


|   |   |                             |
|---|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|   |   | <b>PAGINA: 1 de 48</b>      |

21.1

**FECHA** Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha.

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>UNIDAD REGIONAL</b>                        | Sede Fusagasugá             |
| <b>TIPO DE DOCUMENTO</b>                      | Trabajo De Grado            |
| <b>FACULTAD</b>                               | Educación                   |
| <b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b> | Pregrado                    |
| <b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>                     | Licenciatura en Matemáticas |

El Autor(Es):

| <b>APELLIDOS COMPLETOS</b> | <b>NOMBRES COMPLETOS</b> | <b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b> |
|----------------------------|--------------------------|--|
| HOLGUIN LOZANO             | CRISTIAN CAMILO          | 1024543327                             |
|                            |                          |  |
|                            |                          |  |

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

| <b>APELLIDOS COMPLETOS</b> | <b>NOMBRES COMPLETOS</b> |
|----------------------------|--------------------------|
| FORERO DIAZ                | NESTOR ORLANDO           |
|                            |                          |
|                            |                          |

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 2 de 48</b>      |

### TÍTULO DEL DOCUMENTO

FORMULA RECURSIVA APLICADA A LA POBLACION DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

### SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

### EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN

| INDICADORES | NÚMERO |
|-------------|--------|
| ISBN        |        |
| ISSN        |        |
| ISMN        |        |

| AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO | NÚMERO DE PÁGINAS |
|------------------------------|-------------------|
| 15/05/2023                   | 68                |

### DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)


| ESPAÑOL                      | INGLÉS               |
|------------------------------|----------------------|
| 1. alimentación              | feeding              |
| 2. población                 | population           |
| 3. temperatura               | temperature          |
| 4. regresión logística       | logistic regression  |
| 5. lombriz roja californiana | red californian worm |
| 6.                           |                      |

### FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)


BOLLO, E. (1999). Lombricultura: una alternativa de reciclaje.

Cabrera Santa Cruz, J. (Enero 2006). *MANUAL DE LOMBRICULTURA*. Bolivia:

Programa de Apoyo a la Estrategia d e.

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                     |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 3 de 48</b> |

- DOMÍNGUEZ, j. (2010). *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) y *Eisenia andrei* Bouché, 1972 son dos especies diferentes de lombrices de tierra. España: Departamento de Ecología e Biología Animal. Universidad de Vigo.
- Duran, L., & Carlos, H. (2009). *CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA (Eisenia foetida) EN CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS*. San Jose, Costa Rica: Trabajo de grado, Universidad de Costa Rica.
- Edwards, C. (1988). *Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. En Earthworms in Waste and Environmental Management*. The Netherlands: SPB Academic Publishing BV, The Hague.
- Ferruzzi, C. (1986). *Manual de lombricultura*. Madrid: Mundi - Prensa Madrid.
- GÓMEZ GARVÍN, H. R. (2012). *Crecimiento y reproducción de Eisenia fetida en cultivos de laboratorio*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- López Prieto, L. E. (2019-08-22). *Sistemas dinámicos aplicados al estudio poblacional de la Eisenia foetida y el análisis de efectos del humus en un cultivo de habichuela. fusagasuga* .
- MARTÍNEZ, C. (1996). *Potencial de la lombricultura*. mx: Elementos básicos.
- Salvador Díaz, L. (2014). *Modelo matemático para la descripción de la evolución de la población de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) en*

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>                                |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                     |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 4 de 48</b> |

*condiciones de produccion de compost.* GANDIA: UNIVERSIDAD

POLITECNICA DE VALENCIA.

Schuldt, M. (2010). *La fecundidad de las lombrices rojas.* Revista Electrónica de Veterinaria.

Toccalino, P., Agüero, M., Serebrinsky, C., & Roux, J. (2004). *Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) según estación del año y tipo de alimentación.* Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 5 de 48</b>      |

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

### Resumen

En este texto se expone la forma de predecir la población de lombrices rojas californianas, por medio de una ecuación recursiva logística, se tuvieron los factores de temperatura y alimentación, para esto se analizaron varios trabajos donde se presentarán datos de población, en este caso en particular se tomó la biomasa, se hizo regresión logística basada en el tipo de alimentación y temperatura, y se obtuvieron varias ecuaciones. Se debe tener en cuenta la poca información sobre la población exacta de la lombriz roja californiana. Los datos observados hacen pensar que, con los resultados de la regresión logística, es posible predecir población de lombrices en diferentes entornos, en función de las variables ambientales.

**Palabras clave:** lombriz roja californiana, regresión logística, temperatura, población, alimentación.

### Abstract

In this text, the way to predict the population of Californian red worms is exposed, by means of a logistic recursive equation, the temperature and feeding factors were taken, for this several works were analyzed where population data will be presented, in this case in In particular, the biomass was taken, logistic regression was made based on the type of feeding and temperature, and several equations were obtained. Consideration should be given to the limited information on the exact population of the Californian red worm. The observed data suggest that, with the results of logistic regression, it is possible to predict earthworm populations in different environments, depending on environmental variables.

**Keywords:** red californian worm, logistic regression, temperature, population, feeding.

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:  
 Marque con una "X":

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>                                |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                     |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 6 de 48</b> |

| <b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>  |   | <b>SI</b> | <b>NO</b> |
|--|---|-----------|-----------|
| 1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.   | X |           |           |
| 2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.  | X |           |           |
| 3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones. | X |           |           |
| 4. La inclusión en el Repositorio Institucional.   | X |           |           |

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 7 de 48</b>      |

caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO \_\_\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 8 de 48</b>      |

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.



|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                     |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 9 de 48</b> |

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

| <b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b> | <b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b> |
|---|---|
| 1.FORMULARECURSIVAAPLICADAALAPOBLACIONDELALOMBRIZROJACALIFORNIANA.pdf                           | texto   |
| 2.  |   |
| 3.  |   |
| 4.  |   |

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

| <b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b> | <b>FIRMA (autógrafo)</b> |
|--------------------------------------|--------------------------|
| HOLGUIN LOZANO CRISTIAN CAMILO       | <i>CRISTIAN HOLGUIN</i>  |
|                                      |                          |
|                                      |                          |
|                                      |                          |

21.1-51-20.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 10 de 48</b>     |

**FORMULA RECURSIVA APLICADA A LA POBLACION DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA**

Cristian Camilo Holguín Lozano  
 Universidad De Cundinamarca  
 Facultad de educación, Lic. Matemáticas  
 ASESOR: Mg. NESTOR FORERO

FUSAGASUGA-CUNDINAMARCA  
 15 MAYO 2023  
**FORMULA RECURSIVA APLICADA A LA POBLACION DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA**

Cristian Camilo Holguín Lozano  
 Director: mg. Néstor Forero

Trabajo de grado para optar por el título Licenciado en Matemáticas

Universidad de Cundinamarca


Fusagasugá-Cundinamarca  
 Mayo 2023

**Contenido**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Resumen.....                 | 12 |
| Introducción .....           | 12 |
| Definición del problema..... | 13 |

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 11 de 48</b> |

|  |    |
|--|----|
| Justificación.....                                       | 13 |
| Objetivos .....  | 15 |
| Objetivos Específicos.....                               | 15 |
| Marco teórico Capítulo 1 .....                           | 16 |
| Sistemas dinámicos .....                                 | 16 |
| Ecuaciones recursivas .....                              | 16 |
| Las variables exógenas.....                              | 16 |
| Variables endógenas.....                                 | 17 |
| Variables para el modelo y modelo que se va escoger..... | 17 |
| Antecedentes Trabajos Anteriores .....                   | 17 |
| Método y Técnica de Investigación .....                  | 18 |
| Desarrollo Del Proyecto Capítulo 2 .....                 | 19 |
| Capítulo 3 .....   | 38 |
| Conclusiones .....                                       | 40 |
| Anexos .....   | 42 |
| Bibliografía .....                                       | 46 |

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 12 de 48</b>     |

## Resumen

En este texto se expone la forma de predecir la población de lombrices rojas californianas, por medio de una ecuación recursiva logística, se tuvieron los factores de temperatura y alimentación, para esto se analizaron varios trabajos donde se presentarán datos de población, en este caso en particular se tomó la biomasa, se hizo regresión logística basada en el tipo de alimentación y temperatura, y se obtuvieron varias ecuaciones. Se debe tener en cuenta la poca información sobre la población exacta de la lombriz roja californiana. Los datos observados hacen pensar que, con los resultados de la regresión logística, es posible predecir población de lombrices en diferentes entornos, en función de las variables ambientales.

**Palabras clave:** lombriz roja californiana, regresión logística, temperatura, población, alimentación.

### Abstract

In this text, the way to predict the population of Californian red worms is exposed, by means of a logistic recursive equation, the temperature and feeding factors were taken, for this several works were analyzed where population data will be presented, in this case in In particular, the biomass was taken, logistic regression was made based on the type of feeding and temperature, and several equations were obtained. Consideration should be given to the limited information on the exact population of the Californian red worm. The observed data suggest that, with the results of logistic regression, it is possible to predict earthworm populations in different environments, depending on environmental variables.

**Keywords:** red calornian worm, logistic regression, temperature, population, feeding.

## Introducción

Esta investigación nace por la preocupación y capacidad en la cual se están degradando los suelos, lo cual se convierte en un problema ambiental, una de las soluciones estratégicas para combatir este fenómeno es la lombriz; y para ello lo que se busca es contribuir a mantener la población, con el fin de ayudar a aproximar la cantidad de población, teniendo en cuenta las características la lombriz roja californiana, para esto se debe analizar cuáles son las formas de poner en crecimiento exponencial a la población, según ciertas condiciones (temperatura, alimento, entre otras) aplicadas en diferentes variables o sustratos.

Ya que estas lombrices tienen algunas características en las cuales son adaptables a varios cambios en general ya que varía desde su alimento, la humedad del suelo, la temperatura, etc. Esto determina la cantidad de individuos que hay en la población y para determinar la cantidad de población, es importante analizar los factores que intervienen en la reproducción de la lombriz.

Al tener en óptimas condiciones a esta población es posible analizar el crecimiento, realizar un estudio basado en el crecimiento poblacional y aproximar una ecuación la cual ayude a analizar la cantidad de individuos.

Por lo tanto, al analizar los datos recopilados por autores los cuales previamente indagaron los factores más relevantes para la reproducción de la misma, así mismo poder delimitar algunos factores, a partir de regresiones las cuales nos ayuden a predecir el tamaño de la población en algún espacio controlado.

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 13 de 48</b> |

## Definición del problema

Uno de los temas de interés general, está asociados al medio ambiente, a sus cambios causas y de su deterioro; uno de los aspectos a analizar dentro de este tema es el tratamiento de los desperdicios (Duran & Carlos, 2009). Aun sabiendo que existe un problema de contaminación las personas continúan botando sus desperdicios orgánicos en la cesta de la basura sin conocer que existen varias formas de reutilizar estos desechos en este caso son los desechos de casa, desechos de animales y desechos normalmente en descomposición.

Por otra parte, el alto costo de los alimentos en los establecimientos urbanos, por el alza de los precios por la producción agrícola afecta al consumidor final, las familias colombianas. Una de las causas es que los campesinos están obligados a subir de precio de los alimentos, por los altos costos de los insumos químicos, sin medir las repercusiones a largo plazo que puede generar en el suelo, en las personas que consumen estos alimentos y en la sostenibilidad de la agricultura como ingreso económico de los campesinos (Ferruzzi, 1986). Estos problemas descritos podrían tener una solución conjunta si se aprovecha las bondades de la naturaleza como los son los procesos que algunos animales tienen para regenerar la tierra o abonar (fertilizar la tierra) para suplir el abono de las plantas con químicos.

