

## Evaluación de tres tipos de dieta durante la etapa de engorde del grillo común (*Gryllus assimilis* L.)

### Evaluation of three types of diet during the fattening of common cricket (*Gryllus assimilis* L.)

Oscar–Julián Arroyave–Sierra<sup>1</sup>; Juliana Chamorro–Rengifo<sup>2</sup>; Liliana Londoño–Hernández<sup>3</sup>; Andrés–Felipe Ochoa–Muñoz<sup>4\*</sup>; Johann–Alexis Ospina–Galíndez<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Centro de Biotecnología Industrial, SENA Palmira. ✉ [oscarj.arroyave@sena.edu.co](mailto:oscarj.arroyave@sena.edu.co). <sup>2</sup> Centro de Biotecnología Industrial, SENA Palmira. ✉ [julianachamorro@gmail.com](mailto:julianachamorro@gmail.com). <sup>3</sup> Centro de Biotecnología Industrial, SENA Palmira. ✉ [lilianalh2@gmail.com](mailto:lilianalh2@gmail.com).

<sup>4</sup> Centro de Biotecnología Industrial, SENA Palmira. Escuela de Estadística, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle.

✉ [andresochoa7788@gmail.com](mailto:andresochoa7788@gmail.com). \*Autor para correspondencia. <sup>5</sup> Centro de Biotecnología Industrial, SENA Palmira.

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Occidente. ✉ [johann.alexis.ospina@gmail.com](mailto:johann.alexis.ospina@gmail.com).

Recibido 21.07.2020 / Aceptado 04.11.2020

**Resumen** El aumento de la población mundial proyectada para el 2050 demandará el consumo de proteínas provenientes de fuentes alternativas y algunas de estas podrían derivarse de los insectos los cuales representan una oportunidad viable y sostenible para la alimentación. Sin embargo, se conoce poco sobre cómo es el sistema de cultivo de estos insectos, las estrategias para optimizar las dietas de estos insectos y el mejoramiento de su productividad. En este sentido, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tres dietas para grillos teniendo en cuenta los parámetros técnicos en la etapa de engorde: ganancia de peso, conversión y mortalidad en *Gryllus assimilis*. Para la presente investigación, se evaluaron tres tratamientos con tres repeticiones por cada uno, para un total de nueve unidades experimentales. Cada repetición se estableció en recipiente plástico donde se alojaron 12 grillos de tres semanas de edad. La duración del experimento fue de treinta días y al final se determinaron los parámetros técnicos en la etapa de engorde. Los resultados indican que la dieta T2, compuesta de alimento para pollos, levadura y verdura, fue la dieta más adecuada en cuanto conversión alimenticia, no presentándose diferencia estadística en ganancia de peso y mortalidad. Lo anterior indica que es posible utilizar estas dietas para alimentación de grillos destinados a la alimentación humana y animal.

**Palabras claves:** Cría artificial; Conversión alimenticia; Fuentes de proteína animal; Insectos; Levaduras, Ortóptera; Vegetales.

**Abstract** The projected increase of world population for 2050 will demand the consumption of proteins from alternative sources and some of these could be derived from insects, which represent a viable and sustainable food alternative. However, little is known about breeding systems of these insects, the strategies to optimize the diets and the improvement of their productivity. In this sense, the objective of this research was to evaluate the effect of three diets taking into account the technical parameters in the fattening stage: weight gain, conversion and mortality in *Gryllus assimilis*. Three treatments with three repetitions for each treatment, for a total of nine experimental units were evaluated. Each repetition was established in a plastic container where 12 three-week-old crickets. The experiment lasted thirty days and at the end of the fattening stage all technical parameters were measured. The results show that the T2 diet, composed of chicken feed, yeast and vegetables, was the most adequate diet in terms of food conversion, with no statistical difference in weight gain and mortality. The above indicates that it is possible to use these diets to feed crickets intended for human and animal consumption.

