Revisión bibliográfica sobre el uso de los ensilajes en la alimentación porcina ecuatoriana.

Arévalo Ramon Henry Andres1[1]
Agp2017009@uea.edu.ec

Caicedo Willan, D. Sc[1]
wcaicedo@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agropecuaria ([1])

Resumen

Este trabajo tiene por finalidad analizar resultados de investigaciones sobre las técnicas de fermentación de subproductos agrícolas para la alimentación de cerdos. Se realizó una revisión bibliográfica de la fermentación en estado sólido (FES) y líquido (FEL) a base de residuos agrícolas para la alimentación de cerdos. En esta investigación se presenta aspectos relacionados a la caracterización química de FES y FEL de subproductos agrícolas para uso en porcinos, la digestibilidad e indicadores productivos de cerdos alimentados con FES y FEL de subproductos agrícolas. Se concluye que los subproductos más usados para realizar FES y FEL son los alimentos energéticos y bajos en fibra generando un alimento de alta disponibilidad de nutrientes y con presencia de microorganismo (bacterias, levaduras y hongos filamentosos) que aumentan la digestibilidad y salud intestinal del cerdo además de inhibir metabolitos secundarios de especies vegetales y la presencia de microorganismos patógenos en el sistema digestivo de porcinos.

Palabras Clave*:* ensilado, recursos agrícolas, digestibilidad, comportamiento productivo, cerdos.

Abstract

The purpose of this work is to analyze research results on fermentation techniques of agricultural by-products for pig feeding. A bibliographic review of solid state fermentation (SSF) and liquid state fermentation (LF) of agricultural residues for swine feed was carried out. This research presents aspects related to the chemical characterization of FES and FEL from agricultural by-products for use in swine, digestibility and productive indicators of pigs fed with FES and FEL from agricultural by-products. It is concluded that the most used by-

products to make FES and FEL are energetic feeds and low in fiber, generating a feed with high availability of nutrients and with the presence of microorganisms (bacteria, yeasts and filamentous fungi) that increase the digestibility and intestinal health of the pig, besides inhibiting secondary metabolites of plant species and the presence of pathogenic microorganisms in the digestive system of pigs.

Key words: silage, agricultural resources, digestibility, productive behavior, pigs.

1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina va en aumento cada año, con incremento considerable tanto para los grandes y pequeños productores y se estima que la producción seguirá desarrollándose a nivel mundial ya que es un animal con buena conversión alimentaria. Los ensilajes son considerados como la técnica de garantía para las épocas de escases de alimentos, con la ayuda del ensilaje en la alimentación porcina podría amortiguar los costos de producción y aumentar la ganancia de peso de los animales llevar a cabo una producción eficiente (Caicedo, Valle, & Velázquez, 2012).

En la producción porcina, el consumo de alimento es diferente en dependencia en la etapa reproductiva que se encuentre el animal ya sea crecimiento o engorde, con un total de consumo de seis quintales de alimento balanceado, cuyo precio aproximado es de $24 dólares americanos (el precio varía según la marca).

Para el caso de la cría de lechones, su precio está alrededor de los $80 dólares americanos, debiendo considerar también los costos que se generan por medicamentos como vacunas y purgantes, con un total de $5 dólares americanos. Adicionalmente, se debe considerar el buen manejo durante su crianza ya que caso contrario se podrían generar $228 dólares americanos como gastos adicionales para la recuperación de cada cerdo (Aranda, 2019).

La demanda de alimentos e insumos balanceados para la producción porcina se ha visto afectada por el aumento de costos de diferentes ingredientes debido a la crisis mundial, cada día suben los costos del maíz y soya, causando un alza indeseada de los balanceados y alimentos hechos para la producción porcina (Caicedo & Caicedo, 2021).

El costo de la alimentación representa el 70% del total en una explotación porcina siendo de gran importancia el uso de subproductos agrícolas propios de la zona como una alternativa

viable para paliar los altos costos de las materias primas, y la competencia con alimento de consumo humano (Rostagno, y otros, 2017).