Uno de los propósitos de las matemáticas es contribuir en el desarrollo de las sociedades, en este caso para asociarlo a la producción de abono orgánico por medio de animales que producen abonos adecuados para la agricultura y que al basar su producción desde las matemáticas podría ser útil para ser una mejora en el crecimiento y reproducción de la lombriz, para extraer el residuo orgánico producido por este animal. Esto lleva a pensar que la reproducción de la lombriz roja californiana es importante por varias razones:

**Agricultura:** Estas lombrices son ampliamente utilizadas en la agricultura y en la horticultura para la producción de abono orgánico de alta calidad. La reproducción de las lombrices asegura la disponibilidad constante de lombrices para la producción de abono.

**Control de residuos:** Las lombrices rojas californianas son capaces de digerir grandes cantidades de residuos orgánicos, lo que ayuda a reducir la cantidad de residuos que terminan en los vertederos y reduce la contaminación ambiental.

**Biodiversidad:** Las lombrices rojas californianas son una especie introducida en muchos países y se han adaptado muy bien a diferentes condiciones climáticas, No ser vector de enfermedades (BOLLO, 1999) Al asegurar su reproducción, se promueve la biodiversidad y la preservación de esta especie.

**Investigación:** La lombriz roja californiana se utiliza en la investigación científica en áreas como la ecología, la biología y la medicina. La reproducción de estas lombrices asegura la disponibilidad constante de animales para su uso en investigación.

En resumen, la reproducción de la lombriz roja californiana es importante porque permite la producción de abono orgánico de alta calidad, ayuda a reducir la cantidad de residuos orgánicos que terminan en los vertederos, promueve la biodiversidad y la preservación de la especie, y asegura la disponibilidad constante de animales para la investigación científica.


¿Cómo es posible predecir la cantidad de lombrices, a partir de un modelo matemático?

## Justificación

Se elige la temática de la reproducción de la lombriz debido a que es la agricultura uno de los escenarios más importantes en el mundo, pero a su vez no se da la importancia necesaria a la agricultura, las bondades que tiene para la sociedad y las poca información sustentada en investigación para los manejos agrícolas hace que sea una ardua tarea de interdisciplinar dos ciencias como lo son las ciencias exactas y la agricultura, para generar un cambio y a su vez en la forma en la que se somete los suelos; los cuales son regenerados en ocasiones por la lombriz roja californiana, la capacidad de

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>                                 |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 14 de 48</b> |

vivir en poblaciones altas entre 40-50 mil individuos.m2 (Ferruzzi, 1986) y ( MARTÍNEZ, 1996) para obtención de alimentos orgánicos libres de contaminación por agroquímicos, fomentando la alimentación sana como estrategia de salud preventiva. así mismo reducen los gastos de la canasta familiar al facilitar la producción de alimentos, plantas medicinales y materias primas naturales que dejan de ser compradas. Según (Duran & Carlos, 2009) menciona que, mediante el uso de la lombricultura, es posible convertir casi cualquier tipo de desecho orgánico en un producto final denominado genéricamente como lombricompost. A su vez vemos en como esto se puede volver una fuente de ingreso ya que si las comunidades alrededor generaran proyectos comunitarios.


La lombriz roja californiana es un bioindicador importante de la salud del suelo debido a su alta sensibilidad a los cambios en el medio ambiente (Edwards, 1988) Cuando las condiciones son adecuadas, las poblaciones de lombrices rojas californianas pueden aumentar rápidamente, lo que indica un suelo saludable y bien estructurado. Por otro lado, una disminución en las poblaciones de lombrices rojas californianas puede indicar la presencia de contaminantes en el suelo o un desequilibrio en los nutrientes disponibles. Por lo tanto, la reproducción exitosa de la lombriz roja californiana es esencial para mantener la salud del medio ambiente.

Según (Bouché, 1972) algunos residuos mostraron preferencia por algunos de los sustratos utilizados por factores, que facilitan la recuperación de territorios y espacios degradados por inseguridad o abandono, dándole aprovechamiento a los mismos terrenos por eso es necesario el mejoramiento del suelo, sabiendo que es el recurso más valioso para garantizar la seguridad alimentaria y para la generación de ingresos sostenidos para el país. Su aporte a la economía depende de la incidencia de los factores de formación del suelo, del nivel de su fertilidad natural y de las prácticas de manejo aplicadas. A pesar de su importancia socio económica, es el recurso con mayores problemas de degradación física, química y biológica, generados como consecuencia de las diversas actividades que realizan los seres humanos por lo tanto es necesario pensar están directamente relacionados con el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla.

La reproducción de la lombriz roja californiana es importante para la seguridad alimentaria porque puede ayudar a mejorar la calidad y la cantidad de alimentos producidos. (RUBINICH, 2009). El vermicompost producido por estas lombrices es rico en nutrientes y minerales esenciales para las plantas, lo que puede aumentar la producción de alimentos y mejorar su calidad nutricional.

Además, la lombriz roja californiana también puede ser utilizada como alimento para otros animales, como aves de corral y peces, lo que puede aumentar la producción de alimentos para consumo humano.

En general es importante (o lo que busca) determinar la capacidad de reproducción de la lombriz roja californiana teniendo en cuenta de los factores de (en los datos obtenidos de trabajos anteriores) para la estabilidad de las lombrices y los potenciales que puede tener una expresión matemática la cual nos permita tener un error mínimo en comparación a los datos.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>                                 |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 15 de 48</b> |

## Objetivos

### Objetivo general

Modelar una ecuación recursiva para predecir el crecimiento de la población de la lombriz roja californianas, teniendo en cuenta las tablas de población dadas.

### Objetivos Específicos

1. Escoger bases de datos adecuadas de investigaciones verificadas, donde intervengan la cantidad o peso de la población de lombrices.
2. A partir de las bases de datos anteriores, hacer regresiones y obtener posibles modelos para determinar una ecuación.
3. Hallar una ecuación teniendo en cuenta las regresiones anteriores y los factores elegidos.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 16 de 48</b>     |

## Marco teórico Capítulo 1

Teniendo en cuenta que, para (Duran & Carlos, 2009) El tipo de sustrato en que crecen las lombrices influye tanto en el peso como en su reproducción, para lo cual parece existir una relación inversa entre ambas variables, por lo tanto, hay que pensar en la interacción de estas variables aleatorias serían los factores que interviene en la reproducción y en el desarrollo de la lombriz. Aunque un mismo individuo tiene ambos sexos se reproduce por fertilización cruzada, donde ambos ponen un capullo, llamado cocón, cada 10 - 30 días. Cada capullo contiene de 2 a 10 lombrices que emergen a los 21 días, siendo individuos juveniles, que no podrán reproducirse hasta los 3 - 4 meses, cuando pasan a ser adultas (Cabrera Santa Cruz, Enero 2006)

En el modelo de Malthus, la tasa de crecimiento es claramente constante y coincide con lo que dice (Duran & Carlos, 2009) Es indudable que lo más deseable cuando uno se enfrenta a un problema de valores iniciales es ser capaz de resolverlo, pues disponiendo de la solución uno puede predecir el tamaño de la población en cualquier instante de tiempo. Sin embargo, esto no siempre es posible. De hecho, solo es esperable poder hacerlo cuando la ecuación diferencial en juego sea suficientemente simple. La de Malthus es un buen ejemplo de ello hay una relación lineal entre área ocupada y cantidad de lombrices.

### Sistemas dinámicos

Por otra parte, tenemos que, en la teoría de los sistemas dinámicos, un sistema se define como una colección de elementos que continuamente interactúan para formar un conjunto unificado. A las relaciones internas y las conexiones entre los componentes de un sistema se les llama la estructura del sistema. La estructura de un ecosistema está definida por las relaciones entre la población animal, nacimientos y muertes, cantidad de comida, y otras variables específicas para un ecosistema particular.

Así mismo, un modelo matemático es un conjunto de ecuaciones que describe las relaciones entre un conjunto de objetos que conforman un sistema, resolviendo estas ecuaciones podemos imitar, o simular, el comportamiento del sistema, así lo describe Grant (2001). Entonces para poder hallar un modelo vamos a tener en cuenta que la cantidad de lombrices, el alimento y la temperatura por lo cual se plantea un modelo recursivo en el cual determina si los valores son correctos.

### Ecuaciones recursivas

Modelos recursivos. El objetivo de la recursividad es simplificar el análisis para reducir el número de ecuaciones que tenemos que considerar en el sistema. Una variable es exógena cuando el análisis que se pretende realizar, puede hacerse sin necesidad de modelar expresamente la ecuación de dicha variable. Además, los parámetros que queremos estimar solo dependen de las dos condiciones anteriores, el análisis estructural, puede emplearse combinando variables latentes, (del mismo modo que el análisis factorial), junto con otras variables dentro del modelo explicativo; así mismo, puede referirse a datos en un solo momento del tiempo o en varios (como en el análisis de panel) o en simulaciones mediante ecuaciones simultaneas (Antonio Alaminos).

### Las variables exógenas

Las variables exógenas (o también, predeterminadas) son aquellas que se encuentran en el límite del modelo. En otro contexto es lo que conocemos como variables explicativas o independientes. Transmiten su variabilidad al interior del modelo, pero queda sin especificar la fuente de variación que da lugar a ellas. Son "causa", en sentido restringido, en la medida que explican -hasta cierto punto- el comportamiento del sistema.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 17 de 48</b> |

## Variables endógenas

Las variables endógenas se caracterizan por quedar explicada su variabilidad en términos de otras variables (exógenas o endógenas a su vez) Son lo que en otro contexto hemos denominado variables explicadas o dependientes. Son "efecto" de ciertas variables, aunque a su vez, pueden hacer el papel de "causa" de otras.

En general la propiedad de la recursividad interesante ya que permite reducir los cálculos al aumentar el conjunto de observaciones, porque para calcular nuevas estimaciones no hay que reiniciar el proceso si no que se obtienen como una combinación lineal de las últimas estimaciones y de los nuevos datos

## Variables para el modelo y modelo que se va escoger

Como punto de partida tenemos los objetos matemáticos involucrados en el estudio que permiten caracterizar aspectos relacionados con la dinámica de un ecosistema, formulando modelos matemáticos a partir de los cuales se establece la población que logra alcanzar un grupo; ya que Los gusanos rojos son hermafroditas. Tienen órganos reproductores que son tanto masculinos como femeninos. Sin embargo, los gusanos rojos no pueden reproducirse por sí solos.

Así mismo, un modelo matemático es un conjunto de ecuaciones que describe las relaciones entre un conjunto de objetos que conforman un sistema, resolviendo estas ecuaciones podemos imitar, o simular, el comportamiento del sistema, así lo describe (Grant, 2001). Entonces para poder hallar un modelo vamos a tener en cuenta que la cantidad de lombrices, el alimento y la temperatura por lo cual se plantea un modelo recursivo en el cual determina si los valores son correctos.

Un modelo recursivo es un caso especial de un sistema de ecuaciones donde las variables endógenas se determinan una a la vez en secuencia. Por lo tanto, el lado derecho de la ecuación para la primera variable endógena no incluye variables endógenas, solo variables exógenas. El lado derecho de la ecuación para la segunda variable endógena incluye variables exógenas y solo la primera variable endógena. El lado derecho de la ecuación para la tercera variable endógena incluye variables exógenas y solo la primera y la segunda variable endógena, y así sucesivamente. Otra forma de expresar esto es decir que un sistema es recursivo si la solución para la  $n$ -ésima variable endógena involucra solo las primeras  $n$  ecuaciones por lo tanto quedaría expresada de la siguiente manera

$$x_{(n+1)} = f(x_n)$$

Pero como fuente de alimentación de las lombrices es de materia orgánica en descomposición. Las lombrices requieren que el sustrato se encuentre en forma pastosa, que les permita succionar las porciones a digerir. Además, ellas se alimentan de materiales en descomposición y no de materiales frescos. Por esto es necesario dejar que el desecho orgánico se descomponga 3 a 4 días antes de que pueda ser ingerido por la lombriz (Soto, 2003).

