

13. Cría de pollos de la raza Ross con base en dietas de larvas de *Tenebrio molitor* L.



ALEJANDRO SALINAS CASTRO*
ELMIRA SAN MARTÍN ROMERO**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.293.13>

Resumen

La demanda actual de alimentos a nivel mundial va en aumento, la población crece junto con el hambre y la decadencia económica, las aves de corral son una alternativa para la alimentación de la población, sin embargo, la forma de alimentarlas genera inconvenientes como el uso de hormonas, clenbuterol y otros compuestos dañinos. Por otro lado, el uso de insectos representa un gran potencial para mejorar la sostenibilidad de los sistemas intensivos de producción animal, ya que permite minimizar los impactos ambientales sobre los recursos naturales y en su mayoría presentan un interesante valor nutricional proteico adicional. El objetivo de este trabajo fue utilizar a larvas de *Tenebrio molitor* como complemento alimenticio de pollos de engorda de la raza Ross y compararlo con la dieta tradicional basada en maíz y alimento comercial. Se utilizaron cinco dietas para la cría de larvas de *T. molitor*, las cuales se evaluaron como complemento alimenticio en la cría de pollos. Para el experimento se utilizó un diseño completamente al azar y el análisis estadístico se realizó con Anova y prueba de Tukey, donde las unidades experimentales fueron cada pollo de los treinta utilizados, con una edad de dos semanas, tomando como características las varia-

* Doctor en Ciencias Agropecuarias. Investigador del Centro de Investigación en Micología Aplicada (CIMA) de la Universidad Veracruzana (UV), México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7169-7675>

** Doctora en Ciencias en Ecología y Biotecnología. Investigadora del Centro de Investigación en Micología Aplicada (CIMA) de la Universidad Veracruzana (UV), México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7774-7845>

bles peso y altura por 3 meses, para alimentar a los pollos se usaron 6 tratamientos o dietas, 4 complementadas con *T. molitor* y 2 dietas testigo (maíz y alimento comercial convencional). Se observó diferencias significativas entre los tratamientos con el testigo, sin embargo, no hay diferencia significativa entre los pollos alimentados con alimento convencional, y los alimentados con maíz y larvas de tenebrios. Por lo que se puede concluir que las larvas de insectos, como complemento a la dieta con maíz pueden ser una alternativa más sana y factible para la alimentación del pollo raza Ross.

Palabras clave: *sustentabilidad, tenebrio, cría, pollo, dieta alternativa.*

Introducción

La producción avícola abarca desde pequeños sistemas familiares que contribuyen a los medios de vida y abastecen a los mercados locales o especializados, hasta grandes empresas industrializadas. Estas últimas se incorporan generalmente en las cadenas de valor integradas, mientras que los primeros, que a menudo se caracterizan por su limitada producción, venden sus productos a través de redes comerciales informales. Los precios del mercado avícola pueden fluctuar significativamente, influidos por la variación de una región a otra o estacional (por ejemplo, precios más altos durante las festividades), los costos de producción y la competencia de otros productos. Se basan en gran medida en las características del producto final (por ejemplo, la producción de carne de alta calidad tarda más tiempo en producirse, lo que implica mayores costos), así como en los precios de los piensos (principalmente cereales), las condiciones climáticas y las líneas genéticas (FAO, 2021).

De manera paralela, el continuo aumento de la población mundial trae consigo un incremento significativo de la demanda global de productos de origen animal, demanda que, a su vez, genera una mayor demanda de alimentos y piensos para la cría de los animales de abasto para suplir, de forma adecuada, sus requerimientos proteicos. Se precisa así el uso de mayores extensiones de tierra para el cultivo de alimentos y piensos destinados al consumo animal, lo que genera una alta presión sobre el medio ambiente,

los recursos hídricos y la biodiversidad, contribuyendo al cambio climático, lo que implica el cambio en el uso de la tierra y la consecuente afectación en los ecosistemas agrícolas y el medio ambiente; esto se ve reflejado, entre otras, en la falta de agua, deforestación, afectación del ciclo nutritivo, mayores demandas de energía no renovable y uso de organismos modificados genéticamente (Avendaño et al., 2020, Monroy-Martínez et al., 2016).

El panorama nacional se complica si a lo anterior le sumamos el uso de los muchos aditivos sintéticos utilizados para engorda como diversas hormonas y el clorhidrato de clenbuterol, que a pesar de ser considerado dañino por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud por sus efectos sobre el corazón y los pulmones, desde 1999 se emitió la Norma Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999, que prohibió su empleo (SAGARPA, 2000). No obstante, se han presentado casos en el país de intoxicación reportados por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud, esto debido a que en México se ha generado una cultura del uso de sustancias, ya que los engordadores quieren rendimientos rápidos.