**Keywords:** Animal protein sources; Insects; Food conversion; Orthoptera; Vegetables; Yeasts.

## Introducción

De acuerdo con las proyecciones realizadas por la FAO, se espera que para el año 2050, se necesiten 60 millones de toneladas adicionales de proteínas para alimentar a la población mundial, la cual superará los nueve mil millones de personas. En este sentido, son necesarias fuentes proteicas adicionales para lograr satisfacer la demanda (FAO, 2009; Arroyave-Sierra, et al., 2019). En los últimos años los insectos se están considerando activamente como una importante fuente alternativa de proteínas (Sogari, et al., 2019; Arango-Gutierrez, 2005; Makkar, 2018). De hecho, la producción en masa de insectos puede ser más favorable desde el punto de vista ambiental debido a los bajos niveles de emisión de gases de efecto invernadero derivados de su cría (van Huis y Oonincx, 2017).

La ampliación de la producción de alimentos a base de insectos requiere la mejora constante de las prácticas de reproducción para asegurar un mejor rendimiento zootécnico tanto de insectos adultos como de sus larvas. Cuanta más biomasa de larvas se produzca, la industria de insectos podrá proporcionar un mejor porcentaje significativo de futuros requerimientos de proteínas (Rabot, et al., 2019; Halloran, et al., 2018).

Una investigación realizada por Ryder y Siva-Jothy (2001) evidenció que la cría de grillos podría ser aprovechada para el consumo por su alto nivel nutricional teniendo en cuenta el bajo costo de producción y el menor impacto para el medio ambiente. Así mismo, Raubenheimer y Rothman (2013) encontraron que el cultivo de grillos realmente una alternativa para la alimentación de animales y e incluso de seres humanos.

Halloran y Vantomme (2013) encontraron que la crianza de grillos podría generar oportunidades para aumentar el consumo de estos insectos, sin necesidad de poner en riesgo a la población de insectos silvestres. Dzamba (2014) estableció respecto a la crianza de los

grillos, que existe un mayor aprovechamiento en la reproducción de estos insectos porque su pequeño tamaño favorece la crianza en mayores densidades respecto a la superficie, así mismo, en la crianza de los grillos hay un aprovechamiento del espacio vertical en el que se pueden producir mayor cantidad de insectos por metro cubico en comparación con la producción avícola y ganadera. Al igual que para el ganado bovino, porcino o avícola, los insectos se pueden evaluar de acuerdo con parámetros de producción como la optimización del crecimiento diario promedio (Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015).

En comparación con otros invertebrados, la alimentación de los grillos es relativamente sencilla, ya que son omnívoros y se alimentan de productos derivados de cereales, frutas y hortalizas e incluso se les puede ofrecer alimentos elaborados como pan, entre otros (Arellano y Velasquez, 2017). Como en otras especies animales, los productos de levadura también pueden contribuir a este objetivo. Algunas levaduras remanentes de la industria cervecera ya se usan como fuente de proteínas y vitaminas (especialmente complejo B) en sustratos para la alimentación de insectos (Rabot, et al., 2019).

Por todo lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar tres dietas: 1) alimento para pollos, 2) alimento para pollos incluyendo 5% de levadura y 3) alimento para pollo, más levadura, más suministro de verduras, sobre el peso, mortalidad y conversión alimenticia de *Gryllus assimilis* L. en la etapa de engorde. Esto con el fin de conocer que dieta puede tener mejores resultados para los grillos y así aprovechar dicha información para luego realizar producción en gran escala de estos insectos.

## Materiales y Métodos

Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones de Centro de Biotecnología Industrial (CBI) SENA – Palmira en el año 2019. Los parentales de los grillos que se emplearon

investigación, provenían de la granja de grillos del Centro Latinoamericano de especies Menores – CLEM perteneciente al SENA. Los grillos se reprodujeron en las instalaciones del CBI y de esta reproducción se utilizaron 108 machos de tres semanas de edad. La temperatura durante el experimento fue de 20 (°C) y la humedad fue del 70%