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 18 de 48</b>     |

## Antecedentes Trabajos Anteriores

Los residuos agropecuarios se generan en las unidades de producción en finca o hacienda. Para Colombia, los principales son: Residuos pecuarios. Los principales son todos los estiércoles como Bovinaza o boñiga, Gallinaza, Porquinaza, Conejaza, cuyasa, equinaza; si hay suficiente espacio disponible para permitir que la colonia se expanda y si hay suficiente suministro de alimentos disponible para alcanzar la tasa de crecimiento. La producción de biomasa de lombriz como pie de cría, se debe a el tipo de alimentación y tendrá un efecto importante sobre la capacidad de reproducción de la lombriz (duran2009) sin embargo Los sustratos destinados a la alimentación de la lombriz debe tener una fermentación previa ya que si la fermentación es parcial provocaría afectación en el esófago de las lombrices, por inflamación de las cavidades celomáticas provocando la muerte de la lombriz.

Otro factor importante que determina la reproductividad de la lombriz roja es la temperatura para Las lombrices californianas se reproducen a su máxima capacidad entre los 14 y 27 °C; se reproducirán menos durante los meses más cálidos y fríos. Cuando la temperatura es inferior a 15°C las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad de lo habitual. Otro aspecto es que las lombrices entran en un período de latencia, disminuyendo su actividad. Van dejando de reproducirse, los cocones (huevos) no eclosionan y pasan más tiempo encerrados los embriones crecer, hasta que se presentan condiciones favorables (Geler, Abraham, s.f.).

Para (Toccalino P, Roux J, Agüero C. 2001). Comportamiento reproductivo de Eisenia foetida (lombriz roja de California) durante las cuatro estaciones del año alimentadas con distintos compostajes. Anales de la Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas: La validación del modelo se realiza tomando como referencia el trabajo de (Durán y Henríquez, 2009). En este artículo se estudia el crecimiento, reproducción y adaptación de lombrices adultas, en sustratos orgánicos de broza de café, estiércol de ganado vacuno, desechos domésticos, desechos de la producción bananera y desechos de plantas ornamentales. Los resultados obtenidos a los 90 días (aproximadamente 13 semanas).

El tiempo de maduración depende del peso de la lombriz (Duran & Carlos, 2009); (GÓMEZ GARVÍN, 2012), siendo los valores típicos entre 1 y 3 meses (Toccalino, Agüero, Serebrinsky, & Roux, 2004) En cuanto a la longevidad las lombrices pueden vivir hasta 16 años (Toccalino, Agüero, Serebrinsky, & Roux, 2004) aunque la media parece situarse en unos 1000 días, es decir 3-4 años, (Alas y Alvarenga, 2002).

Según (Echegoyen, C; Linares, N; 2008) evaluaron sustratos alimenticios, Estiércol seco y fresco de bovino, Papel reciclado y desperdicios de frutas y verduras encontrando que la mayor producción de lombrices que se reflejan en sustratos con estiércol de bovino seco en comparación a los otros sustratos.

## Método y Técnica de Investigación

El desarrollo de este trabajo de grado se basó en la metodología de investigación cuantitativa, buscando una alternativa más para un modelo matemático el cual se ajuste a las variables propuestas

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 19 de 48</b> |

para optimizar la forma en la reproducción de la lombriz roja californiana teniendo las tablas de reproducción.

Se deben identificar las variables que pueden influir en el proceso de reproducción de la lombriz roja californiana. Estas variables podrían incluir factores ambientales, como la temperatura, la humedad y el pH, y factores relacionados con la alimentación, como el tipo y la cantidad de alimento.

Por lo tanto, debe diseñar un experimento para recopilar datos sobre las variables identificadas en el paso anterior. Por ejemplo, se podría diseñar un experimento en el que se manipule la temperatura y se midan los efectos sobre la tasa de reproducción de las lombrices.

Al recopilar los datos de acuerdo con el diseño del experimento. Esto podría implicar el monitoreo de las condiciones ambientales y la cantidad de alimento proporcionado, así como el registro de la cantidad de lombrices que se reproducen durante un período determinado.

Por lo general al analizar los datos recopilados para identificar patrones o relaciones entre las variables. Esto podría implicar el uso de técnicas estadísticas para determinar si hay una correlación entre la temperatura y la tasa de reproducción, por ejemplo.

Para finalizar deben interpretar los resultados del análisis de datos para sacar conclusiones sobre los factores que afectan la reproducción de la lombriz roja californiana. Por ejemplo, los resultados podrían indicar que una temperatura más alta se correlaciona con una mayor tasa de reproducción. En resumen, estudio de la reproducción de la lombriz roja californiana implica la identificación de variables de interés, el diseño de un experimento para recopilar datos, la recopilación de datos, el análisis de datos, la interpretación de resultados, la comunicación de resultados y la replicación y validación de los resultados.

## Desarrollo Del Proyecto Capítulo 2

El desarrollo de este proyecto está basado en la información obtenida de los diferentes trabajos expuestos durante algunos periodos de tiempo y lugar; para este caso en específico tomaremos en cuenta el trabajo realizado por (Salvador Díaz, 2014) el cual nos permite tener información sobre la simulación en la reproducción de la lombriz roja californiana. Para esto se tomaron los siguientes parámetros; La validación del modelo se realiza tomando como referencia el trabajo de (Duran & Carlos, 2009) En este artículo se estudia el crecimiento, reproducción y adaptación de lombrices adultas (con clitelio) en sustratos diferentes. Los resultados obtenidos a los 90 días (aproximadamente 13 semanas) (Duran & Carlos, 2009)

Según las tablas proporcionadas muestra el crecimiento de la reproducción de la lombriz roja teniendo en cuenta los parámetros tomados. Se crea un modelo a partir de los datos de (Duran & Carlos, 2009) en el que la eclosión de los capullos se produce entre las 3 y 4 semanas y la maduración de las crías entre las 4 y las 8 semanas, lo que corresponde a una maduración de los gusanos entre 2 y 3 meses de vida.

El modelo tomado es  $y = \exp(a + bx)$  (logístico) es un modelo para población donde se tiene en cuenta una aplicación típica de la ecuación logística es un modelo común (Pierre-François Verhulst en 1838), de crecimiento de la población, donde la tasa de reproducción es proporcional tanto a la población existente como a la cantidad de recursos disponibles.

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 20 de 48</b> |

Para hallar una estimación de este modelo se trabajará de la siguiente forma se aplica  $\ln(y)$  a los datos dados, obteniendo la siguiente ecuación:

$$\ln(y) = a + bx$$

En los datos dados se toma la columna de las semanas por x y la columna de los individuos por y se halla  $\ln(y)$  y sobre las columnas resultantes se aplica regresión lineal.

En la toma de datos se tomaron del trabajo realizado por (Salvador Díaz, 2014) donde simula bajo ciertas condiciones la reproducción de la lombriz roja californiana teniendo en cuenta los siguientes parámetros para cada uno de los sustratos, propuestos por (Duran & Carlos, 2009). Por otro lado, la fórmula de regresión cuadrática es una ecuación que se utiliza para modelar la relación entre dos variables, donde una variable dependiente (y) está relacionada con una variable independiente (x) por medio de una ecuación cuadrática.

En el caso de la población de lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*), se podría tomar la fórmula de regresión cuadrática para modelar su crecimiento en función del tiempo (en semanas) o de algún otro factor ambiental como la temperatura o la disponibilidad de alimento.

La fórmula general para una regresión cuadrática es

$$y = \exp(a + bx)$$

Donde:

Y; es la variable dependiente (población de lombrices)

X: es la variable independiente (tiempo, temperatura, alimento, etc.)

a, b, y c son coeficientes que se determinan mediante el análisis de regresión.

En este caso, podríamos usar la fórmula de regresión cuadrática para encontrar una relación entre la población de lombrices y alguna variable independiente como el tiempo. Podríamos recolectar datos de población de lombrices en diferentes momentos a lo largo del tiempo y usar una herramienta estadística como el software de análisis de regresión para encontrar los valores óptimos de a, b y c que mejor se ajustan a los datos.

*“Para el primer sustrato, “Doméstico”, podemos obtener como resultado una simulación muy aproximada, considerando una tasa de supervivencia de adultos del 89,8%, una fecundidad de 0,04 cocones por adulto y una fertilidad de 1,8 juveniles por cocón. Estos valores son consecuentes con las medias encontradas en la bibliografía para la especie (GÓMEZ GARVÍN, 2012)”.*

En la tabla 1 muestra las semanas los datos simulados (datos reales) sobre la reproducción de la lombriz en el sustrato domestico para esto se hacen los cálculos pertinentes es este caso específico se halla  $\ln(\text{datos})$  se hace la respectiva regresión lineal y se halla el error relativo este procedimiento se repite para cada una de los datos y tipos de alimento o sustratos descrito en el trabajo.

**Tabla de datos seleccionados**

| Semanas | domestico | Estiércol | banano | ornamentales | Broza   |
|---------|-----------|-----------|--------|--------------|---------|
| 1       | 6,59      | 203,34    | 8,24   | 139,22       | 220,29  |
| 2       | 7,34      | 225,94    | 9,18   | 154,35       | 244,77  |
| 3       | 8,18      | 251,04    | 10,23  | 171,12       | 271,96  |
| 4       | 9,11      | 278,94    | 11,39  | 189,71       | 302,18  |
| 5       | 18,26     | 960,8     | 26,64  | 462,71       | 1175,17 |
| 6       | 20,34     | 1067,55   | 29,66  | 512,99       | 1305,75 |
| 7       | 22,65     | 1186,17   | 33,03  | 568,72       | 1450,83 |

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 21 de 48</b> |

|    |       |         |       |        |         |
|----|-------|---------|-------|--------|---------|
| 8  | 25,22 | 1317,97 | 36,78 | 630,51 | 1612,03 |
| 9  | 28,09 | 1464,41 | 40,96 | 699,02 | 1791,15 |
| 10 | 31,28 | 1627,12 | 45,62 | 774,96 | 1990,17 |
| 11 | 34,83 | 1807,92 | 50,8  | 859,16 | 2211,3  |
| 12 | 38,79 | 2008,8  | 56,57 | 952,51 | 2457    |

**Nota:** datos tomados de (Salvador Díaz, 2014)

En este proceso de análisis, es esencial comprender los conceptos estadísticos básicos, como las distribuciones de probabilidad, las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza. También es importante tener conocimientos sobre cómo utilizar software estadístico y herramientas de visualización de datos para facilitar el análisis y la presentación de resultados en este caso se presentaran los datos con sus respectivos análisis para cada uno de los tipos de alimentación. Utilizando el programa de STATGRAPHICS.

#### **Análisis de Varianza alimentación domestica**

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Modelo        | 4,30246                  | 1         | 4,30246               | 141,94         | 0,0000         |
| Residuo       | 0,303126                 | 10        | 0,0303126             |                |                |
| Total (Corr.) | 4,60558                  | 11        |                       |                |                |

| <i>Parámetro</i> | <i>Estimación</i> | <i>Error Estándar</i> | <i>Estadístico T</i> | <i>Valor-P</i> |
|------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| CONSTANTE        | 1,74271           | 0,107154              | 16,2635              | 0,0000         |
| Domestico        | 0,173456          | 0,0145594             | 11,9137              | 0,0000         |

R-cuadrada = 93,4183 porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 92,7601 porciento

Error estándar del est. = 0,174105

Error absoluto medio = 0,136

Estadístico Durbin-Watson = 1,04104 (P=0,0122)

Auto correlación de residuos en retraso 1 = 0,432469

muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre doméstico y semanas variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

Domestico = 1,74271 + 0,173456\*Col\_1

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 93,4183% de la variabilidad en doméstico. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 92,7601%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,174105. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,136 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de confianza del 95,0%. Grafique los residuos versus el número de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 22 de 48</b> |

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0,0000, que corresponde a semanas. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, ese término es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95,0%. Consecuentemente, probablemente no quisiera eliminar ninguna variable del modelo.