Para satisfacer las necesidades mundiales y nacionales de seguridad alimentaria y sostenibilidad, la producción de alimentos debe, por tanto, crecer sustancialmente, pero de forma sostenible y racional minimizando la huella ambiental de la agricultura (FAO, 2009; Van Mierlo et al., 2017). Una menor presencia de la carne en los patrones de consumo junto a un cambio hacia productos más respetuosos con el medio ambiente podría reducir este impacto (Van Mierlo et al., 2017). Sin embargo, disminuir el consumo de carne supone buscar alimentos alternativos con un valor nutricional equivalente, que asegure las necesidades de los consumidores en cuanto a proteínas de alta calidad (aminoácidos esenciales), hierro, zinc y vitamina B12 (Flachowsky et al., 2017). Por esto se requieren nuevas estrategias para la producción de alimentos; así las soluciones sugeridas son reducir el consumo de carne, migrar a sistemas productivos sustentables o cambiar las dietas, incluyendo alimentos que requieren menos recursos para producirlos. En este sentido, los informes de la FAO de 2010 y 2013 señalan a los insectos comestibles como excelentes alternativas a la carne de ganado, tanto desde el punto de vista nutricional como medioambien-

tal. La producción de insectos se considera una estrategia viable que podría convertirlos en los alimentos del futuro, tanto para humanos como animales 2. Se describe que un total de 2037 especies de insectos se consumen alrededor del mundo, dentro de los cuales sobresale el orden Coleoptera con 634 especies, lo que representa el 32% del consumo global (Avenida et al., 2020).

La combinación de las materias primas en piensos compuestos equilibrados en nutrientes es fundamental para la obtención de rendimientos óptimos en la avicultura, aunque la restricción en el uso de harinas de carne y sus derivados en gran parte de los países del mundo ha implicado la utilización casi exclusiva de harinas de pescado, hidrolizados de proteínas animales o subproductos lácteos como fuentes de proteínas de origen animal. Sin embargo, las harinas de pescado siempre tienen el inconveniente de contener algunas sustancias que dan olor o sabor a la carne o los huevos, además de los problemas derivados de la sostenibilidad de una actividad como la pesca. Por otra parte, los hidrolizados de proteínas y los subproductos lácteos tienen precios muy elevados que limitan la posibilidad de su utilización (Velázquez Moreno et al., 2021).

Si consideramos que los insectos son parte de la dieta natural de las aves de corral y los animales que viven en ambientes que les permiten escastrar, consumen una gran variedad de estos invertebrados y además son ricos en proteínas, con contenidos que varían entre el 40% y el 75% (Elwert et al., 2010; Ravindran, 2011). Y no solo eso, en general, la mayoría de los insectos comestibles son una buena fuente de aminoácidos, ácidos grasos, minerales y vitaminas del grupo B (Finke, 2002).

Dentro de los coleópteros de interés en la nutrición de las aves encontramos las larvas de *T. molitor*, conocido como gusano de la harina, ya que presentan un rápido crecimiento y son fáciles de producir. Se ha comprobado que cuando se utilizan en la dieta de pollos de carne se consiguen buenos rendimientos productivos sin alterar la composición de esta (De Marco et al., 2015; Biasato et al., 2018). Algunos autores sugieren que el uso de larvas de insectos como sustitución total o parcial de las otras fuentes de proteínas habitualmente incluidas en los piensos, ya que puede mejorar la digestibilidad de estas (Fasakin et al., 2003; Ogunji et al., 2008; Van Huis et al., 2013).

Un reciente trabajo de revisión llevado a cabo por Gasco et al. (2018) indican que la quitina y sus derivados, tiene un efecto estimulante sobre las células del sistema inmunitario de las aves, por lo que puede ser utilizado en cierta medida como prebiótico. Asimismo, indica también el efecto antimicrobiano de algunos péptidos presentes en la harina de insectos. En la actualidad, existen datos limitados sobre el uso de insectos como fuente de proteína y energía en la avicultura, considerando que existe una amplia variedad de insectos comestibles que ya fueron investigados en cuanto a su composición bromatológica. Algunos de los cuales ya están en el mercado, que pueden ser implementados y probados en la nutrición de pollos de engorda y otras especies de aves o animales que son de importancia para el consumo humano (Van Huis et al., 2013).