De acuerdo con Nasseri, Rasoul, Morrowvat y Ghasemi (2011), se conoce que los alimentos fermentados constituyen una alternativa en la alimentación de monogástrico y poligástricos, con la presencia de microorganismos productores de enzimas y de proteína microbiana o unicelular PUC o SCP, por sus siglas en inglés single cell protein, y que los cerdos comerciales requieren de una dieta que contenga principalmente alimentos energéticos y proteicos, para experimentar un óptimo desarrollo en las diferentes etapas de producción.

La importancia de la fermentación tanto sólida como líquida data de hace miles de años por su uso principalmente en la alimentación tanto en oriente como en occidente. Con el transcurso del tiempo estas biotecnologías se han llevado a gran escala por su significativo interés en la industria de alimentos para personas y animales, farmacéutica, bioquímica, entre otras (Soccol, y otros, 2017).

El Ecuador cuenta con casi dos millones y medio de hectáreas dedicadas tanto para cultivos permanentes como no permanentes, de los cuales, aproximadamente 130 mil son consideradas como desperdicios (INEC, 2021), por lo que la FES y la FEL, se muestran como una alternativa para la generación de alimentos proteico-energéticos de calidad a bajo costo, lo que permite mejorar la rentabilidad en la producción porcina. La ventaja de su uso radica en la utilización de residuos de bajo nivel nutricional que al pasar por el proceso de fermentación se convierten en alimentos de gran valor nutricional; razón por la cual, se constituyen en una alternativa económicamente viable y ambientalmente sostenible, ya que de no darle un adecuado manejo a este tipo de residuos a largo plazo se convertirán en fuentes de contaminación ambiental (Borrás & Torres, 2016).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Revisar de forma documental los tipos de ensilajes en la producción porcina ecuatoriana.

1.1.2 Objetivos específicos

- Describir documentadamente los principales tipos de ensilajes para la alimentación porcina.
- Evaluar las propiedades nutricionales obtenidas de los diferentes tipos de ensilajes en la producción porcina.
- Comparar los resultados obtenidos de la alimentación a base de ensilajes documentados.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1 Tipo o Diseño de Investigación

En este estudio se utilizó una investigación no experimental, exploratorio documental, de fuentes de información primaria y secundarias de acuerdo con Osorio, Belkis y Añez (2016), publicadas en inglés y español, sobre el uso de los ensilajes en la alimentación porcina ecuatoriana.

2.2 Métodos de Investigación

Para este estudio se utilizó el método exploratorio documental. Para ello se realizó una búsqueda sistemática, de fuentes de información primaria y secundaria (Osorio, Belkis, & B., 2016). Las fuentes de información primaria fueron: artículos de investigación contenidos en revistas científicas, libros. Las fuentes de información secundaria fueron: libros que interpretan otros trabajos y artículos de revisión y repositorios de tesis.

En el objetivo número uno se incluyen el uso de ensilajes en la producción y alimentación porcina ecuatoriana, ya que es un método con el cual se puede reducir los costos de producción, se definieron variables universales o estandarizadas (materia orgánica, materia seca, proteína bruta, fibra bruta, energía, extracto libre de nitrógeno y energía bruta) que permitan hacer un análisis y comparación transversal para cumplir el objetivo específico uno. Para la elección de los ensilajes a ser descritos documentalmente se prefirió de aquellos que por las condiciones climáticas del país se encuentran durante todo el año y aquellos que garanticen un alto aporte nutricional para la producción porcina:

- Ensilaje de papa
- Ensilaje de banano orito
- Ensilaje de la fruta de chontaduro

- Ensilaje de tubérculos y follaje de taro.

En el objetivo número dos se incluyen el evaluar las propiedades nutricionales obtenidas en diferentes tipos de ensilajes para la producción porcina ecuatoriana, los criterios a considerar son los siguientes:

- Contenido de proteína
- Costo de producción
- Efectividad en la alimentación.