Se evaluaron tres tipos de dieta, T0: alimento balanceado para pollo (valor nutricional: proteína 19%, grasa 2.5%, humedad 13%, fibra 5%, ceniza 8%), T1: alimento balanceado para pollo enriquecido con 5% de levadura seca y T2: alimento balanceado para pollo enriquecido con 5% de levadura seca más verduras frescas (150 g de calabacín rallado/día). Cada tratamiento tuvo tres repeticiones. La unidad experimental consistió en un recipiente plástico, con 12 grillos, provisto de tapa modificada con malla de fibra de vidrio. Se les suministró agua en un recipiente plástico provisto de algodón humedecido, y el alimento balanceado era depositado en un recipiente a disposición de los grillos. Se suministró alimento en la medida que se fuera reduciendo en los comederos. Para determinar los parámetros zootécnicos, al final del periodo de ensayo (30 días) cada uno de los grillos de las unidades experimentales fueron pesados. Para el pesaje se utilizó una balanza de precisión electrónica, cada repetición fue introducida en un refrigerador durante unos cuantos minutos para inmovilizar a los grillos y poderlos manipular. Como variable respuesta se midió el peso total (g), el porcentaje de mortalidad y la eficiencia de conversión alimenticia para los grillos en cada una de las dietas. Es importante mencionar que para calcular el peso final se tuvo en cuenta el peso inicial de la unidad experimental, el cual

fue 0.0421 (g) y el porcentaje de mortalidad se calculó al final del experimento. La conversión alimenticia se calculó como la razón entre el incremento en el peso total de los grillos (g) y el consumo de alimento (g). (Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015)

## Análisis estadístico

Para la modelación se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), con el fin de analizar si existen diferencias significativas en cada una de las variables medidas en función del tratamiento evaluado. En los contrastes de hipótesis se utilizó un nivel de significancia del 5%. Para la evaluación de los supuestos del ANOVA, se utilizaron la prueba Shapiro Wilks para el supuesto de normalidad, la prueba de Bartlett para homogeneidad de varianza y Rachas para el supuesto de independencia (Montgomery, 2003; Gutiérrez-Pulido y Vara-Salazar, 2004). Los análisis se realizaron en el software estadístico R en su versión 3.6.1 (R Core Team, 2019) y se utilizó la librería *ggplot2* para visualización de los diagramas de caja (Wickham, H., 2009).

## Resultados y discusión

Los resultados principales respecto a las estadísticas descriptivas y el ANOVA, los cuales son importantes para evaluar la dieta en las variables respuesta peso, porcentaje de mortalidad y conversión, se presentan en la tabla 1 y 2.

En la Tabla 1, se presentan los resultados obtenidos de forma descriptiva, los cuales se complementan con la Figura 1, en donde se expone el comportamiento de las variables

Tabla 1. Estadísticas para las variables respuestas en función del tratamiento.

Tratamiento	Peso (g)		Porcentaje de mortalidad		Eficiencia de Conversión Alimenticia	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
T0 (n=3)	0.671	0.0176	19.4	26.8	4.55	0.127
T1 (n=3)	0.661	0.0274	27.8	12.7	6.19	0.272
T2 (n=3)	0.715	0.0375	11.1	4.81	1.27	0.0686

DE: Desviación estándar.

respuesta en función de los tratamientos. En cuanto al peso, el tratamiento T2 presentó mayor valor, seguido del tratamiento T0 y luego T1, en términos generales los pesos de los grillos oscilaron entre 0.64 y 0.72 g en dichos tratamientos. El porcentaje de mortalidad fue mayor para los grillos alimentados con el tratamiento T1, además en la Figura 1, se observa que los demás tratamientos presentaron muertes similares en cuanto el valor de su mediana, sin embargo, se presentó mayor variabilidad en el porcentaje de mortalidad del tratamiento T0. La variable conversión alimenticia presentó mejor desempeño para los grillos alimentados con la dieta T2, seguido de la dieta T0 y T1. En la Figura 1, también se observa que no se presentan datos atípicos, lo cual es favorable para la validación de los supuestos del ANOVA.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del ANOVA para cada variable respuesta. La variable conversión alimenticia fue la única que presentó diferencias significativas respecto a las dietas evaluadas, con un valor p menor ( $<0.0001$ ) al nivel de significancia. Las variables peso y porcentaje de mortalidad no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Para la validación de supuestos de los residuales del modelo por variable se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks para evaluar normalidad, Levene para homogeneidad de varianzas y la prueba de Rachas para evaluar independencia. Tabla 3.