La alta exigencia nutricional de pollos de engorda, gallinas de postura y demás especies de aves, y el bajo margen de ganancias que obtiene el productor, son factores que promueven la búsqueda por ingredientes de alto valor nutricional. La mayoría de los estudios demuestran que los insectos son una alternativa viable que se caracteriza por tener un mayor contenido de proteína y grasa, en comparación a fuentes tradicionales como la harina de soja y pescado, por lo cual, es una opción que puede ser implementada en la producción de alimentos para la nutrición animal (Anand et al., 2008). Dado que en la mayoría de los sistemas de producción pecuaria la alimentación representa entre el 50 y el 70% de los costos, con base en esto se buscan alternativas para mantener y mejorar el desempeño productivo de los animales que permitan al productor reducir en esta inversión. En este sentido, los insectos son una excelente alternativa en la alimentación de algunas especies de interés zootécnico como: aves, peces, cerdos, entre otros. Se cree que la demanda de productos cárnicos aumentará considerablemente en un 58% entre 2020 y 2050. Por lo tanto, la producción mundial de concentrados para animales aumentara alrededor de mil millones de toneladas por año, incluidos 600 millones de toneladas de concentrado compuesto (FAO, 2004).

Algunas ventajas por las cuales el uso de insectos es una fuente de alimento alternativa y viable es que pueden ser producidos con subproductos o residuos orgánicos y biorresiduos, reduciendo así la contaminación ambiental; Emite significativamente menos gases de efecto invernadero;

Necesitan menos recursos naturales como agua y suelo en comparación con otras especies agropecuarias, presentan un bajo riesgo de transmisión de infecciones por zoonosis; su alta tasa de crecimiento y reproducción y menor costo de producción (Velázquez Moreno et al., 2021, Veldkamp et al., 2012).

Por todo lo anterior en este trabajo se utilizó como complemento alimenticio de pollos de engorda de la raza Ross larvas de *Tenebrio molitor* L. y la comparamos con la dieta tradicional basada en maíz y alimento de engorda convencional, con la finalidad de colaborar en la posible implementación de una alternativa de una alimentación más segura, sana, viable, económica, sustentable y amigable con el ambiente para la producción de pollo de consumo humano.

Desarrollo o a cerca de la metodología

Cría de insectos

Se utilizaron 30 adultos de *T. molitor* y se sometieron a diferentes dietas, los cuales se colocaron en contenedores plásticos sellados con tapas y tela mosquitera, el cambio de comida se realizó dos veces por semana, y se mantuvieron en un cuarto a temperatura controlada aproximada de 22 ± 2 °C.

Cría de los pollos de la raza Ross

Se utilizaron de 30 pollos pequeños, se hicieron grupos de 5 individuos para cada tratamiento de los cuales 4 se complementaron con *T. molitor* y 2 dietas testigo (maíz y alimento comercial convencional); en un diseño completamente al azar, se mantuvieron con agua las 24 horas todos los días durante el experimento. Se tomaron los datos de peso y altura cada semana. En la instalación se pusieron a los pollos en un espacio pequeño de 1×2 m simulando los criaderos intensivos de aves de corral (figura 13.1).

Para el análisis de los datos se utilizó una Anova y prueba de Tukey, utilizando el programa R-Studio.

Figura 13.1. Cría de pollitos de raza Ross, segunda semana de edad



Fuente: Landa (2009).

Resultados

Cría de tenebrios

La cría y reproducción de *T. molitor* en el laboratorio fue exitosa, ya que no se presentaron problemas de enfermedades en las unidades experimentales. Se tomaron todas las medidas necesarias para su ciclo de alimentación, se hicieron algunas observaciones durante su cría, como la rapidez de su reproducción, tamaño de las larvas entre otras (figuras 13.2 y 13.3).

Figura 13.2. Larvas de *T. molitor* L. obtenidas de la cría de adultos



Fuente: Landa (2019).

Figura 13.3. Contenedores plásticos con cría de insectos de *Tenebrio molitor*



Fuente: Landa (2019).

El análisis estadístico de los datos arrojó los siguientes resultados.

Anova. La prueba de F ($p < 0.002$) indica que al menos uno de los tratamientos es diferente, es decir las dietas con *T. molitor* en la engorda de pollos es diferente en al menos una dieta (= tratamientos).

Tabla 13.1. Promedio de pesos de los pollos alimentados con diferentes dietas en la localidad de Plan de las Hayas, Veracruz

Tratamiento	Media (g)	Grupo
Alimento comercial	1325.33	A
D4 <i>T. molitor</i>	1207.11	A
D3 <i>T. molitor</i>	1204.03	A
D2 <i>T. molitor</i>	1200.55	A
D1 <i>T. molitor</i>	1192.56	A
Testigo	494.08	B

Fuente: elaboración propia.