En el objetivo número tres se incluye el mostrar resultados de la alimentación a base de ensilajes más comida diaria en cerdos, ya que se podría implementar un diferente tipo de ensilaje en dependencia del ciclo por el cual este cruzando el cerdo.

2.2.1 Método exploratorio

Para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación se definieran diferentes etapas, posteriormente se organizará de manera secuencial y cronológica cada una de las actividades en esta investigación. Finalmente, se concretará el proceso para la búsqueda exploratoria documental para la búsqueda de la información. Este proceso se encuentra detallado de manera específica a continuación:

- Análisis y definición de la necesidad de la información: Existe la necesidad de identificar estudios experimentales relacionados con los usos de los ensilajes en la alimentación porcina ecuatoriana.
- Nivel y cobertura de la búsqueda: Para este estudio se consideraron las fuentes bibliografías de los últimos 10 años y la cobertura geográfica en la que se centra la investigación fue a nivel de Continente Americano. La tipología documental seleccionada para este estudio fueron artículos de investigación y de revisión, fuentes oficiales gubernamentales, libros y Repositorios de tesis.

2.3 Elección de las fuentes de información

Para la obtención de las fuentes de información primaria y secundaria se recurrieron a las bases de datos (BD): Scielo (FAPESP and BIREME; Brasil), Redalyc (UAEM) y Google académico (Google, LLC - Alphabet Inc; USA) y repositorios de tesis: Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador, Red de Repositorios de tesis de latinoamericanos.

2.3.1 Estrategias para la búsqueda de la información

Para la búsqueda de información se utilizaron palabras claves y operadores lógicos (Or) en los casos que las palabras fueron sinónimos. Cuando se combinaron palabras claves como; porcinos, nutrición, requerimientos alimenticios, etapas de desarrollo, fueron separadas por punto y coma.

Los criterios de inclusión considerados para la búsqueda fueron los siguientes:

- Términos para la búsqueda de la información. Los términos se buscaron en español inicialmente, posteriormente, se realizaron búsquedas en el idioma español y como última alternativa de búsqueda en el idioma inglés. Las palabras claves fueron los siguientes: porcinos, chanchos, ensilajes, alimentación, Ecuador, fermentación, FES, FEL.
- Año de publicación.
- Número de estudios. Entre los estudios que arrojaron las búsquedas se seleccionaron al menos 25 artículos científicos, 1libros y 9 tesis pregrado según los criterios de inclusión.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- Información que no tenga relación con el tema de esta revisión bibliográfica.
- Información que no tenga una fuente oficial o verificable, estudios que no presenten rigurosidad científica, en el caso de artículos, aquellos que hayan sido publicados en revistas que no se encuentren indexadas.

2.3.2 Valoración de los resultados

Se consideraron varios criterios de valoración: Pertinencia al problema de investigación, correspondencia con las variables declaradas en el estudio.

2.3.3 Manejo de la información

Sé realizó una lectura crítica de los documentos bibliográficos seleccionados, posteriormente se identificaron y agruparon por separado los documentos que contienen información para el cumplimiento de cada uno de los objetivos. Para el análisis de las variables o criterios de cada uno de los objetivos específicos, se elaboraron tablas en hojas de cálculo utilizando el software Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation; USA). Las tablas con información para el cumplimiento del objetivo específico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Composición química de los ensilajes para la producción porcina

En la producción porcina se busca reducir los costos de producción en las diferentes etapas de desarrollo de los cerdos, en Ecuador el uso de ensilajes no es muy mencionado por los porcicultores, ya sea por falta de información y método de uso, ya que la formulación de estos no demanda mucho tiempo ni dinero, generando grandes beneficios.

En las diferentes regiones del Ecuador existen productos para la implementación de ensilajes para los porcinos como, por ejemplo; banano orito, chontaduro, taro y papa, dependiendo a la etapa de desarrollo de los animales puede variar su utilización, como ganancia de peso, aumento de lactancia para cerdas en gestación. En la tabla 1 se muestran los principales componentes químicos de los ensilajes que se han empleado para la alimentación porcina.

