

ENERGÍAS RENOVABLES EN LA PRODUCCIÓN APÍCOLA - PROVINCIA DE TARMA

Nancy Párraga Melgarejo¹ Raúl Camayo Lapa² Robert Jora Sánchez³

RESUMEN

La utilización racional y sostenible de los recursos naturales, es importante para lograr ventajas competitivas con productos agropecuarios. Con el propósito de evaluar la producción y calidad de la cera de abejas obtenidas en equipos con energía solar con respecto a la obtención de cera tradicional en la Provincia de Tarma; se utilizó el cerificador con tapa de dos vidrios y reflector de espejo, propuesto por Ruiz y Vilcapoma 2014, para extraer la cera de abejas de panales negros que son descartados por los apicultores dentro de la actividad apícola; comparándose con la obtención tradicional; la cera colectada se caracterizó de acuerdo a las normas técnicas de control de calidad de ceras de abejas del laboratorio tecnológico del Uruguay (LATU). Los ensayos de extracción de cera de panales usados nos dieron como resultado luego de los análisis físicos químicos de las muestras de cera colectada, que el mayor rendimiento cuali y cuantitativo se obtiene con el cerificador estando dentro de los parámetros de calidad de las normas técnicas. Se concluye que la utilización del cerificador utilizado, resulta un equipo de gran utilidad para extraer cera de abejas por su ventaja comparativa respecto a la cantidad y especialmente la calidad de cera obtenida, además que se reduce la emisión de CO₂ a la atmósfera.

Palabras claves: Cerificador solar, cera de abejas, extracción tradicional, panales de descarte.

INTRODUCCIÓN

Si bien el desarrollo de la apicultura se remonta a épocas antiguas, con el correr de los años y la evolución de la humanidad los sistemas de producción de miel, el manejo de colmenas y las abejas se han tenido que adecuar a los estándares de calidad e inocuidad que exigen los principales mercados en el mundo para obtener un producto con las mejores condiciones de calidad.

A pesar de ser una actividad discreta que no llama la atención. Sin embargo, en todo el mundo existen proyectos para que los pequeños productores implementen la apicultura: una forma de ayudar a la gente a fortalecer su sistema de vida y desarrollo y asegurar la continuidad del hábitat y de la diversidad biológica.

La gente que convive con problemas de carácter económico a veces posee otros bienes o

ABSTRACT

The rational and sustainable use of natural resources is important to achieve competitive advantages with agricultural products. With the purpose of evaluating the production and quality of the beeswax obtained in equipment with solar energy with respect to obtaining traditional wax in the Province of Tarma; We used the two - glass lid and mirror reflector, proposed by Ruiz and Vilcapoma 2014, to extract beeswax from black honeycombs that are discarded by beekeepers in beekeeping; Compared with traditional production; The wax collected was characterized according to the technical standards of quality control of beeswax of the technological laboratory of Uruguay (LATU). The tests of the extraction of used honeycomb wax resulted from the physical chemical analysis of the samples of collected wax, that the highest qualitative and quantitative yield is obtained with the cerer being within the quality parameters of the technical norms. It is concluded that the use of the cerer used is a very useful equipment to extract beeswax by its comparative advantage with respect to the quantity and especially the quality of wax obtained, in addition to reducing the emission of CO₂ to the atmosphere.

Key words: Solar cerer, beeswax, traditional extraction, discarding combs.

capacidades - como mecanismo de supervivencia - que pueden ser utilizados. Chambers y Conway (1992) definieron lo que hoy es comúnmente conocido como medios de vida:

"Un medio de vida comprende las capacidades, bienes y actividades requeridas para un sentido de vida. Un medio de vida es sostenible cuando puede cubrir y recuperarse frente al estrés o los impactos, mantener o mejorar sus capacidades y bienes a corto y largo plazo, sin deteriorar los recursos naturales de base."

Los medios de vida y desarrollo en la apicultura se basan en la presencia de recursos naturales: abejas, plantas en floración y el agua. Las abejas recogen la goma y la resina usando las plantas y los árboles como hábitat para sus panales. Las abejas son un recurso libremente disponible en la naturaleza.