Respecto a los supuestos de las pruebas de ANOVA, se evaluó la normalidad con la prueba Shapiro Wilks en donde se encontró según la

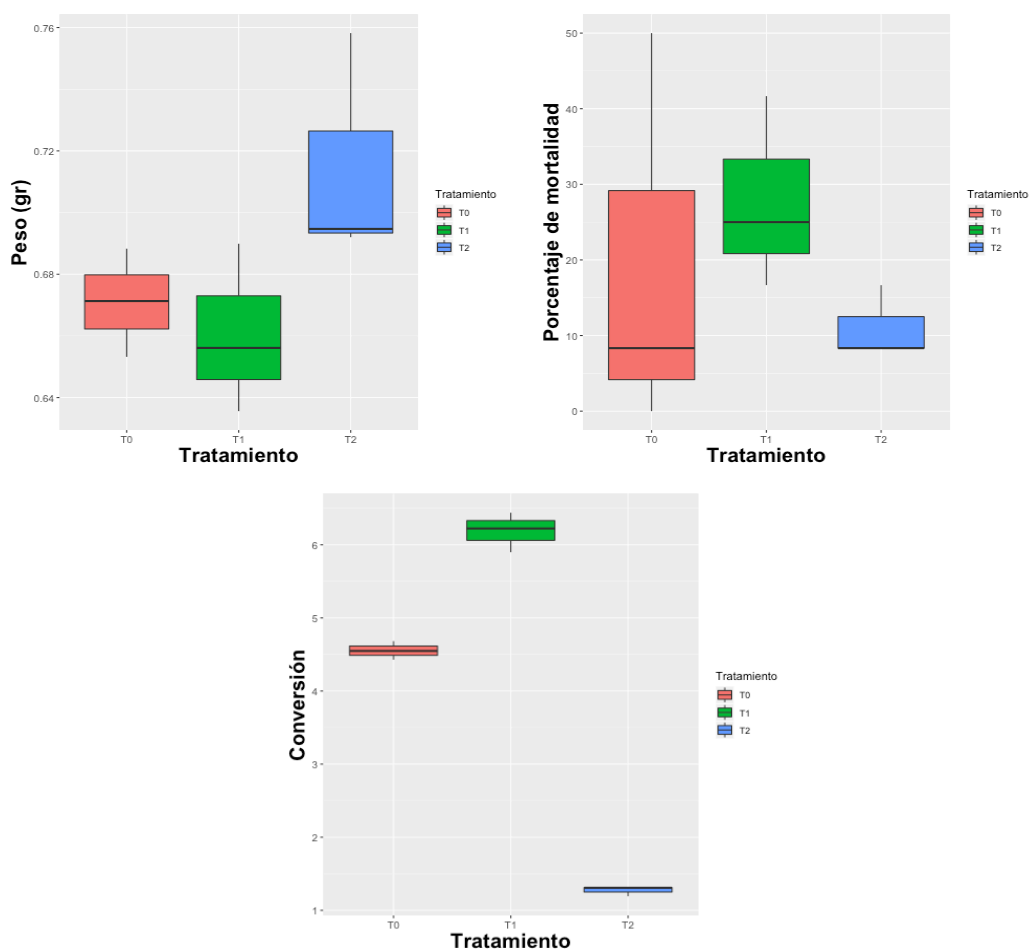


Figura 1. Diagramas de cajas para el peso de grillos, porcentaje de mortalidad y eficiencia de conversión alimenticia en función de los tratamientos.

**Tabla 2.** ANOVA para cada variable respuesta.

Variable Respuesta	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Estadístico de prueba	P valor
Peso (gr)	Tratamiento	2	0.00501	0.00250	3.0504	0.1219
	Residuales	6	0.00492	0.00082		
Porcentaje de mortalidad	Tratamiento	2	416.67	208.33	0.6923	0.5364
	Residuales	6	1805.56	300.93		
Eficiencia de Conversión	Tratamiento	2	37.608	18.8038	594.19	<0.0001
	Residuales	6	0.190	0.0316		