Para la elaboración de ensilados se han usado materias primas locales que presentan bajos costos y que se encuentren disponibles durante todo el año. Los subproductos agrícolas energéticos combinados con melaza y fuentes de inóculos de levaduras y bacterias lácticas han sido usados como sustratos para la producción de FES y FEL, ya que estabilizan el pH, minimizan o eliminan los metabolitos secundarios, se produce proteína microbiana y conservan el alimento por tiempo prolongado (Rondón, y otros, 2013).

Tabla 1. Composición química de subproductos agrícolas.

Productos / ensilajes	MO, %	MS, %	PB, %	FB, %	Ceniza, %	EE, %	ELN, %	EB kcal/kg, %	Referencias
Tubérculo de taro y follaje de taro.	95.25	30.9	12.1	3.24	4.74	2.89	77	17.88	Caicedo, W., Viáfara, D., Pérez, M., Ferreira, F.N.A., Asitimbay, Magaly, Gavilanes, Zoila, Valle, S., & Ferreira, W.M. (2020)
Fruto de chontaduro.	-	39.6	6.89	3.76	4.69	11.1	73.6	4660	Caicedo, W., Ferreira, F.N., Viáfara, D., Guamán, A., Socola, C., Moyano, J.C., (2019)
Ensilaje de papa	-	26.64	10.13	2.61	10.60	3.18	76.67	3809.43	Caicedo, W y Caicedo, L. (2021)
Ensilaje de banano orito	-	45.9	13.1	2.72	9.95	3.74	77.3	3847	Caicedo, W., y Flores, A. (2020)

MO: Materia orgánica
MS: Materia seca
PB: Proteína bruta
FB: Fibra bruta
EE: Extracto etéreo
ELN: Extracto libre de nitrógeno
EB: Energía bruta

3.2 Comportamiento productivo en cerdos alimentados con ensilajes

En la etapa de crecimiento, los mejores resultados de ganancia de peso diario en (kg) presentó el ensilaje de tubérculos de papa china 0,94, zanahoria blanca 0,94, cascara de plátano 0,92, FES banano orito 0,85, ensilaje de papa 0,84, camote 0,83, caña de azúcar tallo 0,604 y en la etapa de engorde con la harina de chontaduro 802.24, harina de árbol de pan 0,72, harina gandul 4,32, cascara de plátano 1.22, camote 1.04, FES banano orito 0,99, caña de azúcar (tallo) 0,702 y en destete FES banano orito 0,49. En la tabla 2 se muestra los indicadores productivos referentes al peso final, ganancia diaria, consumo y conversión alimentaria en las diferentes categorías porcinas.

Los indicadores productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimentaria, peso y rendimiento de la canal) de los cerdos están influenciados directamente con el tipo y disponibilidad de nutrientes del alimento (Arce, y otros, 2017); Rondón, Ojito, Laurencio, Milián y Pérez (2013) manifiestan que los probióticos presente en los alimentos producidos por fermentación proporcionan un ambiente eubiótico en el TGI de los animales al emplear biopreparados en la dieta de cerdos, obtuvieron altos índices de incremento de peso y ganancia de peso, menor incidencia de diarreas y en consecuencia alta productividad.

Tabla 2. Comportamiento productivo de ensilaje para uso porcino.

