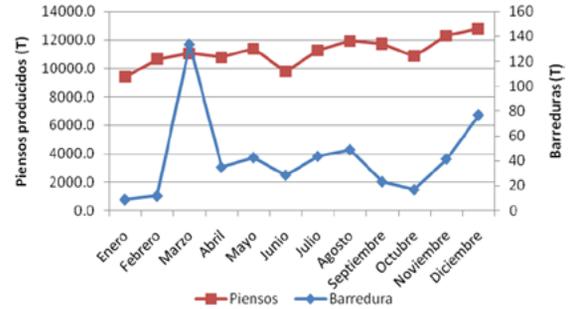


Fig 4. Producción de pienso y barredura. 2012. SOURCE:

La empresa aunque vende 512 t de barreduras con un valor de 67 374 deja de comercializar esta cantidad de piensos para los animales con un valor de \$ 272 889 causando una afectación económica de \$ 205 515.

Para realizar el balance de masa se dividió el proceso de fabricación de piensos en dos partes: desde que las materias primas entran por la pesa de 60 Toneladas hasta la báscula de proceso de 5 toneladas y desde la báscula de 5 toneladas hasta la salida de los piensos por la pesa de 60 toneladas. [11]- [14]

El resultado del pesaje a la entrada de la fábrica (pesa de 60 t) fue de 138 139 t y en la pesa de entrada a proceso de 135 606 t, la diferencia de 2 532 t representa una pérdida importante de materias primas con un valor mayor de 900 000 USD que no se toman en cuenta en la evaluación de los indicadores productivos de la empresa que se calculan a partir del pesaje a entrada del proceso.

Para el balance de masa del proceso se realizó una comparación entre las materias primas que entraron al proceso (MPE) y los piensos producidos (PP) más las barreduras vendidas (BV). [14]- [19]

$$MPE = PP + BV + \text{Masa no identificada}$$

$$135806 = 133 928 + 513 T + \text{Masa no identificada}$$

$$\text{Masa no identificada} = 1365 t$$

Para evaluar el valor de las pérdidas de masa no identificadas es necesario determinar qué cantidad corresponde a cada materia prima a partir del porcentaje de inclusión de cada una de ellas en los piensos, en la tabla 3 se muestra el resultado para las principales materias primas y totales, concluyéndose que en el proceso además de la barredura se pierden durante el año 2012 1 365 toneladas de materia prima con un valor estimado de 563 371 USD.

TABLA 3. RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO.

Materias primas	Entrada al proceso	Salida del proceso	Diferencia	Importe
Maíz	86,274	85,406	868	327,952
Soya	35,805	354,45	360	191,386
Afrecho	291	288	3	457
Trigo	4,108	4,067	41	16,721
Total	135,606	13,4241	1365	563,371

SOURCE:

Como resultado del balance de materias primas se concluye que durante la recepción y almacenamiento de materias primas hay una pérdida de 2 532 toneladas con un valor económico de \$ 942 478 y durante el proceso productivo de 1 365 toneladas con un valor estimado de \$ 563371.67 para un total de 3 897 toneladas con un valor de \$1 505 8497.

Internacionalmente se acepta que la diferencia entre la cantidad de materias primas que entran y los piensos que salen sea de 0.81 %. [15]

Por el consumo de materias primas que tuvo la empresa la pérdida debió haber sido de 1118.92 Toneladas y fue realmente de 3897.45 para una diferencia de 2778.53 toneladas, siendo esta cantidad la posibilidad de ahorro de materias primas que tiene la empresa con su consecuente ahorro económico de 1 146 653.

Para identificar el origen de las pérdidas se realizó un inspección en la fábrica en la que identificaron un grupo de malas prácticas que tienen una importante contribución a las pérdidas: [16]- [21]

- Falta de aislamiento y cubrimiento de la zona de descarga de cereal de forma general que ocasiona que en esta etapa ocurran emisiones de polvo y partículas al medio ambiente.
- No está aislada totalmente la zona de disposición de descarga desde las celdas hasta los camiones, mediante la utilización de conexiones flexibles que permitan ajustarse a las diferentes alturas de los camiones. [22]
- No se comprueba que todos los medios de trasiego de material (elevadores, conductores y tornillo sin fin) se encuentran perfectamente cerrados, así como los enlaces de éstos con las celdas, dosificadores, tolvas y depósitos en general.
- Falta de hermeticidad en las raseras de dosificación.
- Las adiciones manuales de materias primas (premezclas y sal) suelen ser focos de emisión en su manipulación, para evitarlo pueden disponerse sistemas de extracción localizada en dicha etapa con cortinas u otros sistemas equivalentes de aislamiento y recubrimiento en la tolva. También puede estudiarse la disposición de sistemas de adición automática.