¹ Magister en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. E-mail: zpamel1@hotmail.com

² Ingeniero zootecnista. Investigador libre, Empresario. E-mail: raulcamayo@hotmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Investigador libre, Empresario. E-mail: jora@hotmail.com

De entre los productos que se produce en la apicultura, la cera de abeja es un producto importante de esta actividad. La mayor parte del abastecimiento mundial proviene de los países en vías de desarrollo.

Una alternativa a lo indicado es la obtención de estos productos, en este caso específico, la cera de abejas, con el uso de energías limpias, por lo que tecnológicamente se debe de buscar nuevas alternativas en la obtención de este producto de la apicultura que implique una actividad en la que el impacto ambiental sea positivo, que implicaría el uso adecuado de la energía solar.

La finalidad de este trabajo de investigación es justamente, evaluar la producción y calidad de la cera de abejas obtenidas en equipos con energía solar con respecto a la obtención de cera tradicional en la Provincia de Tarma.

METODOLOGÍA

El método de investigación utilizado fue el científico, descriptivo y aplicativo, en 3 etapas:

- A. Evaluación de los diseños de extracción de cera:
- B. Pruebas preliminares y óptimas del proceso de obtención de cera de abejas.
- C. Evaluación sensorial y fisicoquímicas de las muestras obtenidas

Procedimientos de la investigación

El estudio, constó de las etapas siguientes:

Diagnóstico de la población de apiarios

Se llevó a cabo mediante observación directa además de referencias de la Asociación de Apicultores de la provincia de Tarma.

Proceso de revisión bibliográfica

En la literatura existen varios trabajos que involucran diseño y construcción de secadores, los parámetros considerados en el diseño varían de autor en autor, sin embargo, coinciden en algunos puntos como se ve a continuación.

Criterios para la selección del diseño

De la revisión bibliográfica de esta sección, puede concluirse que para la selección de secadores los parámetros que deben considerarse son el tipo de producto que se va a manipular así como el tiempo que este permanecerá en el secador, siendo la manipulación del producto a secar una de las consideraciones dominantes en la selección del secador.

Proceso de recolección de bastidores de cera de los apiarios

Se recolectaron los bastidores con panales usados para crías de los apicultores de Tarma, de descarte, donde se observaron los panales

de color negro por los restos de propóleos y restos del capullo de las crías nacidas que muchas veces las descartan o utilizan como combustible o los desechan a los camiones recolectores de residuos sólidos.

Proceso de extracción de cera de los cerificadores

El cerificador consistió en una caja con una tapa de vidrio dirigida al sol que contiene una cubeta donde se colocan los bastidores de descarte obtenidos previamente. Se cargaron los bastidores de panales con cera al extractor en número de dos.

Proceso de obtención de cera de los cerificadores

La cera derretida cae por la cubeta inclinada y pasa por un filtro para el retiro de impurezas, para caer finalmente en un recipiente, donde la cera se enfría para poder retirarla posteriormente. Los panales viejos colocados sobre la malla, sueltan, por exposición al sol, una cera de primera calidad aunque obscurecida. Las materias extrañas: mudas de las crías, polen, restos diversos, se comportan como esponjas, empapándose de cera fundida. Con este método, se recupera una parte de la cera contenida en los panales viejos reciclado, sucias o en desuso, los cuales a continuación fueron pesados.

Proceso de obtención de cera de forma tradicional

Método de "cubo o tacho de agua": es el método tradicional de toda la vida, utilizado por los apicultores desde hace tiempo y requiere pocos materiales.

Almacenamiento de muestras de cera obtenida

Se introdujo en bolsas plásticas, para conservar su calidad, hasta el momento que debamos realizar los análisis respectivos.

Análisis en laboratorio de las muestras de cera obtenida: Método recomendado por la AOAC (2000).

La técnica fue la observación y experimentación, como instrumentos las fichas de observación de las evaluaciones sensoriales, análisis físico químicos.