### Residuos Atípicos

| Fila | Y       | Y Predicha | Residuo  | Residuo Estudentizado |
|------|---------|------------|----------|-----------------------|
| 5    | 2,90471 | 2,60999    | 0,294723 | 2,05                  |

La tabla de residuos atípicos enlista todas las observaciones que tienen residuos Estudentizados mayores a 2, en valor absoluto. Los residuos Estudentizados miden cuántas desviaciones estándar se desvía cada valor observado de domestico del modelo ajustado, utilizando todos los datos excepto esa observación. En este caso, hay un residuo Estudentizado mayor que 2, pero ninguno mayor que 3.

### Análisis de Varianza de alimentación de estiércol

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo        | 7,69378           | 1  | 7,69378        | 68,57   | 0,0000  |
| Residuo       | 1,12195           | 10 | 0,112195       |         |         |
| Total (Corr.) | 8,81574           | 11 |                |         |         |

R-cuadrada = 87,2733 por ciento  
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 86,0006 por ciento  
Error estándar del est. = 0,334956  
Error absoluto medio = 0,261537  
Estadístico Durbin-Watson = 1,04274 (P=0,0123)  
Auto correlación de residuos en retraso 1 = 0,431746

Muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre estiércol y 1 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Estiércol} = 5,14096 + 0,231954 * \text{Col}_1$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 87,2733% de la variabilidad en estiercol. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 86,0006%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,334956. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,261537 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de confianza del 95,0%. Grafique los residuos versus el número de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 23 de 48</b>     |

### Análisis de Varianza de alimentación banano

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Modelo        | 5,19823                  | 1         | 5,19823               | 107,72         | 0,0000         |
| Residuo       | 0,482571                 | 10        | 0,0482571             |                |                |
| Total (Corr.) | 5,6808                   | 11        |                       |                |                |

| <i>Parámetro</i> | <i>Estimación</i> | <i>Error Estándar</i> | <i>Estadístico T</i> |
|------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| CONSTANTE        | 1,95696           | 0,135201              | 14,4745              |
| Col_1            | 0,19066           | 0,0183701             | 10,3788              |

R-cuadrada = 91,5052 porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 90,6558 porciento

Error estándar del est. = 0,219675

Error absoluto medio = 0,171547

Estadístico Durbin-Watson = 1,04267 (P=0,0123)

Auto correlación de residuos en retraso 1 = 0,431687

los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre banano y 1 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Banano} = 1,95696 + 0,19066 * \text{Col}_1$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 91,5052% de la variabilidad en banano. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 90,6558%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,219675. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,171547 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de confianza del 95,0%. Grafique los residuos versus el número de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

### Análisis de Varianza alimentación ornamentales

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Modelo        | 5,23658                  | 1         | 5,23658               | 96,11          | 0,0000         |
| Residuo       | 0,544871                 | 10        | 0,0544871             |                |                |
| Total (Corr.) | 5,78145                  | 11        |                       |                |                |

| <i>Parámetro</i> | <i>Estimación</i> | <i>Error Estándar</i> | <i>Estadístico T</i> | <i>Valor-P</i> |
|------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| CONSTANTE        | 4,78514           | 0,143663              | 33,3081              | 0,0000         |
| Col_1            | 0,191362          | 0,01952               | 9,8034               | 0,0000         |

R-cuadrada = 90,5755 porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 89,6331 porciento

Error estándar del est. = 0,233425

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 24 de 48</b>     |

Error absoluto medio = 0,182261

Estadístico Durbin-Watson = 1,04275 (P=0,0123)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,431742

Muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre ornamentales y 1 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Ornamentales} = 4,78514 + 0,191362 * \text{Col}_1$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 90,5755% de la variabilidad en ornamentales. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 89,6331%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,233425. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,182261 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de confianza del 95,0%. Grafique los residuos versus el número de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0,0000, que corresponde a semanas. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, ese término es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95,0%. Consecuentemente, probablemente no quisiera eliminar ninguna variable del modelo.

#### Análisis de Varianza alimentación de broza

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Modelo        | 8,62091                  | 1         | 8,62091               | 62,67          | 0,0000         |
| Residuo       | 1,37557                  | 10        | 0,137557              |                |                |
| Total (Corr.) | 9,99648                  | 11        |                       |                |                |

| <i>Parámetro</i> | <i>Estimación</i> | <i>Error Estándar</i> | <i>Estadístico T</i> | <i>Valor-P</i> |
|------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| CONSTANTE        | 5,21366           | 0,228265              | 22,8404              | 0,0000         |
| Col_1            | 0,245532          | 0,0310151             | 7,91654              | 0,0000         |

R-cuadrada = 86,2395

porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 84,8634 porciento

Error estándar del est. = 0,370887

Error absoluto medio = 0,28959

Estadístico Durbin-Watson = 1,04276 (P=0,0123)

Auto correlación de residuos en retraso 1 = 0,431737

muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Col\_6 y 1 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Broza} = 5,21366 + 0,245532 * \text{Col}_1$$

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 25 de 48</b> |

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 86,2395% de la variabilidad en broza. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 84,8634%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,370887. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,28959 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de confianza del 95,0%. G

Además, al analizar datos de poblaciones, podemos identificar relaciones y correlaciones entre variables, lo que nos brinda información valiosa para la toma de decisiones. Al comprender cómo se relacionan ciertos factores entre sí, podemos identificar patrones ocultos y predecir posibles resultados futuros para eso se toma los siguientes datos para su respectivo análisis.

**Tabla 1**  
***Alimentación doméstica y su regresión lineal.***

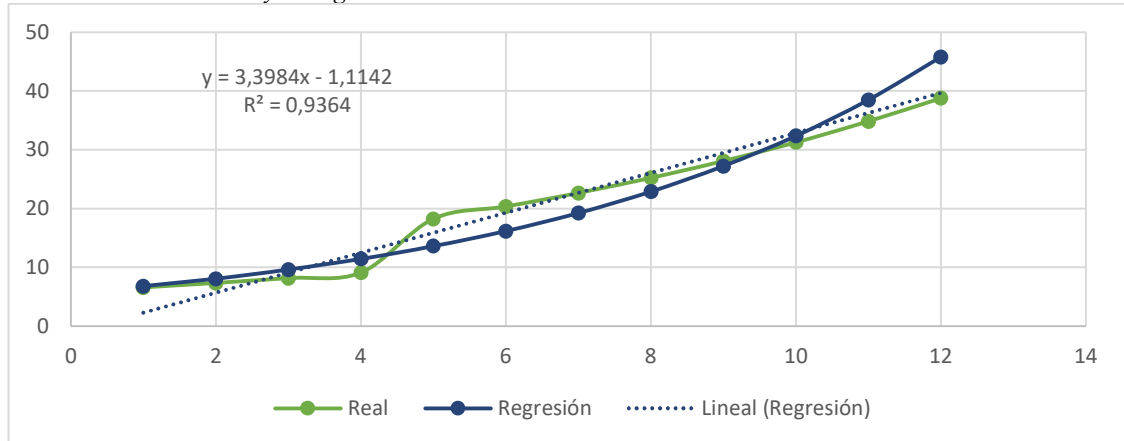
|    | Datos    |            |    | Regresión lineal |            | Error relativo |
|----|----------|------------|----|------------------|------------|----------------|
|    | (reales) | Ln(peso)   |    | aproximado       |            |                |
| 1  | 6,59     | 1,88555335 | a= | 1,74270789       | 6,79484508 | 0,03108423     |
| 2  | 7,34     | 1,99333884 | b= | 0,173456358      | 8,08184838 | 0,10106926     |
| 3  | 8,18     | 2,10169215 |    |                  | 9,6126214  | 0,17513709     |
| 4  | 9,11     | 2,20937271 |    |                  | 11,4333363 | 0,25503142     |
| 5  | 18,26    | 2,90471288 |    |                  | 13,5989105 | 0,25526229     |
| 6  | 20,34    | 3,01258939 |    |                  | 16,1746635 | 0,20478547     |
| 7  | 22,65    | 3,12015985 |    |                  | 19,2382868 | 0,15062751     |
| 8  | 25,22    | 3,22763733 |    |                  | 22,8821872 | 0,09269678     |
| 9  | 28,09    | 3,33541364 |    |                  | 27,2162743 | 0,03110451     |
| 10 | 31,28    | 3,44297892 |    |                  | 32,3712756 | 0,03488733     |
| 11 | 34,83    | 3,55047908 |    |                  | 38,5026793 | 0,10544586     |
| 12 | 38,79    | 3,65816248 |    |                  | 45,7954247 | 0,18059873     |

**Nota:** Para esta tabla se toma los valores reales los cuales se adaptaron a varios modelos para aproximar el valor de relación (Elaboración propia).

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 26 de 48</b>     |

**Figura 1**

*Alimentación doméstica y su regresión lineal*



**Figura 1:** para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (1) teniendo en cuenta la alimentación Doméstica tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión logística y se comparan con los datos reales se observa que las gráficas se parecen al final, aunque al principio tiene un salto. (Elaboración propia)

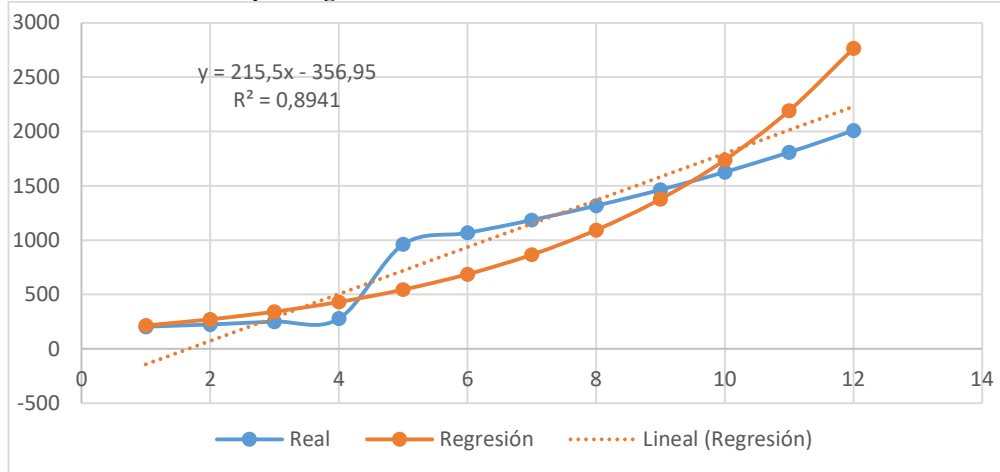
Haciendo los cálculos anteriores tenemos que para los datos se toman varias variaciones de alimentos para cada una de las pruebas realizadas en el crecimiento de la población entre ellos están (Doméstico) y se analizara de forma en que el modelo se ajuste mejor a los datos relacionados el modelo y sus graficas se realizaron en el programa de Excel

El crecimiento de la población de lombrices rojas californianas en desechos domésticos dependerá de varios factores, como la cantidad y calidad de los desechos, la temperatura, la humedad y la disponibilidad de oxígeno con su respectiva regresión lineal.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 27 de 48</b>     |

**Figura 2**

*Alimentación estiércol y su regresión lineal*



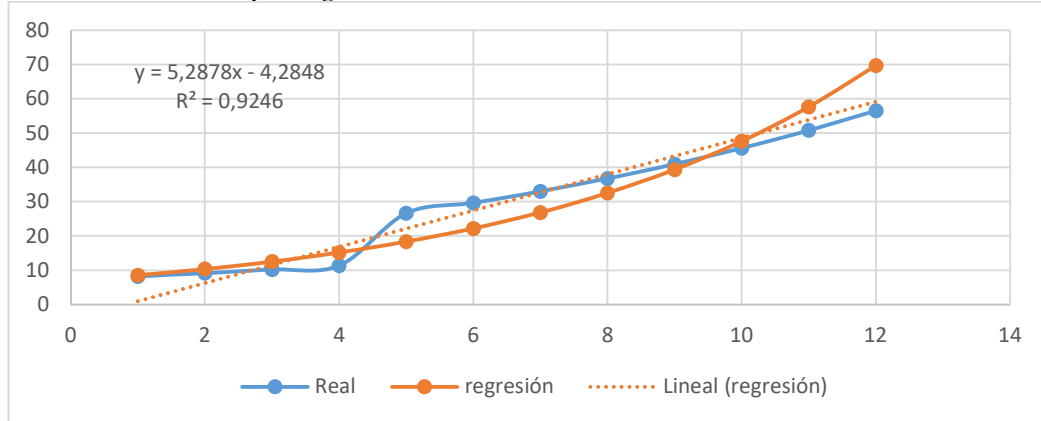
**Nota:** Para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (2) teniendo en cuenta la alimentación estiércol tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión logística y se comparan con los datos reales se observa que al principio tiene una buena relación luego al final tiene un error mayor. (Elaboración propia).