Subproductos agrícolas	Días de tratamiento.	Niveles de inclusión, %	Peso inicial, kg	Peso final, kg	Ganancia de peso diaria, kg	Consumo diario de alimento, kg	Conversión alimentaria, kg/kg	Referencias
Tubérculo de taro y follaje de taro.	-	30	12	29,06	0,53	1,11	2,09	Caicedo, W., Viáfara, D., Pérez, M., Ferreira, F.N.A., Asitimbay, Magaly, Gavilanes, Zoila, Valle, S., & Ferreira, W.M. (2020)
Fruto de chontaduro.	60	90	32	-	0,94	0,10	-	Caicedo, W., Ferreira, F.N., Viáfara, D., Guamán, A., Socola, C., Moyano, J.C., (2019)
Ensila de papa	47	40	25,47	60,72	0,84	1,50	1,79	Caicedo, W y Caicedo, L. (2021)
Ensilaje de banano orito	110	50	173	217		1,54	2,35	Caicedo, W., y Flores, A. (2020)

4. CONCLUSIONES

- La revisión documental de la fermentación en estado sólido y líquido permitió identificar aquellos insumos que acorde a la realidad de producción del Ecuador pueden ser utilizados para la producción de alimentos de bajo costo y con altos beneficios nutricionales para los porcicultores.
- La descripción documentada de los principales tipos de ensilaje permitió identificar que los subproductos agrícolas procesados por fermentación pueden ser utilizados en la alimentación de cerdos, ya que estos productos conservan las características nutricionales e inhiben el desarrollo de microorganismos putrefactivos y patógenos (coliformes, hongos, levaduras), y mejoran el rendimiento productivo.
- La caracterización de propiedades nutricionales de los distintos ensilajes permitió identificar los ensilajes más adecuados para cada etapa de crecimiento de los cerdos, brindando opciones a los porcicultores que les permita mejorar su rentabilidad.

5. REFERENCIAS

Aranda, F. (2019). *Alternativas nutricionales en cerdos, en etapa de crecimiento, para disminuir los costos de producción.* Recuperado el 1 de Diciembre de 2021, de Alternativas nutricionales en cerdos, en etapa de crecimiento, para disminuir los costos de producción: http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6849/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000052.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arce, C., Aranda, E., Osorio, M., González, R., Díaz, P., & Hinojosa, J. (2017). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 8*(1), 83-91. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265649561009

Borrás, L., & Torres, G. (2016). Producción de alimentos para animales a través de fermentación en estado sólido – FES. *ORINOQUIA, 20*(2), 47-54. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092016000200007&lng=en&tlng=es.

Caicedo, Q. W., Valle, R., & Velázquez, R. (2012). Diagnóstico participativo para la producción porcina en el medio periurbano y rural del cantón Pastaza Ecuador. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-9. Obtenido de http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Diagn%C3%83%C2%B3stico%20participativo%20para%20la%20producci%C3%83%C2%B3n%20porcina%20en%20el%20medio%20periurbano%20y%20rural%20del%20cant%C3%83%C2%B3n%20Pastaza.pdf

Caicedo, W., & Caicedo, L. (2021). Comportamiento productivo de cerdos comerciales en crecimiento alimentados con ensilado de papa de rechazo. *Livestock Research for Rural Development, 33*. Obtenido de http://www.lrrd.org/lrrd33/4/3351orlan.html

Caicedo, W., & Flores, A. (2020). Características nutritivas de un ensilado líquido de banano orito (Musa acuminata AA) con tubérculos de taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) y su efecto en cerdos de posdestete. *Revista de Investigación Veterinaria Perú, 31*(1), 1-14.

Caicedo, W., Ferreira, F. N., Viáfara, D., Guamán, A., Socola, C., & Moyano, J. C. (2019). Composición química y digestibilidad fecal en cerdos del fruto de chontaduro (Bactris gasipaes Kunth) fermentado. *Livestock Research for Rural Development, 31*(140). Obtenido de http://www.lrrd.org/lrrd31/9/orlando31140.html

INEC. (2021). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua - ESPAC.* Obtenido de Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua - ESPAC: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/

INIAP. (2020). *INFORME ANUAL 2020.* Obtenido de INFORME ANUAL 2020: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5714/1/iniapeecaIARF2020.pdf

MAGAP. (2020). *Ecuador se proyecta a ser exportador de papa*. Obtenido de Ecuador se proyecta a ser exportador de papa: https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-proyecta-a-ser-exportador-de-papa/

Nasseri, A., Rasoul, S., Morrowvat, M. H., & Ghasemi, Y. (2011). Single Cell Protein: Production and Process. *Amrican Journal of Food Technology*, 1-14. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/49619680_Single_Cell_Protein_Production_and_Process

Osorio, A., Belkis, E., & B., A. (2016). Estructura referencial y prácticas de citación en tesis doctorales en educación. Revista de Investigación. *Revista de Investigación*, 105-122. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142016000300006&lng=es&tlng=es.