Con base en los datos de las medias de Tukey, se puede ver que no hay diferencia significativa entre los pollos alimentados con alimento convencional, y los pollos alimentados con maíz y larvas de tenebrios, pero sí hubo una diferencia con respecto al testigo. Por lo que las larvas de insectos como complemento pueden ser una alternativa más sana, sustentable y factible para la alimentación del pollo Ross (tabla 13.1).

Con base en los datos obtenidos se puede ver que no hay diferencia significativa en la altura de los pollos Ross entre el tratamiento 1 (alimen-

Tabla 13.2. Promedio de alturas de los pollos alimentados con diferentes dietas en la localidad de Plan de las Hayas, Veracruz

Tratamiento	Alturas (cm)	Grupo
Alimento	29.86875	A
D4 <i>T. molitor</i>	29.23750	Ab
D3 <i>T. molitor</i>	28.77500	Ab
D2 <i>T. molitor</i>	28.62125	Ab
D1 <i>T. molitor</i>	28.43750	Ab
Testigo	21.08750	B

Fuente: elaboración propia.

to) y el tratamiento 2 (D4 *T. molitor*), pero sí con el testigo donde se usó nada más el maíz (tabla 13.2).

Cada 7 días se verificó el peso y la altura y se registró la evolución, se observaron las características que iban teniendo. La alimentación comenzó de manera constante utilizando maíz en todas las unidades experimentales.

Los pollos alimentados únicamente con maíz mostraron deficiencias de crecimiento y desarrollo, presentaban poco plumaje, malformaciones

Figura 13.4. Pollos alimentados con el tratamiento testigo (maíz y agua)



Fuente: Landa (2021).

en sus patas, dificultad para caminar y mostraban síntomas de desnutrición, ya que todo el tiempo estaban en reposo y difícilmente lograban levantarse, como se muestra en la figura 13.4.

Discusión

Estudios de López-Vergé et al. (2013), con el fin de verificar los efectos de la inclusión de larvas del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) en la dieta de pollos de engorda. Como resultado, observaron que los pollos alimentados con la dieta que contenía larvas del insecto presentaron un mayor peso corporal final. Por su parte, Altmann et al. (2018) reportaron que harinas de insectos en el concentrado puede influenciar la calidad de la carne de pollo, los que pollos que reciben dietas con harina de insecto presentan niveles de pH más estables en el filete de pechuga fresco hasta siete días después del empacado, en comparación con el filete de pechuga del grupo de pollos que reciben una dieta control (sin harina).

De igual manera, Benzertiha et al. (2020) investigaron el efecto de la suplementación de insectos ricos en grasas, como (*Tenebrio molitor* y *Zophobas morio*), en dietas balanceadas y evaluó el rendimiento, crecimiento y sistema inmunológico de pollos de engorde, observando que la suplementación de insectos en pequeñas cantidades mejoraba la ganancia de peso diario. Estos estudios son consistentes con los resultados y conclusiones obtenidas en nuestro trabajo, donde también se observó mayor peso y estatura en los pollos alimentados con complemento de larvas de *T. molitor*.

Conclusión

La alimentación de pollos de la raza Ross, no mostró diferencia significativa en peso y altura, entre el tratamiento de pollos alimentados con alimento de engorda y los pollos alimentados con maíz y larvas de *T. molitor*, pero sí con los pollos alimentados con el alimento convencional a base de maíz.

El tratamiento solo de maíz (testigo), mostró deficiencia en peso y altura a diferencia del resto de los tratamientos. Por los resultados obtenidos

en este trabajo, se evidenció que los insectos pueden ser una alternativa como suplemento alimenticio en la cría de pollos, ya que representa un menor riesgo al consumo humano, al estar libres de hormonas y compuestos sintéticos, de igual forma al tener las condiciones adecuadas puede ser rápida su reproducción durante cualquier estación del año y con un menor costo.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a todos a aquellos que de alguna forma participaron en la realización de este trabajo.