Se observa el crecimiento de la población de la lombriz en la alimentación de desechos de estiércol y su respectiva regresión lineal. En el caso de la alimentación de desechos de estiércol, la cantidad de alimento disponible para las lombrices puede ser mayor que en la alimentación de desechos domésticos, lo que puede acelerar el crecimiento de la población. Sin embargo, también es importante controlar la cantidad de alimento para evitar que se acumule y se vuelva tóxico para las lombrices.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 28 de 48</b>     |

**Figura 3**

*Alimentación de banano y su regresión lineal*



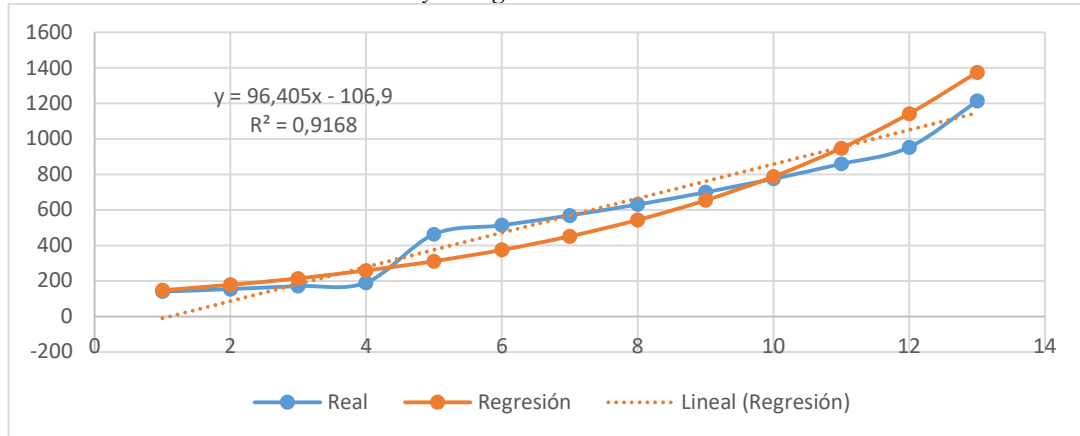
**Grafica 3:** para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (3) teniendo en cuenta la alimentación desechos de banano tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión logística y se comparan con los datos reales se observa que al cabo de unas semanas tiene la una similitud entre la semana 9 y 10. (Elaboración propia),

El crecimiento de la población de la lombriz en la alimentación de desechos de banano y su respectiva regresión lineal. En el caso de la alimentación de desechos de banano, la calidad del alimento es importante, ya que los bananos son ricos en azúcares y nutrientes que las lombrices pueden utilizar para crecer y reproducirse.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 29 de 48</b>     |

**Figura 4**

*Alimentación de ornamentales y su regresión lineal*



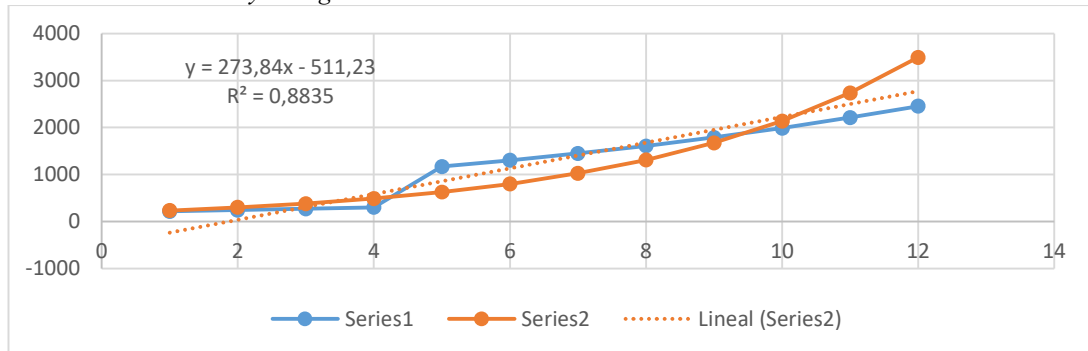
**Grafica 4:** para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (4) teniendo en cuenta la alimentación desechos ornamentales tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión logística y se comparan con los datos reales se observa que al cabo de unas semanas tiene la una similitud en la semana10 y su error es mínimo basados en los datos. (Elaboración propia).

En el caso de la alimentación de desechos ornamentales, es importante considerar la composición de los mismos y la cantidad que se les proporciona a las lombrices. Los desechos ornamentales pueden incluir hojas, ramas, flores y otros residuos de jardín que contienen una variedad de nutrientes y materiales ricos en carbono.

El crecimiento de la población de lombrices en la alimentación de desechos ornamentales puede ser más lento que en la alimentación de otros tipos de desechos, ya que la calidad y cantidad de los nutrientes disponibles puede variar según el tipo de desecho.

**Figura 5**

*Alimentación de broza y su regresión lineal*



Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 30 de 48</b> |

**Grafica 5:** para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (5) teniendo en cuenta la alimentación broza tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión logística y se comparan con los datos reales se observa que al cabo de unas semanas tiene un amplio margen de error (Elaboración propia).

El crecimiento de la población de la lombriz en la alimentación de desechos de broza y su respectiva regresión lineal. Para realizar este análisis, se pueden tomar muestras periódicas de la población de lombrices y la cantidad de desechos de broza proporcionados, registrando los valores en una tabla. Luego, se pueden utilizar herramientas estadísticas para analizar la relación entre las dos variables y determinar si existe una relación lineal.

Para obtener un poco más de relación y tener ajustados los datos se realizar una regresión cuadrática para cada uno de los datos se halla  $\ln$  (datos) se halla la regresión cuadrática y se halla el error relativo como se muestra en la siguiente tabla.

#### Tabla

*Tabla basada en la regresión cuadrática en el sustrato de doméstico.*

| Semanas | Datos(reales) | Ln (real)  | ajustado    | Error relativo |
|---------|---------------|------------|-------------|----------------|
| 1       | 6,59          | 1,88555335 | 5,717890822 | 0,13233827     |
| 2       | 7,34          | 1,99333884 | 7,473025969 | 0,01812343     |
| 3       | 8,18          | 2,10169215 | 9,585005976 | 0,17176112     |
| 4       | 9,11          | 2,20937271 | 12,06489505 | 0,3243573      |
| 5       | 18,26         | 2,90471288 | 14,90355835 | 0,18381389     |
| 6       | 20,34         | 3,01258939 | 18,06723361 | 0,11173876     |
| 7       | 22,65         | 3,12015985 | 21,49456258 | 0,05101269     |
| 8       | 25,22         | 3,22763733 | 25,09578742 | 0,00492516     |
| 9       | 28,09         | 3,33541364 | 28,75466457 | 0,02366196     |
| 10      | 31,28         | 3,44297892 | 32,3333757  | 0,03367569     |
| 11      | 34,83         | 3,55047908 | 35,68034582 | 0,02441418     |
| 12      | 38,79         | 3,65816248 | 38,64046332 | 0,00385503     |

**Nota:** para la elaboración de esta tabla los valores fueron tomados de (Luis Salvador Díaz, 2014) y adaptados para su respectivo análisis (Elaboración propia).

Sin embargo, es importante recordar que el análisis de datos de poblaciones está sujeto a ciertas limitaciones y suposiciones. Dado que es prácticamente imposible recopilar datos de toda una población, generalmente trabajamos con muestras representativas. La calidad de los resultados del análisis dependerá en gran medida de la forma en que se haya seleccionado y representado la muestra.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 31 de 48</b>     |

| <i>Parámetro</i> | <i>Estimado</i> | <i>Error Estándar</i> | <i>Estadístico T</i> | <i>Valor-P</i> |
|------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| CONSTANTE        | 1,45709         | 0,148097              | 9,83874              | 0,0000         |
| Col_1            | 0,295863        | 0,0523787             | 5,64854              | 0,0003         |
| Col_1^2          | -0,0094159      | 0,00392228            | -2,40062             | 0,0399         |

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Modelo        | 4,42079                  | 2         | 2,21039               | 107,65         | 0,0000         |
| Residual      | 0,184796                 | 9         | 0,0205329             |                |                |
| Total (Corr.) | 4,60558                  | 11        |                       |                |                |

R-cuadrada = 95,9876 por ciento  
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 95,0959 por ciento  
Error estándar del est. = 0,143293  
Error absoluto medio = 0,0885458  
Estadístico Durbin-Watson = 1,67829 (P=0,0790)  
Autocorrelación de residuos lag 1 = 0,106167.  
los resultados de ajustar un modelo polinomial de segundo orden para describir la relación entre Col\_2 y Col\_1. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Col}_2 = 1,45709 + 0,295863 * \text{Col}_1 - 0,0094159 * \text{Col}_1^2$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Col\_2 y Col\_1 con un nivel de confianza del 95%.

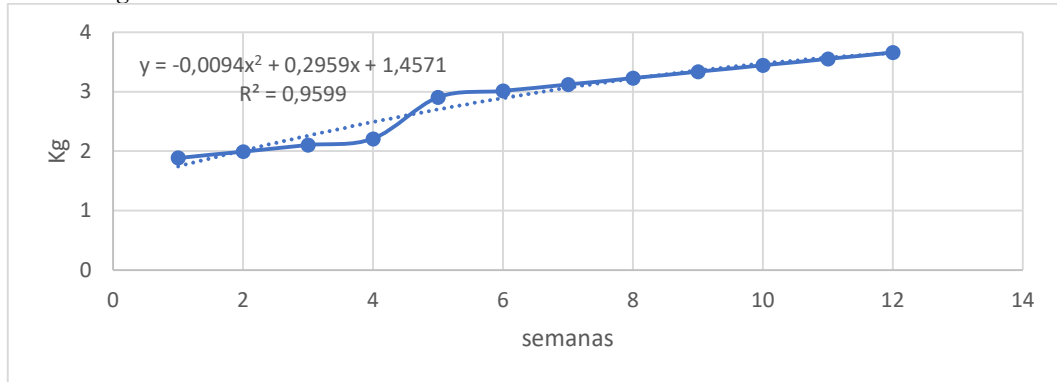
El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 95,9876% de la variabilidad en Col\_2. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 95,0959%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,143293. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,0885458 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P mayor que 0,05, no hay indicación de correlación serial en los residuos, con un nivel de confianza del 95%.