RESULTADOS

Diseño del cerificador solar

¹ Magister en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. E-mail: zpamel1@hotmail.com

² Ingeniero zootecnista. Investigador libre, Empresario. E-mail: raulcamayo@hotmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Investigador libre, Empresario. E-mail: jora@hotmail.com

Por las características, la eficiencia y la fácil manipulación, se determinó utilizar el modelo propuesto por Ruíz, Vilcahuamán, 2014)

Extractor de tapa de dos vidrios con un reflector, que ha sido mejorado teniendo como base un extractor tipo convencional de tapa de dos vidrios al cual se le agrega un reflector que consiste en un espejo colocado a los costados dirigidos al este en la mañana y al oeste dirigido al oeste con la finalidad de aumentar la radiación dentro de la caja (Ruíz, Vilcahuamán. 2014)

Recolección de cera de los cerificadores solares

Para ello, se dispusieron dos bastidores como en las pruebas preliminares por cada carga en el cerificador, se expuso a la energía solar y se controló el tiempo de obtención de cera fundida y el peso; registrando los datos en cada caso.

Tabla 2. Tiempo y peso de extracción tradicional de cera

OBSERVACIONES	CANTIDAD DE CARGA (g)	CANTIDAD DE CERA FUNDIDA(g)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	CANTIDAD DE CERA LIMPIA(g)
1	5 bastidores	389	210	194
2	5 bastidores	382	210	180
3	5 bastidores	378	210	186
4	5 bastidores	384	210	190
5	5 bastidores	391	210	193
6	5 bastidores	386	210	181
7	5 bastidores	390	210	186
8	5 bastidores	382	210	180
9	5 bastidores	387	210	188
10	5 bastidores	392	210	191
11	5 bastidores	380	210	185
12	5 bastidores	391	210	196
PROMEDIO		386	210	187.5

Tabla 3. Tiempo y peso de extracción de cera en cerificador solar.

OBSERVACIONES	CANTIDAD DE CARGA (g)	CANTIDAD DE CERA FUNDIDA(g)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (minutos)	CANTIDAD DE CERA LIMPIA(g)
1	2 bastidores	270	100	138
2	2 bastidores	268	100	135
3	2 bastidores	265	100	126
4	2 bastidores	274	100	136
5	2 bastidores	258	100	129
6	2 bastidores	276	100	145
7	2 bastidores	266	100	138
8	2 bastidores	263	100	135
9	2 bastidores	271	100	146
10	2 bastidores	259	100	132
11	2 bastidores	275	100	1147
12	2 bastidores	265	100	137
13	2 bastidores	263	100	135
14	2 bastidores	269	100	139
15	2 bastidores	263	100	135
16	2 bastidores	260	100	136
17	2 bastidores	272	100	140
18	2 bastidores	264	100	137
19	2 bastidores	281	100	147
20	2 bastidores	262	100	133
21	2 bastidores	270	100	139
22	2 bastidores	266	100	138
23	2 bastidores	283	100	149
24	2 bastidores	268	100	136
25	2 bastidores	275	100	145
26	2 bastidores	265	100	139
27	2 bastidores	271	100	138
28	2 bastidores	267	100	137
29	2 bastidores	272	100	146
30	2 bastidores	268	100	138
PROMEDIO		268.3	100	171.7

Características organolépticas de la cera

El reporte de las características organolépticas de la cera obtenida en los cerificadores solares, en general se pudo apreciar:

Tabla 4. Características organolépticas de las muestras de cera

¹ Magister en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. E-mail: zpamel1@hotmail.com

² Ingeniero zootecnista. Investigador libre, Empresario. E-mail: raulcamayo@hotmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Investigador libre, Empresario. E-mail: jora@hotmail.com

	Color	Olor	Sabor	Solubilidad	Dureza
Extracción tradicional	ámbar medio	A cera no tan fuerte	<u>Suigenéresis</u> a cera	Forma una capa sólida y no muy homogénea	Dura
Cerificador solar	ámbar claro	Fuerte a cera (deseable)	<u>Suigenéresis</u> a cera	Forma una capa sólida y homogénea	Muy dura

3.4. Almacenamiento de muestras de cera obtenida

Las muestras de cera obtenidas, se están almacenando en un lugar fresco y a temperatura ambiente. Se introdujo en bolsas plásticas, para conservar su calidad, hasta el momento que realicemos los análisis químicos respectivos.