**Tabla 3.** Validación de supuestos del ANOVA para cada variable respuesta.

Variable	Supuesto		
	Normalidad	Homogeneidad	Independencia
Peso (gr)	0.2067	0.6468	0.445
Porcentaje de mortalidad	0.4255	0.1505	0.182
Conversión	0.8773	0.2433	0.445

Tabla 3, que los valores p para cada una de las pruebas son mayores del nivel de significancia, lo cual indica que este se cumple. Además, se utilizó la prueba de homogeneidad de varianza de Bartlett en donde se determina que se cumple el supuesto, debido a que los valores p dan mayores que la significancia. Finalmente, se utilizó la prueba de Rachas para evaluar la independencia de los residuales del modelo de ANOVA, cabe resaltar que en todas las variables respuesta se cumplió el supuesto: Peso (Valor-p = 0.445), Porcentaje de mortalidad (Valor-p = 0.182) y Conversión (Valor-p = 0.445). En términos generales, se validan los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianza e independencia, lo cual indica que las inferencias realizadas en las pruebas de ANOVA son válidas y no es necesario pensar en otro tipo de modelación.

La dieta de mejor comportamiento fue la T2, la cual presentó mejor conversión alimenticia, menor mortalidad y mayor peso final, pese a que no hubo diferencia estadística en peso final y mortalidad. Esto puede tener como explicación que el aporte de nutrientes que hace la levadura más el suministro de verdura en fresco permite asimilar mejor la dieta, produciendo más biomasa corporal con menos ingesta de alimento balanceado. Resultados similares

encontraron Miech, et al., (2016), quienes evaluaron la supervivencia y el crecimiento de grillos de campo camboyanos durante el cautiverio cuando se alimentan con una serie de especies locales de malezas, subproductos de la industria agrícola y alimentaria. Para el tratamiento testigo, el alimento balanceado para pollos, la supervivencia no tuvo diferencia entre la alimentación con balanceado y los otros tratamientos a excepción de la especie vegetal *B. Diffusa* que tuvo menor supervivencia. La tasa de conversión varió de 1,6 a 3,9 y fue menor o igual a 1,9 en grillos que se alimentaron con alimento de pollos. Veenenbos y Oonincx (2017) realizaron dos experimentos para verificar que la provisión de materiales vegetales frescos tiene un efecto beneficioso en el rendimiento del grillo doméstico, igual a lo encontrado en el presente ensayo, efecto beneficioso en la supervivencia, el tiempo de desarrollo, peso corporal y en la eficiencia de conversión.

## Conclusiones

No se encontraron diferencias en el peso o mortalidad con los tratamientos evaluados; solo se presentaron diferencias significativas en la variable conversión alimenticia. Siendo el tratamiento T2, quien presenta un mejor

desempeño e indica que los grillos pueden comer menor porción de esta dieta con base a la ganancia de peso que presentan.

En términos generales, los resultados obtenidos en esta investigación son importantes porque brindan información para realizar producción intensiva de grillos como una alternativa para la obtención de biomasa, teniendo como soporte nutricional la dieta T2 que utiliza alimentos balanceados enriquecidos con levadura y verduras frescas como el calabacín.

De acuerdo con las diferencias en los diagramas de cajas ocasionados en un tipo de dieta en particular, que demuestra cambios a nivel de la unidad experimental, se recomienda ampliar la muestra por cada tratamiento y así tener más conocimiento sobre el comportamiento de las variables