Para determinar si el orden del polinomio es apropiado, primero note que el valor-P en el término de mayor orden es igual a 0,0398577. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, el término de mayor orden es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%. Consecuentemente, es probable que no quisiera considerar ningún modelo de orden menor.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 32 de 48</b>     |

**Figura 6**

*Regresión cuadrática de la alimentación doméstica basada en datos anteriores.*



**Nota 6:** Para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (6) teniendo en cuenta la alimentación domestica tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión cuadrática y se comparan con los datos reales se observa que al cabo de unas semanas tiene un mínimo margen de error (Elaboración propia).

En base a los datos tomados, se observa que la regresión cuadrática tiene un margen de error más ajustado al final de las semanas, en la alimentación domestica ya que su correlación se aproxima a 1 más sin embargo entre la semana 4 y 6 se observa un error relativo amplio.

| <i>Parámetro</i> | <i>Estimado</i> | <i>Error Estándar</i> | <i>Estadístico T</i> | <i>Valor-P</i> |
|------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| CONSTANTE        | 4,59239         | 0,285223              | 16,1011              | 0,0000         |
| Col_1            | 0,467057        | 0,100877              | 4,62998              | 0,0012         |
| Col_1^2          | -0,0180849      | 0,00755397            | -2,39409             | 0,0403         |

Análisis de Varianza estierol

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Modelo        | 8,1303                   | 2         | 4,06515               | 53,38          | 0,0000         |
| Residual      | 0,685434                 | 9         | 0,0761593             |                |                |
| Total (Corr.) | 8,81574                  | 11        |                       |                |                |

R-cuadrada = 92,2249 por ciento  
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 90,4971 por ciento  
Error estándar del est. = 0,27597  
Error absoluto medio = 0,170482  
Estadístico Durbin-Watson = 1,67793 (P=0,0789)  
Auto correlación de residuos lag 1 = 0,106348

Los resultados de ajustar un modelo polinomial de segundo orden para describir la relación entre Col\_7 y Col\_1. La ecuación del modelo ajustado es

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 33 de 48</b>     |

$$\text{Col}_7 = 4,59239 + 0,467057 * \text{Col}_1 - 0,0180849 * \text{Col}_1^2$$

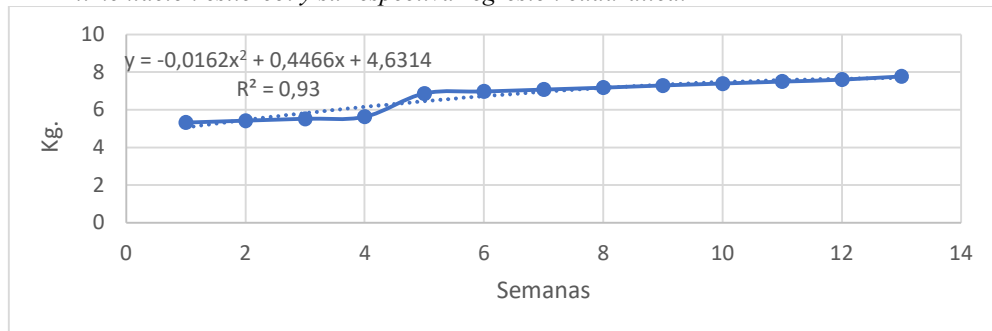
Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Col\_7 y Col\_1 con un nivel de confianza del 95%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 92,2249% de la variabilidad en Col\_7. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 90,4971%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,27597. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,170482 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P mayor que 0,05, no hay indicación de correlación serial en los residuos, con un nivel de confianza del 95%.

Para determinar si el orden del polinomio es apropiado, primero note que el valor-P en el término de mayor orden es igual a 0,0402867. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, el término de mayor orden es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%. Consecuentemente, es probable que no quisiera considerar ningún modelo de orden menor

**Figura 7**

*Alimentación estiércol y su respectiva regresión cuadrática.*



**Nota 7:** Para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (7) teniendo en cuenta la alimentación estiércol tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, y los datos tomados (Salvador Díaz, 2014) se adaptaron (Elaboración propia).

Ya que se tiene diferentes fuentes de alimentación esta se ve reflejada en él, ya que la correlación se aleja un poco a los datos si su alimentación es estiércol en cambio la alimentación domestica si se ajusta un mejor a los datos.

**Análisis de alimentación banano**

| Parámetro | Estimado   | Error     |          | Estadístico |  |
|-----------|------------|-----------|----------|-------------|--|
|           |            | Estándar  | T        | Valor-P     |  |
| CONSTANTE | 1,59679    | 0,186929  | 8,54227  | 0,0000      |  |
| Col_1     | 0,345016   | 0,0661124 | 5,21863  | 0,0006      |  |
| Col_1^2   | -0,0118736 | 0,0049507 | -2,39836 | 0,0400      |  |

| Fuente   | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo   | 5,38639           | 2  | 2,6932         | 82,33   | 0,0000  |
| Residual | 0,294408          | 9  | 0,032712       |         |         |

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 34 de 48</b>     |

Total (Corr.) 5,6808

11

R-cuadrada = 94,8175 porciento  
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 93,6658 porciento  
Error estándar del est. = 0,180864  
Error absoluto medio = 0,111721  
Estadístico Durbin-Watson = 1,6797 (P=0,0794)  
Auto correlación de residuos lag 1 = 0,105577

Los resultados de ajustar un modelo polinomial de segundo orden para describir la relación entre Col\_4 y Col\_1. La ecuación del modelo ajustado es

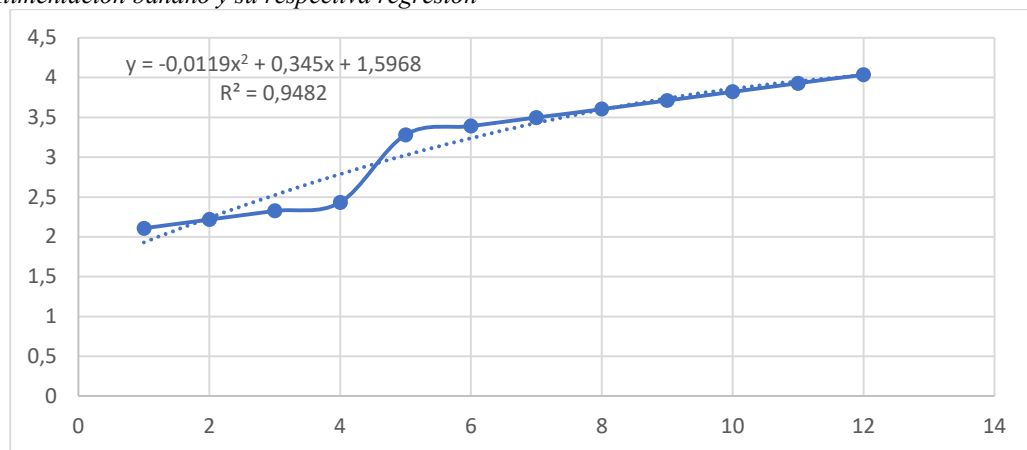
$$\text{Col}_4 = 1,59679 + 0,345016 * \text{Col}_1 - 0,0118736 * \text{Col}_1^2$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Col\_4 y Col\_1 con un nivel de confianza del 95%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 94,8175% de la variabilidad en Col\_4. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 93,6658%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,180864. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,111721 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P mayor que 0,05, no hay indicación de correlación serial en los residuos, con un nivel de confianza del 95%.

### Figura 8

Alimentación banano y su respectiva regresión



**Nota 8:** Para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (8) teniendo en cuenta el trabajo (Salvador Díaz, 2014) tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión cuadrática y se adaptaron con los datos reales (Elaboración propia)

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 35 de 48</b>     |

Para este tipo de alimentación en este caso banano la regresión cuadrática tiene una correlación ajustada al final de las semanas, el modelo se ajusta para la alimentación de banano aunque tiene un amplio margen entre la semana 4 y 6.

#### **Regresión cuadrática de los datos de ornamentales**

| <i>Parámetro</i> | <i>Estimado</i> | <i>Error</i>    |          | <i>Estadístico</i> |  |
|------------------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|--|
|                  |                 | <i>Estándar</i> | <i>T</i> | <i>Valor-P</i>     |  |
| CONSTANTE        | 4,40285         | 0,198767        | 22,1509  | 0,0000             |  |
| Col_1            | 0,355202        | 0,0702992       | 5,05271  | 0,0007             |  |
| Col_1^2          | -0,012603       | 0,00526422      | -2,39409 | 0,0403             |  |

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Modelo        | 5,44857                  | 2         | 2,72429               | 73,66          | 0,0000         |
| Residual      | 0,332877                 | 9         | 0,0369863             |                |                |
| Total (Corr.) | 5,78145                  | 11        |                       |                |                |

R-cuadrada = 94,2423 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 92,9628 por ciento

Error estándar del est. = 0,192318

Error absoluto medio = 0,118805

Estadístico Durbin-Watson = 1,67795 (P=0,0789)

Auto correlación de residuos lag 1 = 0,106343

los resultados de ajustar un modelo polinomial de segundo orden para describir la r (López Prieto, 2019-08-22)elación entre Col\_5 y Col\_1. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Col}_5 = 4,40285 + 0,355202 * \text{Col}_1 - 0,012603 * \text{Col}_1^2$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Col\_5 y Col\_1 con un nivel de confianza del 95%.

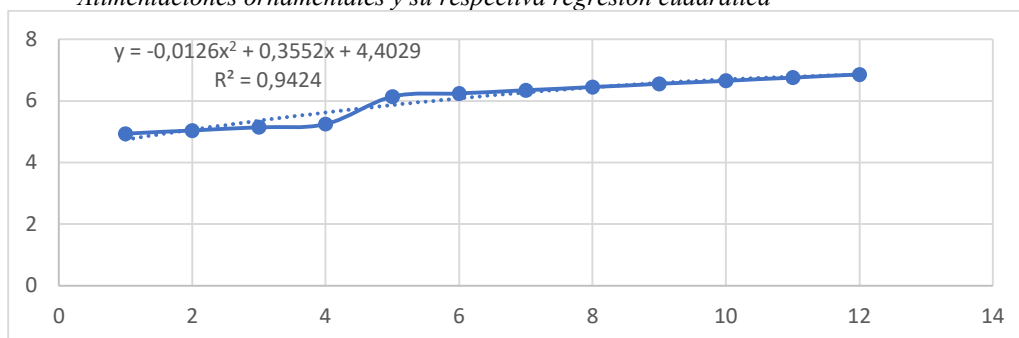
El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 94,2423% de la variabilidad en Col\_5. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 92,9628%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,192318. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,118805 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P mayor que 0,05, no hay indicación de correlación serial en los residuos, con un nivel de confianza del 95%.

Para determinar si el orden del polinomio es apropiado, primero note que el valor-P en el término de mayor orden es igual a 0,0402863. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, el término de mayor orden es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%. Consecuentemente, es probable que no quisiera considerar ningún modelo de orden menor.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 36 de 48</b>     |

**Figura 9**

*Alimentaciones ornamentales y su respectiva regresión cuadrática*



**Nota 9:** Para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (9) teniendo en cuenta la alimentación ornamentales tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión cuadrática y se comparan con los datos reales se observa que al cabo de unas semanas tiene un mínimo margen de error (Elaboración propia).