- Deficiencias en el **aislamiento** en el área de molienda.

Se realizan además un grupo de recomendaciones para reducir las pérdidas de materia prima.

Aislamiento y cubrimiento de la zona de descarga de cereal de forma integral (tabicando, disponiendo cortinas) en todo el proceso de descarga con el fin de minimizar las emisiones de polvo y partículas en esta etapa. [23]- [25]

Comprobar que todos los medios de trasiego de material (elevadores, conductores y tornillo sin fin) se encuentran perfectamente cerrados, así como los enlaces de éstos con las celdas, dosificadores, tolvas y depósitos en general. Realizar un programa de mantenimiento y seguimiento de los sistemas descritos y nombrar un responsable del mismo así como establecer modos de actuación en caso de detectar averías o incidentes de los mismos. [25]- [30]

Las adiciones manuales de materias primas (premezclas) suelen ser focos de emisión en su manipulación, para evitarlo pueden disponerse sistemas de extracción localizada en dicha etapa con cortinas u otros sistemas equivalentes de aislamiento y recubrimiento en la tolva. También puede estudiarse la disposición de sistemas de adición automática. [31]

Por lo general la automatización de procesos y el control sobre los mismos minimiza de manera significativa las emisiones de material. [32]- [35]

Disposición de extractores, ciclones y colectores de distinta naturaleza con filtros de mangas u otros sistemas de captación de partículas equivalente, en aquellas etapas de proceso o zonas localizadas de la instalación en función de aquellas, más susceptibles de generación de polvo y partículas que no sólo palien el efecto de la emisión sino que sirvan para recuperar el polvo generado. [36]

En caso de la zona de carga a granel, aislar totalmente la zona de disposición de descarga desde las celdas hasta los camiones, mediante la utilización de conexiones flexibles que permitan ajustarse a las diferentes alturas de los camiones. [37]- [39]

En las operaciones de molienda se comprobará el perfecto cerramiento y aislamiento del molino.

- No mezclar los residuos generados en el proceso productivo con la basura.
- Cambios tecnológicos
- Instalar sistema de aspiración de polvo.
- Automatizar la adición de premezclas.
- Modificación de la red neumática. Sustituyendo compresores, planta de tratamiento de aire y cilindros.
- Hermetizar la zona de descarga de cereales a granel.
- Posibilidad de la utilización de sistemas de conducción neumática.
- Sustitución de maíz por afrecho en los piensos desarrollo y crecimiento avícola.

Esta última medida es de gran importancia ya que la cantidad de pienso de los tipos que aceptan el 20 % de afrecho producida fue de 28 900 t, a la que hubiera podido agregar 2 117 t de afrecho como sustituto del maíz, esto habría significado un ahorro de \$813766 MN a la empresa por diferencia de valor entre maíz y afrecho y de 864 400 USD al país por concepto de sustitución de importaciones.

III. CONCLUSIONES

Del balance de masa realizado se concluye que existe una pérdida de 2778.53 toneladas de materias primas con un valor de \$1 146653.71. En la medida que lo que entra se iguale a lo que sale la empresa no solo conseguirá mayores beneficios económicos, sino menor cantidad de residuos y emisiones a la atmósfera, por lo que este indicador es muy significativo.

El origen de las pérdidas esta fundamentalmente en recepción de materias primas, carga a granel, equipos de transportación interna (elevadores, conductores y tornillo sinfín), raseras en celdas de dosificación, área de empaque, adición de microcomponentes y molinación.

La cuantificación de los residuos generados mostró que se generan en este proceso 512.945 toneladas de residuos sólidos o barreduras las cuales son vendidas a la planta de pienso líquido para la fabricación de alimento animal.