Rodriguez, D., Álvarez, J., & Narváez, C. (2019). Técnicas cuantitativas de investigación de mercados aplicadas al consumo de carne en la generación millennial de la ciudad de Cuenca (Ecuador). *Espacios, 40*, 20. Obtenido de http://www.revistaespacios.com/a19v40n32/a19v40n32p20.pdf

Rondón, A. J., Ojito, Y., Arteaga, F. G., Laurencio, M., Milián, G., & Pérez, Y. (2013). Efecto probiótico de Lactobacillus salivarius C 65 en indicadores productivos y de salud de cerdos lactantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 47*(4), 401-407. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/1930/193029815013.pdf

Rostagno, H., Teixeira, L., Lopes, J., Kazue, N., Guiherme, F., Saraiva, A., . . . De Toledo, S. &. (2017). *Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos nutricionales.* Departamento de Zootecnia, Universidad Federal de Viçosa.

Soccol, C. R., Ferreira da Costa, E. S., Junior, L. A., Karp, S. G., Lorenci, K., & Porto de Souza, L. (2017). Recent developments and innovations in solid state fermentation. *Biotechnology Research and Innovation, 1*(1), 52-71. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2452072116300144?token=5323EF36273543CE952523209AE616A629968A24AA6F8E63E55B76D4F29A817A15954EC9FD73A4F469772BB27E048C7B&originRegion=us-east-1&originCreation=20220216225934

Sócola, G. (2019). *Composición química y digestibilidad aparente de nutrientes del ensilaje de chontaduro (Bactris gasipaes Kunth) en cerdos de recría Landrace x Duroc x Pietrain.* Obtenido de Composición química y digestibilidad aparente de nutrientes del ensilaje de chontaduro (Bactris gasipaes Kunth) en cerdos de recría Landrace x Duroc x Pietrain: https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/593/1/T.AGROP.B.UEA.1121.pdf

Vargas, J., Caicedo, W., Samaniego, E., & Valle, S. (2017). Características fermentativas de ensilajes de tubérculos de taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) con caña de azúcar (POJ93) para la alimentación porcina. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18*(12), 1-10. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/636/63654640027.pdf

Viáfara, D., Caicedo, W., Pérez, M., Ferreira, F. N., Asitimbay, M., Gavilanes, Z., . . . Ferreira, W. M. (2020). Chemical composition and productive performance of silage of taro tubers and foliage (Colocasia esculenta L. Schott) in rearing pigs. *Cuban Journal of Agricultural Science, 54*(3), 355-363. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802020000300355&lng=es&tlng=es

Villota, J. (2019). *Evaluación físico química del ensilaje de papa (Solanum tuberosum.l).* Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18626/1/T-UCE-0014-MVE-050.pdf

6. ANEXO

6.1 MARCO TEÓRICO

6.1.1 Producción porcina a nivel mundial

Rodríguez, Álvarez y Narváez (2019), afirman que el consumo mundial de carne animal ha ido aumento al pasar de los años, esto se ve más prolongado en unas regiones del país mientras que en otra se ha quedado estancado probablemente por el gran número de pobladores veganos existentes. De acuerdo a las proyecciones brindadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la producción mundial de carne de cerdo entre el 2010 y el 2019 se incrementó en 1.23%.