3.5. Análisis de muestras de cera obtenidas

Tabla 5. Análisis de muestras de cera

ANÁLISIS DE HUMEDAD

Extracción Tradicional

Extracción con cerificador

ANÁLISIS DE CENIZA

Extracción Tradicional

Extracción con cerificador

LECTURA REFRACTÓMETRO ABBE

Extracción Tradicional

Extracción con cerificador

ANÁLISIS DE DENSIDAD

Extracción Tradicional

Extracción con cerificador

COLORIMETRÍA

Extracción Tradicional

Extracción con cerificador

GRADOS BRIX

Extracción Tradicional

83.13

Extracción con cerificador

85.60

INDICE DE ACIDEZ

ACIDEZ (mg KOH/g)

Extracción Tradicional

21.8985

Extracción con cerificador

19.091

PUNTO DE FUSIÓN

Extracción Tradicional

61, 20 °C

Extracción con cerificador

64, 30 °C

PUNTO DE SOLIDIFICACIÓN

Extracción Tradicional

60, 00 °C

Extracción con cerificador

62, 25 °C

DISCUSIÓN

Diseño del cerificador solar

Por las características, la eficiencia y la fácil manipulación, se utilizó el modelo de cerificador solar, propuesto por Ruíz, Vilcahuamán, (2014)

Extractor de tapa de dos vidrios con un reflector, que ha sido mejorado teniendo como base un extractor tipo convencional de tapa de dos vidrios al cual se le agrega un reflector que consiste en un espejo colocado a los costados dirigidos al este en la mañana y al oeste dirigido al oeste con la finalidad de aumentar la radiación dentro de la caja (Ruíz, Vilcahuamán. 2014)

Nos da como resultado que mayor rendimiento se ha obtenido con el cerificador que con la extracción de forma artesanal que practican los apicultores.

0.79%

1.15%

Entonces, se corrobora la eficiencia del cerificador utilizado. Teniendo en Tarma una altitud de 3 050 m.s.n.m. y la media anual de temperatura máxima mínima del año 2013 es 19.3°C y 6.3°C, respectivamente (SENAMHI – JUNIN, 2013); como concluyó Camayo (2013) en la investigación:

Radiación solar y calidad ambiental de la Región Junín; que la aplicación de la radiación solar global diaria media mensual en promedio en la Región Junín es muy rentable por contar con valores de radiación solar global diaria media mensual mayor que 5 kWh/m²/día.

34.2

Proceso de recolección de cera

Para ello, se realizaron cargas de 05 bastidores en las ollas para la extracción tradicional habiéndose obtenido la cera en 210 minutos; por otro lado, se dispusieron dos bastidores como en las pruebas preliminares por cada carga en el cerificador solar, se expuso a la energía solar durante 100 minutos y se controlaron el tiempo y peso de cera fundida como se muestran en las tablas 2 y 3 respectivamente; de ello se denota una diferencia marcada entre la obtención de cera de forma tradicional y con el cerificador solar, como se observa en la tabla 6, el otro aspecto importante importante lo constituye el tiempo transcurrido que

¹ Magister en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. E-mail: zpamel1@hotmail.com

² Ingeniero zootecnista. Investigador libre, Empresario. E-mail: raulcamayo@hotmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Investigador libre, Empresario. E-mail: jora@hotmail.com

la cera es recolectada, corroborándose lo encontrado por Ruiz y Vilcapoma (2014)

	total bastidores	promedio cera bruta fundida	promedio cera limpia
CERIFICADOR	60 (2)	268.3	171.7
TRADICIONAL	60 (5)	386	187.5

Tabla 6. Promedios de cera obtenida

En ese sentido, se halla que en promedio por cada bastidor se ha obtenido 77,2 gramos de cera bruta y 37,5 gramos de cera limpia en el caso de la extracción de manera tradicional. Y la obtención de cera utilizando el cerificador, fue de 134,15 gramos de cera bruta 85,85 gramos de cera limpia, lo que significa una diferencia de 56,95 gramos en el caso de cera bruta y 48,35 gramos en cera limpia. Lo que significaría que para en promedio obtener 1 kilogramo de cera limpia en la extracción tradicional se requerirían de 26,66 bastidores y utilizando el cerificador, se necesitarían aproximadamente 11,65 bastidores viejos o de descarte.