En general, los desechos ornamentales pueden ser una excelente fuente de alimento para la lombriz roja californiana, siempre y cuando se preparen adecuadamente, según la correlación se ajusta un a los datos al final de las semanas transcurridas.

| <i>Parámetro</i> | <i>Estimado</i> | <i>Error</i>    |          | <i>Estadístico</i> |  |
|------------------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|--|
|                  |                 | <i>Estándar</i> | <i>T</i> | <i>Valor-P</i>     |  |
| CONSTANTE        | 4,60625         | 0,315824        | 14,5849  | 0,0000             |  |
| Col_1            | 0,505849        | 0,1117          | 4,52865  | 0,0014             |  |
| Col_1^2          | -0,0200243      | 0,00836442      | -2,39399 | 0,0403             |  |

#### **Análisis de Varianza**

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Modelo        | 9,15608                  | 2         | 4,57804               | 49,03          | 0,0000         |
| Residual      | 0,840403                 | 9         | 0,0933781             |                |                |
| Total (Corr.) | 9,99648                  | 11        |                       |                |                |

R-cuadrada = 91,593 por ciento  
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 89,7248 por ciento  
Error estándar del est. = 0,305578  
Error absoluto medio = 0,188772  
Estadístico Durbin-Watson = 1,67792 (P=0,0789)

Auto correlación de residuos lag 1 = 0,106352  
los resultados de ajustar un modelo polinomial de segundo orden para describir la relación entre Col\_6 y Col\_1. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Col}_6 = 4,60625 + 0,505849 * \text{Col}_1 - 0,0200243 * \text{Col}_1^2$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Col\_6 y Col\_1 con un nivel de confianza del 95%.

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 37 de 48</b>     |

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 91,593% de la variabilidad en Col\_6. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 89,7248%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,305578. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,188772 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P mayor que 0,05, no hay indicación de correlación serial en los residuos, con un nivel de confianza del 95%.

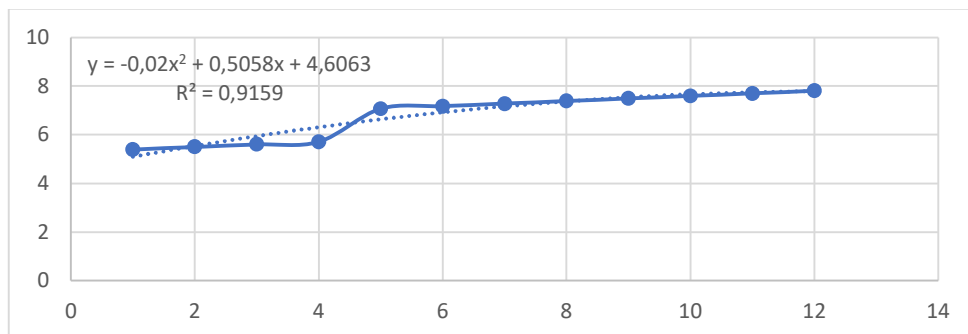
Para determinar si el orden del polinomio es apropiado, primero note que el valor-P en el término de mayor orden es igual a 0,0402932. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, el término de mayor orden es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%. Consecuentemente, es probable que no quisiera considerar ningún modelo de orden menor. Intervalos de confianza del 95,0% para los coeficientes estimados

| Parámetro | Estimado   | Error      |                 |                 |
|-----------|------------|------------|-----------------|-----------------|
|           |            | Estándar   | Límite Inferior | Límite Superior |
| CONSTANTE | 4,60625    | 0,315824   | 3,89181         | 5,3207          |
| Col_1     | 0,505849   | 0,1117     | 0,253166        | 0,758532        |
| Col_1^2   | -0,0200243 | 0,00836442 | -0,038946       | -0,00110266     |

Esta tabla muestra intervalos de confianza del 95,0% para los coeficientes en el modelo. Los intervalos de confianza muestran con qué precisión pueden estimarse los coeficientes dados la cantidad de datos disponibles,

**Figura 10**

*Tabla de alimentación broza y la regresión cuadrática*



**Nota 10:** Para esta esta grafica se tomaron los datos de la tabla (10) teniendo en cuenta la alimentación broza tiempo en semanas y peso por semana en kilogramos, se hizo regresión cuadrática, entre la semana 4 se observa un amplio error, pero al final se ajusta al modelo (Elaboración propia).

Una vez que se ha encontrado la ecuación de regresión cuadrática, se puede utilizar para predecir la población de lombrices en cualquier punto en el tiempo o en cualquier otro valor de la variable independiente. Esto puede ser útil para entender cómo cambiarán las poblaciones de lombrices en

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 38 de 48</b>     |

diferentes condiciones ambientales o para planificar estrategias de manejo de poblaciones de lombrices.

### Capítulo 3

Al analizar los datos tenemos en cuenta la regresión lineal y la regresión cuadrática son dos técnicas de modelado estadístico que se utilizan para analizar la relación entre dos variables. Ambos modelos buscan ajustar una línea o curva a los datos para predecir el valor de una variable en función de la otra. Sin embargo, existen diferencias importantes entre ambos modelos.

Para el modelo de regresión lineal se tomaron los datos del trabajo realizado por (Luis Salvador Díaz Luis, 2014) donde se analizan los datos, se hace la respectiva regresión lineal y para ello se toman los siguientes valores donde:

- (a) es la intersección de las semanas con el ln(datos) en cada uno de los tipos de alimentación
- (b) es la pendiente de cada uno de los tipos de alimentación y la respectiva regresión lineal
- (r) correlación lineal


**Tabla #11**

Los resultados de esta tabla son el desarrollo del capítulo anterior

| Temperatura  | (15-25°C).  | (15-25°C). |        |                        |
|--------------|-------------|------------|--------|------------------------|
| Alimentación | a           | B          | R      | regresión              |
| Domestico    | 1,74270789  | 0,17345636 | 0.9364 | $y = 3,3984x - 1,1142$ |
| Estiércol    | 5,14096355  | 0,23195405 | 0.8941 | $y = 215,5x - 356,95$  |
| Banano       | 1,956958713 | 0,19066006 | 0.9246 | $y = 5,2878x - 4,2848$ |
| Ornamentales | 4,811608469 | 0,18569096 | 0.9168 | $y = 96,405x - 106,9$  |
| Broza        | 5,213657575 | 0,24553222 | 0.8835 | $y = 273,84x - 511,23$ |

**Nota:** En esta tabla se observa los datos a, b donde a es la pendiente de los datos y b es la intersección de los datos y r el coeficiente de relación en cada uno de los alimentos (Elaboración propia).

Más sin embargo tenemos que para este modelo de regresión lineal tenemos un error relativo bastante lejos como lo muestran las tablas anteriores más sin embargo existen otros métodos los cuales nos aportan a que este error disminuya y así podamos predecir con un poco más de exactitud en algún intervalo de tiempo y para ellos se realizó el análisis de los datos tomados y se halló la regresión cuadrática analizando los datos se obtuvieron de la temperatura y los diferentes tipos de alimentación para esto se hallaron los valores respectivos de la regresión cuadrática como lo ilustra la siguiente tabla.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>                                 |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 39 de 48</b> |

**TABLA # 12**

*En esta tabla se presentan los datos de la regresión cuadrática.*

| temperatura  | (15-25°C). | (15-25°C). | (15-25°C). | R      | Regresión                           |
|--------------|------------|------------|------------|--------|-------------------------------------|
| Alimentación | a          | B          | C          |        |                                     |
| Domestico    | 1.4571     | 0,2959     | -0,0094    | 0,9599 | $y = -0,0094x^2 + 0,2959x + 1,4571$ |
| Estiércol    | 4.6314     | 0,4466     | -0,0162    | 0,93   | $y = -0,0162x^2 + 0,4466x + 4,6314$ |
| Banano       | 1.5968     | 0,345      | -0,0119    | 0,9482 | $y = -0,0119x^2 + 0,345x + 1,5968$  |
| Ornamentales | 4.4029     | 0,3552     | -0,0126    | 0,9424 | $y = -0,0126x^2 + 0,3552x + 4,4029$ |
| Broza        | 4.6063     | 0,5058     | -0,02      | 0,9159 | $y = -0,02x^2 + 0,5058x + 4,6063$   |

**Nota:** para este caso los valores de a,b,c que más se ajustan al modelo de los datos elegidos estos datos fueron obtenidos a partir de la regresión cuadrática (elaboración propia).

Por otro lado, si la relación entre la población de lombrices y la variable independiente es más curva, una regresión cuadrática podría proporcionar un mejor ajuste de los datos. Esto puede suceder si la tasa de crecimiento de la población aumenta o disminuye a medida que aumenta la variable independiente, como en el caso de la disponibilidad de alimento o la temperatura.

Esto significa que la tasa de reproducción de las lombrices rojas californianas puede modelarse matemáticamente mediante una función cuadrática. A medida que el número de lombrices aumenta, la tasa de reproducción se acelera, lo que lleva a un crecimiento exponencial de la población.

En conclusión, la elección entre una regresión lineal y una cuadrática dependerá de la naturaleza de la relación entre la población de lombrices y la variable independiente y de cómo se ajusten los datos a cada una de estas funciones. En general, se recomienda probar ambos modelos y comparar sus ajustes para determinar cuál es más adecuado para los datos.

A continuación, se presenta una fórmula simple para estimar la tasa de crecimiento de la población de lombrices a lo largo del tiempo:

$$P(t) = P_0 k^t$$

Donde:

$P(t)$  Es el tamaño de la población medidas en peso de lombrices en un momento dado.

$P_0$  Es el tamaño de la población peso de lombrices en el momento inicial ( $t = 0$ ).

$k$  Es la tasa de crecimiento de peso la población de lombrices.

$t$  Es el tiempo transcurrido desde el momento inicial (en unidades de tiempo).

La ecuación se basa en el modelo exponencial de crecimiento poblacional, que supone que la tasa de crecimiento es proporcional al tamaño de la población y que la tasa de crecimiento es constante a lo largo del tiempo.

La tasa de crecimiento puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$P(t) = e^{a+bt}; a = \ln(P_0); b = \ln(k)$$



|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 40 de 48</b>     |

En este caso en particular  $P(t)$  corresponde a la cantidad de individuos en un tiempo  $t$ (semanas),  $a$  de la regresión lineal debe aproximarse a la cantidad de la población inicial y  $b$  debe aproximarse a la tasa de crecimiento de la población, esta fórmula para  $b$  estima la tasa de crecimiento de la población

La aplicación de estas fórmulas puede ayudar a predecir el tamaño de la población de lombrices en un momento dado, así como la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas fórmulas se basan en suposiciones simplificadas y que la reproducción de la lombriz roja californiana puede estar influenciada por muchos otros factores, como la disponibilidad de alimentos y agua, la temperatura y la calidad del sustrato

Esto por lo tanto afectará el peso de cada una de las lombrices y su biomasa será estimada a partir de la ecuación de peso por población de lombrices.

Para esto se adaptaron los datos obtenidos por otro trabajo realizado por (Lopez Prieto, 2018) donde se compara los datos obtenidos en trabajo, contra los modelos realizados en este 41 proyecto; A continuación se presenta la tabla obtenida al comparar la ecuación con los datos anteriores.

Tabla#13

| Semanas | kg real | Estimado modelo | Error relativo |
|---------|---------|-----------------|----------------|
| 3       | 7       | 7               |                |
| 4       | 28      | 10,87547386     | 0,611590219    |
| 5       | 49      | 16,58187364     | 0,661594416    |
| 6       | 70      | 24,8115718      | 0,645548974    |
| 7       | 91      | 36,43428216     | 0,599623273    |
| 8       | 112     | 52,50509167     | 0,531204539    |
| 9       | 133     | 74,25537377     | 0,441688919    |
| 10      | 154     | 103,059877      | 0,33078002     |
| 11      | 175     | 140,3739803     | 0,19786297     |
| 12      | 196     | 187,6371696     | 0,042667502    |


**Nota:** Los datos reales fueron tomados del trabajo (Lopez Prieto, 2018) y adaptados para su uso (elaboración propia).

Al comparar los datos con el modelo obtenido, se tiene por resultado que la alimentación doméstica y la temperatura esta entre 15° y 24°, vemos que el error relativo al inicio es amplio, pero al cabo de las semanas ese error disminuye hasta un 4% al final el modelo se ajusta a los datos tomados.