Se propone la utilización del afrecho como sustitución del maíz obteniéndose un ahorro de \$ 813766.18

REFERENCIAS

- [1] Thomas, M. A. F. B., & Van der Poel, A. F. B. (1996). Physical quality of pelleted animal feed 1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science and Technology*, 61(1-4), 89-112.
- [2] Maciorowski, K. G., Herrera, P., Kundinger, M. M., & Rieke, S. C. (2006). Animal feed production and contamination by foodborne Salmonella. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 1(3), 197-209.
- [3] Eras, J. J. C., Varela, D. C., Pérez, G. D. H., Gutiérrez, A. S., Lorenzo, D. G., Vandecasteele, C., & Hens, L. (2014). Comparative study of the urban quality of life in Cuban first-level cities from an objective dimension. *Environment, development and sustainability*, 16(1), 195-215.
- [4] Thomas, M., Van Vliet, T., & Van der Poel, A. F. B. (1998). Physical quality of pelleted animal feed 3. Contribution of feedstuff components. *Animal Feed Science and Technology*, 70(1-2), 59-78.
- [5] R. Fiallos Castillo, J. Reyes Vasquez, P. Armas Ramírez, and M. García Carrillo, "Consideraciones para el rediseño de la línea de ensamble de vehículos aéreos no tripulados desarrollados por la Fuerza Aérea Ecuatoriana," *INGE CUC*, vol. 12, no. 1, pp. 51-64, Jun. 2016.
- [6] Eras, J. J. C., Gutiérrez, A. S., Lorenzo, D. G., Martínez, J. B. C., Hens, L., & Vandecasteele, C. (2015). Bridging universities and industry through cleaner production activities. Experiences from the Cleaner Production Center at the University of Cienfuegos, Cuba. *Journal of Cleaner Production*, 108, 873-882.
- [7] Jutzi, S. C., Haque, I., & Tedla, A. (1987). The production of animal feed in the Ethiopian highlands: potentials and limitations.
- [8] Cheeke, P. R. (1991). *Applied animal nutrition: feeds and feeding* (No. 636.085 C444A.). New York: Macmillan.
- [9] Gutiérrez, A. S., Eras, J. J. C., Billen, P., & Vandecasteele, C. (2016). Environmental assessment of pig production in Cienfuegos, Cuba: alternatives for manure management. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2518-2528.
- [10] Wood, J. F. (1987). The functional properties of feed raw materials and their effect on the production and quality of feed pellets. *Animal Feed Science and Technology*, 18(1), 1-17.
- [11] Skoch, E. R., Behnke, K. C., Deyoe, C. W., & Binder, S. F. (1981). The effect of steam-conditioning rate on the pelleting process. *Animal Feed Science and Technology*, 6(1), 83-90.
- [12] Beumer, I. H. (1991). Quality assurance as a tool to reduce losses in animal feed production. *Adv. Feed Technol.*, 6(6).
- [13] C. Saavedra Sueldo, S. Urrutia, D. Paravié, C. Rohvein, and G. Corres, "Una propuesta metodológica para la determinación de capacidades estratégicas en pymes industriales," *INGE CUC*, vol. 10, no. 2, pp. 43-50, 2014.
- [14] Wenk, C. (2000). Recent advances in animal feed additives such as metabolic modifiers, antimicrobial agents, probiotics, enzymes and highly available minerals. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(1), 86-95.
- [15] den Hartog, J. (2003). Feed for food: HACCP in the animal feed industry. *Food control*, 14(2), 95-99.
- [16] Eras, J. J. C., Santos, V. S., Gutiérrez, A. S., Plasencia, M. Á. G., Haeseldonckx, D., & Vandecasteele, C. (2016). Tools to improve forecasting and control of the electricity consumption in hotels. *Journal of Cleaner Production*, 137, 803-812.
- [17] Altintas, Y. (1992). Prediction of cutting forces and tool breakage in milling from feed drive current measurements. *Journal of Engineering for Industry*, 114(4), 386-392.
- [18] Stock, R. A., Lewis, J. M., Klopfenstein, T. J., & Milton, C. T. (2000). Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. *Journal of Animal Science*, 77(E-Suppl), 1-12.
- [19] Galitsky, C., Worrell, E., & Ruth, M. (2003). Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the Corn Wet Milling Industry: An ENERGY STAR Guide for Energy and Plant Managers. Lawrence Berkeley National Laboratory.
- [20] E. A. Pacheco Velásquez, "Un modelo para la optimización de políticas de inventario conjuntas en cadenas de suministro," *INGE CUC*, vol. 9, no. 1, pp. 11-23, 2013.
- [21] Ramakrishnaiah, N., Pratapa, V. M., Sashikala, V. B., & Narasimha, H. V. (2004). Value addition to by-products from dhal milling industry in India. *Journal of food science and Technology*, 41(5), 492-496.
- [22] Klim, Z., Ennajimi, E., Balazinski, M., & Fortin, C. (1996). Cutting tool reliability analysis for variable feed milling of 17-4PH stainless steel. *Wear*, 195(1-2), 206-213.