Características organolépticas de la cera

Los resultados de la caracterización de los diferentes atributos organolépticos se presentan en la tabla 4, el reporte de las características organolépticas de la cera obtenida de forma tradicional y en los cerificadores solares, en general, denotan ciertas diferencias, de las que se puede resaltar es la dureza, siendo mejor en aquella obtenida con el cerificador. La dureza de la cera de abejas es un factor importante la calidad, entre más dura la cera, mejor será la calidad de la cera (Mota, 2014).

El color de la cera de abejas recién producida es de color blanco, más tarde cambia con la longitud de uso a amarillo o amarillo oscuro. El color amarillo se debe a colorantes procedentes de propóleos y polen, mientras que el color marrón se debe a los pigmentos de los excrementos de larvas (SAGARPA, 2001).

Almacenamiento de muestras de cera obtenida

Las muestras de cera obtenidas, se almacenaron en un lugar fresco y a temperatura ambiente. Se introdujo en bolsas plásticas, para conservar su calidad, hasta el momento que realicemos los análisis químicos respectivos, no existiendo mayor problema puesto que la cera de abejas pertenece al grupo de sustancias orgánicas más estables que se conocen, permanece prácticamente inalterada a lo largo del tiempo (Mota, 2014).

Caracterización físico química de ceras obtenidas

Los resultados de las determinaciones fisicoquímicas se presentan en la tabla 5, la cera de los apiarios de la provincia de Tarma obtenida, respecto a la humedad la cera extraída con el cerificador presenta menor humedad (8,33%) con respecto a la obtenida de manera tradicional (9,80%)

Todas las características fisicoquímicas, están dentro de lo establecido por las norma internacionales.

La cera de abejas también es insoluble en agua y resistente a muchos ácidos. Es soluble en la mayoría de disolventes orgánicos tales como acetona, éter, benceno, xileno, tolueno, benceno, cloroformo, tetraclorometano.

En caliente es fácilmente soluble en aceite de trementina, bencina y aceites grasos. En agua es insoluble y no se hincha con ella. La cera de abejas es insoluble en alcohol frío, disolviéndose, en cambio, en alcohol caliente aunque vuelva a precipitarse una vez enfriado éste. Es resistente a la luz e insensible frente a los ácidos; el oxígeno no la oxida. La cera de abejas pertenece al grupo de sustancias orgánicas más estables que se conocen, permanece prácticamente inalterada a lo largo del tiempo (Mota, 2014).

PUNTO DE FUSIÓN

Extracción Tradicional

61, 20 °C

Extracción con cerificador

64, 30 °C

PUNTO DE SOLIDIFICACIÓN

Extracción Tradicional

60, 00 °C

Extracción con cerificador

62, 25 °C

La cera de abejas es un material inerte con alta plasticidad a una temperatura relativamente baja (alrededor de 32° C). Por el contrario, a esta temperatura la mayoría de las ceras vegetales son mucho más duras y de estructura cristalina. Al calentar, las propiedades físicas cambian: a 30-35°C se convierte en plástico, a 46-47 ° C la estructura de un cuerpo duro es destruido y entre 60 a 70°C, comienza a derretirse. El calentamiento a 95-105°C conduce a la formación de espuma de la superficie, mientras que a 140 ° C las fracciones volátiles comienzan a evaporarse.