6.1.2 Fermentación en estado sólido (FES)

La FES consiste en "hacer crecer un microorganismo sobre un sustrato, empleando una fuente de nitrógeno y sales mineralizadas (ricas en macro y micronutrientes), bajo ciertas condiciones de humedad, pH, aireación y temperatura" (Borrás & Torres, 2016), adicionalmente se caracteriza por no presentar agua libre en su estructura, aunque conlleva determinados requerimientos de humedad. El Ecuador por sus diversos climas y regiones naturales permite la siembra y cosecha durante todo el año de frutas, hortalizas, verduras, etc., mismas que a su vez a través de los procesos de fermentación se pueden transformar en alimentos económicos y de gran valor nutricional para la alimentación de diversas especies animales. A continuación, se describen algunos de los principales ensilajes elaborados para la producción porcina:

- ***Ensilaje de papa:*** La papa (*Solanum tuberosum*), es uno de los cultivos más consumidos por la población ecuatoriana, a pesar de pertenecer a los cultivos transitorios se lo obtiene durante todo el año. El Ecuador cuenta con una superficie aproximada de 50 mil hectáreas con un total de cosecha al año de 300 mil toneladas (MAGAP, 2020). Según Villota (2019) el porcentaje de desperdicio anual en la cosecha de papa en una temporada normal es de aproximadamente el 14%; sin embargo, en épocas en que baja el precio de la papa este desperdicio puede llegar al 39%, por lo que resulta beneficioso su ensilaje como una alternativa para la alimentación porcina cuyos beneficios nutricionales se describen en la Tabla 1.
- ***Ensilaje de banano orito:*** EL banano orito, al igual q la papa es uno de los cultivos más consumidos por la población ecuatoriana, debido a que se lo obtiene durante todo

el año. Acorde a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) el Ecuador cuenta con una superficie aproximada de 6 mil hectáreas con un total de cosecha al año de 33 mil toneladas, generando un desperdicio de aproximadamente 813 hectáreas (INEC, 2021), por lo que resulta beneficioso su ensilaje como una alternativa para la alimentación porcina cuyos beneficios nutricionales se describen en la Tabla 1.

- ***Ensilaje de la fruta de chontaduro:*** El chontaduro (*Bactris gasipaes kunth*) pertenece a la familia de las palmáceas y es conocido con nombres comunes de acuerdo con la región donde se consume. Ha sido cultivado desde hace siglos por las comunidades indígenas de la Amazonía, tanto para consumo humano y de animales de interés zootécnico (INIAP, 2020), sus meses de cultivo son de enero a abril y de julio a octubre, los residuos utilizados en la alimentación porcina no son bien aprovechados ya que son frutos pequeños, partidos y cascaras, por lo que la mejor forma de aprovechar al máximo sus nutrientes es en forma de ensilaje (Sócola, 2019), fermentación en estado sólido dando como resultado un enriquecimiento en valor nutricional y más eficiente en la dieta del chancho (Caicedo, y otros, 2019), cuyos beneficios nutricionales se describen en la Tabla 1.

6.1.3 Fermentación en estado líquido (FEL)

La FEL es aquella que se realiza con por lo menos la misma cantidad de agua y de sustrato sólido (Suárez, 2012), este tipo de fermentación es el más utilizado por la industria debido al control sencillo y eficaz de las variables que requiera el proceso, autores como Cujilema, León, Rizo, Taramona y Beltrán (2018) afirman que en este tipo de fermentación recuperar el producto final es más fácil que utilizando la FES. A continuación, se describe el principal ensilaje elaborado para la producción porcina:

- ***Ensilaje de tubérculos y follaje de taro* (*Colocasia esculenta L.* Schott):** En la región amazónica de Ecuador se produce una gran cantidad de tubérculos de taro que al no cumplir con las exigencias los mercados para exportación y consumo interno son desechados (Vargas, Caicedo, Samaniego, & Valle, 2017). La utilización de follaje de taro en forma natural causa irritación y sensación de ardor en la boca y garganta del animal, sino que se obtiene mayor contenido de proteína bruta lo que ayuda a ganar peso en el animal (Viáfara, y otros, 2020).