- [23] Jones Jr, J. B., Wolf, B., & Mills, H. A. (1991). Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing, Inc.
- [24] Hens, L., Cabello-Eras, J. J., Sagastume-Gutiérrez, A., Garcia-Lorenzo, D., Cogollos-Martinez, J. B., & Vandecasteele, C. (2017). University–industry interaction on cleaner production. The case of the Cleaner Production Center at the University of Cienfuegos in Cuba, a country in transition. *Journal of Cleaner Production*, 142, 63-68.
- [25] Balazinski, M., Songmene, V., & Kops, L. (1995). Improvement of tool life through variable feed milling of Inconel 600. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 44(1), 55-58.
- [26] Kurien, P. P., & Parpia, H. A. B. (1968). Pulse milling in India. I-Processing and milling of Tur, Arhar (Cajanus cajan Linn). *Journal of Food Science and Technology (Mysore)*, 5(4), 203-207.
- [27] M. E. Spina, C. Rohvein, S. Urrutia, G. Roark, D. Paravié, and G. Corres, "Aplicación del modelo SCOR en pymes metalmecánicas de Olavarría," *INGE CUC*, vol. 12, no. 2, pp. 50–57, 2016.
- [28] Haridas Rao, P., Leelavathi, K., & Shurpalekar, S. R. (1983). Comparative studies on atta (whole wheat flour) and resultant atta, a by-product of roller flour milling industry. *Journal of Food Science and Technology*, 20(1), 5-8.
- [29] Páramo Bermúdez, G., & Benítez Lozano, A. (2013). Deformación incremental de lámina sin matriz (DIELESS) como alternativa viable a procesos de conformación de lámina convencionales. *INGE CUC*, 9(1), 115–128.
- [30] Koo, W. W., Mao, W., & Sakurai, T. (2001). Wheat demand in Japanese flour milling industry: a production theory approach. *Agricultural Economics*, 24(2), 167-178.
- [31] Cabello, J. J., Sagastume, A., López-Bastida, E., Vandecasteele, C., & Hens, L. (2016). Water Footprint from Growing Potato Crops in Cuba. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(1), 107-116.
- [32] Engin, S., & Altintas, Y. (2001). Mechanics and dynamics of general milling cutters.: Part I: helical end mills. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 41(15), 2195-2212.
- [33] Denkena, B., Boehnke, D., & Dege, J. H. (2008). Helical milling of CFRP–titanium layer compounds. *CIRP Journal of manufacturing Science and Technology*, 1(2), 64-69.
- [34] Suárez, O. J. (2016). Aproximación al origen de la noción de objeto de aprendizaje: revisión histórico - bibliográfica. *INGE CUC*, 12(2), 26–40.
- [35] Altintas, Y., & Montgomery, D. (1991). Mechanism of cutting force and surface generation in dynamic milling. *Journal of Engineering for Industry*, 113(2), 160-168.
- [36] Davis, K. (2001, September). Corn milling, processing and generation of co-products. In 62nd Minnesota Nutr. Conf. Minnesota Corn Growers Assoc. Tech. Symp., Bloomington, MN.
- [37] Jeong, Y. H., & Cho, D. W. (2002). Estimating cutting force from rotating and stationary feed motor currents on a milling machine. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 42(14), 1559-1566.
- [38] Ramirez, E. C., Johnston, D. B., McAloon, A. J., Yee, W., & Singh, V. (2008). Engineering process and cost model for a conventional corn wet milling facility. *Industrial Crops and products*, 27(1), 91-97.
- [39] Sai, W. B., Salah, N. B., & Lebrun, J. L. (2001). Influence of machining by finishing milling on surface characteristics. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 41(3), 443-450.
- [40] Yazar, Z., Koch, K. F., Merrick, T., & Altan, T. (1994). Feed rate optimization based on cutting force calculations in 3-axis milling of dies and molds with sculptured surfaces. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 34(3), 365-377.