Referencias

- Abdollahi, M. R., Ravindran, V., Wester, T. J., Ravindran, G. y Thomas, D. V. (2011). Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. *Animal Feed Science and Technology*, 168(1-2), 88-99.
- Altmann, B., Neumann, C., Velten, S., Liebert, F. y Mörlein, D. (2018). Meat quality derived from high inclusion of a micro-alga or insect meal as an alternative protein source in poultry diets: A pilot study. *Foods*, 7(3), 34. <https://doi.org/10.3390/foods7030034>
- Anand, H., Ganguly, A. y Haldar, P. (2008). Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed. *International Journal of Poultry Science*, 7(7), 722-725. <https://doi.org/10.3923/ijps.2008.722.725>
- Avendaño, C., Sánchez, M. y Valenzuela, C. (2020). Insectos: Son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1029-1037. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182020000601029>
- Benzertiha, A., Kieronczyk, B., Kołodziejewski, P., Pruszyńska-Oszmałek, E., Rawski, M., Józefiak, D. y Józefiak, A. (2020). *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poultry Science*, 99(1), 196-206. <https://doi.org/10.3382/ps/pez450>
- Biasato, I., Gasco, L., De Marco, M., Renna, M., Rotolo, L., Dabbou, S. y Schiavone, A. (2018). Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) inclusion in diets for male broiler chickens: Effects on growth performance, gut morphology, and histological findings. *Poultry Science*, 97(2), 540-548.
- De Marco, M., Martínez, S., Hernández, F., Madrid, J., Gai, F., Rotolo, L. y Schiavone, A. (2015). Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia*

- illucens*) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 211-218.
- Elwert, C., Knips, I. y Katz, P. (2010). A novel protein source: maggot meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) in broiler feed. *Tagung Schweine-und Geflügel-ernährung*, 11, 140-142.
- Fasakin, E. A., Balogun, A. M. y Ajayi, O. O. (2003). Evaluation of full-fat and defatted maggot meals in the feeding of clariid catfish *Clarias gariepinus* fingerlings. *Aqua-culture Research*, 34(9), 733-738.
- Finke, M. D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269-285.
- Flachowsky, G., Meyer, U. y Südekum, K. H. (2017). Land use for edible protein of animal origin: A review. *Animals*, 7(3), 25.
- Gasco, L., Finke, M. y Van Huis, A. (2018). Can diets containing insects promote animal health? *Journal of Insects as Food and Feed*, 4(1), 1-4.
- Jongema, Y. (2017). *List of edible insects of the world*. https://www.wur.nl/upload_mm/8/a/6/0fdcf700-3929-4a74-8b69-f02fd35a1696_Worldwide%20list%20of%20edible%20insects%202017.pdf
- López-Vergé, S., Barroeta, A. C., Riudavets, J. y Rodríguez-Jerez, J. J. (2013). Utilization of *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) larvae as a dietary supplement for the production of broiler chickens. *Proceedings of the Nutrition Society*, 72(5).
- Monroy-Martínez, R., Ponce-Díaz, A., Colín-Bahena, H., Monroy-Ortiz, C. y García-Flores, A. (2016). Los huertos familiares tradicionales soporte de seguridad alimentaria en comunidades campesinas del estado de Morelos, México. *Ambiente y Sostenibilidad*, 33-43.
- Ogunji, J., Schulz, C. y Kloas, W. (2008). Growth performance, nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed housefly maggot meal (maggot meal) diets. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(1), 141-147.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2004). *Protein sources for the animal feed industry* (Animal Production and Health Proceedings).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2009). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (6 de septiembre de 2010). *The safe use of wastewater in agriculture offers multiple benefits*. <https://www.fao.org/newsroom/detail/The-safe-use-of-wastewater-in-agriculture-offers-multiple-benefits/en>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *El desperdicio de alimentos daña al clima, el agua, la tierra y la biodiversidad*. <http://www.fao.org/news/story/es/item/196368/icode/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

- (2021). *Especies de aves de corral*. <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/es/>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (11 de octubre de 2000). Norma Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999: Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal. *Diario Oficial de la Federación*.
- Shockley, M. y Dossey, A. T. (2014). Mass production of beneficial organisms: Insects for human consumption. En J. A. Morales-Ramos, M. Guadalupe Rojas y D. I. Shapiro-Illan (Eds.), *Mass production of beneficial organisms: Invertebrates and entomopathogens* (pp. 617-652). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391453-8.00018-2>
- Van Huis, A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58, 563-583.
- Van Mierlo, K., Rohmer, S. y Gerdessen, J. C. (2017). A model for composing meat replacers: Reducing the environmental impact of our food consumption pattern while retaining its nutritional value. *Journal of Cleaner Production*, 165, 930-950.
- Velásquez Moreno, F. I., Silva Ton, A. P., Guerra Rosa, C. M. y De Freitas, L. W. (2021). Uso de insectos como alternativa en la nutrición avícola: Revisión. *Research, Society and Development*, 10(3), <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13274>
- Veldkamp, T., Van Duinkerken, G., van Huis, A., Lakemond, C. M. M., Ottevanger, E., Bosch, G. y Van Boekel, T. (2012). *Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets: A feasibility study*. Wageningen UR Livestock Research. https://www.wur.nl/upload_mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43-5251c5b694f6_234247%5B1%5D