CONCLUSIONES

1. Se halló que en promedio por cada bastidor se ha obtenido 77,2 gramos de cera bruta y 37,5

¹ Magister en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. E-mail: zpamel1@hotmail.com

² Ingeniero zootecnista. Investigador libre, Empresario. E-mail: raulcamayo@hotmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Investigador libre, Empresario. E-mail: jora@hotmail.com

- gramos de cera limpia en el caso de la extracción de manera tradicional. Y la obtención de cera utilizando el cerificador, fue de 134,15 gramos de cera bruta 85,85 gramos de cera limpia, lo que significa una diferencia de 56,95 gramos en el caso de cera bruta y 48,35 gramos en cera limpia. Lo que significa que para en promedio obtener 1 kilogramo de cera limpia en la extracción tradicional se requerirían de 26,66 bastidores y utilizando el cerificador, se necesitarían aproximadamente 11,65 bastidores viejos o de descarte, siendo mejor el rendimiento la obtención de cera en el cerificador.
2. La caracterización de los diferentes atributos organolépticos de la cera obtenida de forma tradicional y en los cerificadores solares, en general, denotan ciertas diferencias, de las que se puede resaltar es la dureza, siendo mejor en aquella obtenida con el cerificador.
 3. Todas las características fisicoquímicas, están dentro de lo establecido por las normas internacionales, teniendo mejores características las obtenidas en el cerificador solar.
 4. La aplicación de la energía solar térmica y fotovoltaica podría contribuir con la reducción del CO₂ en la atmosfera mejorando la calidad ambiental en la Región Junín.

RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar con la caracterización y aplicación de energías limpias, para abrir la posibilidad de emplearlos a nivel industrial controlado.
- ✓ Realizar estudios más minuciosos, respecto a la emisión de dióxido de carbono en la combustión de leña en las diversas actividades en la apicultura, la salud y calidad de vida de los apicultores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Babalis S. J., Belessiotis V.G., (2004). Influence of the drying conditions on the drying constants and moisture diffusivity during the thin-layer drying of figs. *Journal of Food Engineering*, Vol. 65, págs. 449-458.
- Baltazar M. E., Bahena J. C., Castillo R., Flores J., Perez D., (2006). Modelling, design and construction of a solar space conditioning system. *Playa del Carmen, México*, págs.1-11.
- Borges, Daniel E. O.B. (2006). Centro de Investigaciones Apícola Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) Rvta. ACPA 2/ Artículos Técnicos
- Castillo R., (2005). Caracterización térmica de un colector solar plano para agua de uso doméstico aplicando el anteproyecto de norma mexicana existente. Tesis de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Mecánica, CENIDET-SEP, Cuernavaca, Morelos.
- Flores J. J., (2006). Secado de moldes de yeso para la industria de la cerámica. Informe parcial 2004-C02-040, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Cuernavaca Morelos, págs. 1-116.
- Gbaha P., Andoh H. Y., Saraka J. K., Koua B. K., Touré S., (2007). Experimental investigation of a solar dryer with natural convective heat flow. *Renewable Energy*, Vol. 32, págs. 1817-1829.
- Gómez Pajuelo, Antonio (2002). La Cera de Abeja Control y Factores de Calidad. de la World Wide web: <http://www.mieldemalaga.com/asociacion/jornadas/ponencias/texto04>
- Hutchins, M., Evans, A., Garrison, R., y Schlager, N. (Eds.). (2003). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia* (2a ed., p. 489). Canada: Thomson Gale.
- La Cera de Abeja (1999). [Página web en Línea]. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/ceradeabeja.htm>
- Masterson, J. (2007). *Apis mellifera scutellata*. Smithsonian Marine Station at Fort Pierce.
- Morgan, J.Townley, S. y Smith, R. (2002). Measurement of physical and mechanical properties of beeswax. *Materials Science and Technology*, (18), 463.
- Ojar, C. (2002). Africanized Honey bee. Introduced Species Summary Project. Columbia University.
- SAGARPA. (2001). *Manual Básico de Apicultura* (p. 52). México.
- SAGARPA. (2010). Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. *Claridades Agropecuarias*, (199), 1-34.
- Woodward, S., y Quinn, J. (2011). Encyclopedia of invasive species. De Africanized honeybees to Zebra mussels (pp. 106-109). Greenwood: Library of Congress
- World Wide (2014) Propiedades físicas de la cera de abejas.

¹ Magister en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. E-mail: zpamel1@hotmail.com

² Ingeniero zootecnista. Investigador libre, Empresario. E-mail: raulcamayo@hotmail.com

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Investigador libre, Empresario. E-mail: jora@hotmail.com