## Referencias

- Apolo-Arévalo, L.; Lannacone, J. 2015. Crianza del grillo (*Acheta domestica*) como fuente alternativa de proteínas para el consumo humano. *Scientia*. Vol. 17. Núm. 17. 155-167 pp. <https://doi.org/10.31381/scientia.v17i17.389>
- Arango-Gutiérrez, G. P. 2005. Los insectos: una materia prima alimenticia promisoría contra la hambruna. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol. 2. Núm. 1. 33-37p. URL: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=695/69520106>
- Arellano, D.; Velasquez, S. 2017. Manual. *Cría de Invertebrados para alimentación complementaria*. Ministerio del poder popular para el ecosocialismo y aguas. Gobierno Bolivariano de Venezuela. Fundación Nacional de Parques, Zoológicos y Acuarios. 28 pp URL: <https://docplayer.es/111420568-Manual-cria-de-invertebrados-para-alimentacion-complementaria.html>
- Arroyave-Sierra, O.J.; Chamorro-Rengifo, J.; Ochoa-Muñoz, A.F. 2019. Crecimiento de larvas de mosca soldado alimentadas con gallinaza, porcínaza y alimento para ponedoras. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*. Vol. 11 Núm. 2. 73-81p. <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n2.2019.730>
- Dzamba, J. 2014. *Third Millennium Farming: utilizing city bio-wastes in a strategy for high-yield urban farming*. In: *Insects to feed the world. 1st International Conference 14-17 May 2014, Wageningen (Ede), The Netherlands. 14-17 May 2014*. FAO. Wageningen University. 219 p. URL: [http://buglady.dk/wp-content/uploads/2015/02/summary\\_report\\_incl\\_concl\\_recomm\\_part\\_list\\_jun2014-1.pdf](http://buglady.dk/wp-content/uploads/2015/02/summary_report_incl_concl_recomm_part_list_jun2014-1.pdf)
- FAO. 2009. *Cómo alimentar al mundo en 2050. La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. 4 p. URL: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)
- Gutiérrez -Pulido, H.; Vara-Salazar, R. D. L. 2004. *Análisis y diseño de experimentos*. Editorial Mc Graw Hill. Segunda edición. 564 p. URL: [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis\\_y\\_diseno\\_experimentos.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf)
- Halloran, A.; Vantomme, P. 2013. *The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment*. FAO. 4 p. URL: <http://www.fao.org/3/i3264e/i3264e00.pdf>
- Halloran, A.; Hansen, H. H.; Jensen, L. S.; Bruun, S. 2018. Comparing Environmental Impacts from Insects for Feed and Food as an Alternative to Animal Production. In: Halloran, A.; Flore, R.; Vantomme P.; Roos N. (eds) *Edible Insects in Sustainable Food Systems*. pp 163-180. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9_11)
- Makkar, H. P. S. 2018. Feed demand landscape and implications of food-not feed strategy for food security and climate change. *Animal*. Vol. 12 Núm. 8. 1744-1754 p. <https://doi.org/10.1017/S175173111700324X>
- Miech, P.; Berggren, Å.; Lindberg, J. E.; Chhay, T.; Khieu, B.; Jansson, A. 2016. Growth and survival of reared Cambodian field crickets (*Teleogryllus testaceus*) fed weeds, agricultural and food industry by-products. *Journal of Insects as Food and Feed*. Vol 2 Núm. 4. 285-292 p. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0028>
- Montgomery, D. C. 2003. *Diseño y análisis de experimentos*. Limusa-Wiley Eds. 681 p.
- R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>
- Rabot, R.; Nadège, R.; Beutin, C. 2019. Yeast probiotics to feed insects. *New Proteins*. [Online]. URL: <https://www.allaboutfeed.net/New-Proteins/Articles/2019/5/Yeast-probiotics-to-feed-insects-432268E/>
- Raubenheimer, D.; Rothman, J. M. 2013. Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. *Annual Review of Entomology*. Vol. 58. 141-160 p. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100713>
- Ryder, J. J.; Siva-Jothy, M. T. 2001. Quantitative genetics of immune function and body size in the house cricket, *Acheta domestica*. *Journal of Evolutionary Biology*. Vol. 14 Núm 4. 646-653p. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2001.00302.x>
- Sogari, G.; Amato, M.; Biasato, I.; Chiesa, S.; Gasco, L. 2019. The potential role of insects as feed: A multi-perspective review. *Animals*. Vol. 9 Núm. 4. 119 pp. <https://doi.org/10.3390/ani9040119>
- van Huis, A.; Oonincx, D. G. A. B. 2017. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Vol 37,43. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0452-8>
- Veenenbos, M. E.; Oonincx, D. G. A. B. 2017. Carrot supplementation does not affect house cricket performance (*Acheta domestica*). *Journal of Insects as Food and Feed*. Vol. 3 Núm. 3, 217-221 p. <https://doi.org/10.3920/JIFF2017.0006>
- Wickham, H. 2009. The ggplot2 package. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-98141-3>