## Conclusiones

En el inicio del trabajo se hizo el análisis de los datos tomados algunas dietas propuestas por los autores en este caso la hojarasca desechos de heces de otros animales y los desechos domésticos se determinó que los tipos de alimento estudiados están causando el mismo efecto en el peso de las lombrices se determinado por densidad de individuos presentes en cada una de las unidades experimentales; pues de esta condición depende el crecimiento y desarrollo de las lombrices. Esto lo respalda (Gómez Zambrano J. 2010) quien establece que todo alimento para lombrices debe ser sujeto



|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 41 de 48</b> |

a compostaje cuando el alimento es de baja calidad disminuye drásticamente la capacidad de reproducción.

El grado de asociación entre las variables dependientes de: número de lombrices, número de cocones, longitud de lombrices y biomasa está asociada directamente con el tipo de alimentación y la temperatura ya que en algunos casos particulares vemos como incrementa la población en varios desechos y disminuye en otros, también tener en condiciones óptimas para la reproducción de la lombriz ya que tiene factores que pueda disminuir drásticamente la población por motivos como demasiada comida, tipo de comida equivocado o demasiada humedad.

La cría de lombrices para la producción de compost. La reproducción de la lombriz roja californiana implica proporcionar un ambiente adecuado, incluyendo la alimentación adecuada, la humedad y la temperatura adecuadas. Los estudios sobre la reproducción de la lombriz roja californiana se basan principalmente en observaciones empíricas y no en fórmulas matemáticas complejas.

Por lo tanto, es importante tener cuidado con lo que se alimenta a las lombrices rojas californianas por que dependiendo de la fuente de alimentación es posible escoger un modelo que se ajuste a los datos tomados para analizar la población.

El análisis de regresión logística puede ser especialmente útil en la toma de decisiones relacionadas (DOMÍNGUEZ, 2010) con la gestión de la población de la lombriz roja californiana, ya que puede ayudar a identificar los factores que influyen en su presencia o ausencia y a desarrollar estrategias efectivas para controlar su población en un entorno determinado.

La falta de bases de datos sobre la población de la lombriz roja californiana puede deberse a varias razones, entre ellas como lo son la falta de investigación; A pesar de que la lombriz roja californiana es una especie importante para el proceso de vermicompostaje, aún no se han realizado suficientes investigaciones sobre su población y su comportamiento en diferentes entornos.

Dificultades de muestreo: La lombriz roja californiana vive en el suelo y es difícil de detectar a simple vista. Por lo tanto, el muestreo y el seguimiento de su población pueden ser difíciles y costosos.

En conclusión, la falta de bases de datos sobre la población de la lombriz roja californiana puede ser un problema para su gestión y conservación, pero también representa una oportunidad para realizar más investigaciones y obtener una mejor comprensión de esta especie importante en el proceso de vermicompostaje. Es importante seguir fomentando la investigación y el seguimiento de su población para desarrollar estrategias efectivas para su manejo y conservación.

Evaluar la efectividad de diferentes prácticas de manejo en la población de lombrices rojas californianas: Al utilizar los resultados de la regresión logística, se puede evaluar la efectividad de diferentes prácticas de manejo para la población de lombrices rojas californianas, tales como la introducción de nuevos alimentos, cambios en el hábitat, y otras prácticas de manejo. Esto puede ayudar a mejorar el rendimiento del proceso de vermicompostaje y a mantener una población saludable de lombrices rojas californianas.

|  |   |  |                             |
|--|---|--|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  |  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    |  | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> |  | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   |  | <b>PAGINA: 42 de 48</b>     |

## Anexos

Tabla #1

*Alimentación doméstica y su regresión lineal.*

| Semanas | Datos Reales |            |                | regresión   | Error relativo |            |
|---------|--------------|------------|----------------|-------------|----------------|------------|
|         | LN(reales)   | LN(reales) |                |             |                |            |
| 1       | 6,59         | 1,88555335 | a=interseccion | 1,74270789  | 6,79484508     | 0,03108423 |
| 2       | 7,34         | 1,99333884 | b=pendiente    | 0,173456358 | 8,08184838     | 0,10106926 |
| 3       | 8,18         | 2,10169215 |                |             | 9,6126214      | 0,17513709 |
| 4       | 9,11         | 2,20937271 |                |             | 11,4333363     | 0,25503142 |
| 5       | 18,26        | 2,90471288 |                |             | 13,5989105     | 0,25526229 |
| 6       | 20,34        | 3,01258939 |                |             | 16,1746635     | 0,20478547 |
| 7       | 22,65        | 3,12015985 |                |             | 19,2382868     | 0,15062751 |
| 8       | 25,22        | 3,22763733 |                |             | 22,8821872     | 0,09269678 |
| 9       | 28,09        | 3,33541364 |                |             | 27,2162743     | 0,03110451 |
| 10      | 31,28        | 3,44297892 |                |             | 32,3712756     | 0,03488733 |
| 11      | 34,83        | 3,55047908 |                |             | 38,5026793     | 0,10544586 |
| 12      | 38,79        | 3,65816248 |                |             | 45,7954247     | 0,18059873 |

Tabla # 2

*Alimentación de estiércol y su regresión lineal l*

| Semanas | Datos Reales |            |   | regresión  | Error relativo |            |
|---------|--------------|------------|---|------------|----------------|------------|
|         | LN(reales)   | LN(reales) |   |            |                |            |
| 1       | 203,34       | 5,31487945 | A | 5,14096355 | 215,490666     | 0,05975542 |
| 2       | 225,94       | 5,42026948 | B | 0,23195405 | 271,747043     | 0,20273986 |
| 3       | 251,04       | 5,52561229 |   |            | 342,68981      | 0,3650805  |
| 4       | 278,94       | 5,6309967  |   |            | 432,153021     | 0,54926873 |
| 5       | 960,8        | 6,86776627 |   |            | 544,971657     | 0,43279386 |
| 6       | 1067,55      | 6,97312158 |   |            | 687,242927     | 0,35624287 |
| 7       | 1186,17      | 7,07848491 |   |            | 866,655788     | 0,26936629 |
| 8       | 1317,97      | 7,18384795 |   |            | 1092,90649     | 0,17076528 |
| 9       | 1464,41      | 7,28920771 |   |            | 1378,2226      | 0,05885469 |
| 10      | 1627,12      | 7,39456686 |   |            | 1738,02385     | 0,0681596  |
| 11      | 1807,92      | 7,49993229 |   |            | 2191,75544     | 0,21230776 |
| 12      | 2008,8       | 7,60529281 |   |            | 2763,93902     | 0,37591548 |

Tabla # 3

*Alimentación de banano*

| Semanas | Datos Reales |            | regresión | Error relativo |
|---------|--------------|------------|-----------|----------------|
|         | LN(reales)   | LN(reales) |           |                |

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>                                 |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 43 de 48</b> |

|    |       |            |   |            |            |            |
|----|-------|------------|---|------------|------------|------------|
| 1  | 8,24  | 2,10900034 | A | 1,95695871 | 8,56444018 | 0,03937381 |
| 2  | 9,18  | 2,2170272  | B | 0,19066006 | 10,363384  | 0,12890893 |
| 3  | 10,23 | 2,32532458 |   |            | 12,5401924 | 0,22582526 |
| 4  | 11,39 | 2,43273578 |   |            | 15,1742352 | 0,3322419  |
| 5  | 26,64 | 3,28241385 |   |            | 18,3615534 | 0,3107525  |
| 6  | 29,66 | 3,38979934 |   |            | 22,2183616 | 0,25089812 |
| 7  | 33,03 | 3,49741624 |   |            | 26,8852848 | 0,18603437 |
| 8  | 36,78 | 3,60495422 |   |            | 32,532486  | 0,11548434 |
| 9  | 40,96 | 3,71259598 |   |            | 39,3658707 | 0,03891917 |
| 10 | 45,62 | 3,82034622 |   |            | 47,6345944 | 0,04416033 |
| 11 | 50,8  | 3,92789635 |   |            | 57,6401473 | 0,13464857 |
| 12 | 56,57 | 4,03547881 |   |            | 69,7473469 | 0,23293878 |

Tabla #4  
Alimentación de ornamentales


| Semanas | Datos  |            |   |            | regresión  | error relativo |
|---------|--------|------------|---|------------|------------|----------------|
|         | Reales | LN(reales) |   |            |            |                |
| 1       | 139,22 | 4,93605542 | A | 4,81160847 | 148,0129   | 0,06315831     |
| 2       | 154,35 | 5,03922275 | B | 0,18569096 | 178,214948 | 0,15461579     |
| 3       | 171,12 | 5,14236506 |   |            | 214,579727 | 0,25397222     |
| 4       | 189,71 | 5,24549659 |   |            | 258,364742 | 0,36189311     |
| 5       | 462,71 | 6,13710051 |   |            | 311,084095 | 0,327691       |
| 6       | 512,99 | 6,24025635 |   |            | 374,560838 | 0,26984768     |
| 7       | 568,72 | 6,34338822 |   |            | 450,990017 | 0,20700869     |
| 8       | 630,51 | 6,44652902 |   |            | 543,014577 | 0,13876929     |
| 9       | 699,02 | 6,54967935 |   |            | 653,816759 | 0,06466659     |
| 10      | 774,96 | 6,65281142 |   |            | 787,228138 | 0,01583067     |
| 11      | 859,16 | 6,75595517 |   |            | 947,862122 | 0,10324284     |
| 12      | 952,51 | 6,85910061 |   |            | 1141,27349 | 0,19817481     |

Tabla # 5  
Alimentación de broza

| Semanas | Datos   |            |   |            | regresión  | Error relativo |
|---------|---------|------------|---|------------|------------|----------------|
|         | Reales  | LN(reales) |   |            |            |                |
| 1       | 220,29  | 5,39494486 | A | 5,21365758 | 234,907024 | 0,06635355     |
| 2       | 244,77  | 5,50031899 | B | 0,24553222 | 300,281994 | 0,22679248     |
| 3       | 271,96  | 5,605655   |   |            | 383,850915 | 0,41142416     |
| 4       | 302,18  | 5,71102287 |   |            | 490,677188 | 0,62379108     |
| 5       | 1175,17 | 7,0691681  |   |            | 627,23337  | 0,46626159     |

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 44 de 48</b> |

|    |         |            |            |            |
|----|---------|------------|------------|------------|
| 6  | 1305,75 | 7,17453287 | 801,793339 | 0,38595188 |
| 7  | 1450,83 | 7,27989109 | 1024,9336  | 0,29355362 |
| 8  | 1612,03 | 7,38524953 | 1310,17413 | 0,18725202 |
| 9  | 1791,15 | 7,49061315 | 1674,79752 | 0,06495965 |
| 10 | 1990,17 | 7,59597534 | 2140,89612 | 0,0757353  |
| 11 | 2211,3  | 7,70133586 | 2736,71066 | 0,23760261 |
| 12 | 2457    | 7,80669637 | 3498,34126 | 0,42382632 |

Tabla# 6  
Regresión cuadrática de la alimentación domestica

| Semanas | Datos(reales) | Ln (real)  | ajustado    | Error relativo |
|---------|---------------|------------|-------------|----------------|
| 1       | 6,59          | 1,88555335 | 5,717890822 | 0,13233827     |
| 2       | 7,34          | 1,99333884 | 7,473025969 | 0,01812343     |
| 3       | 8,18          | 2,10169215 | 9,585005976 | 0,17176112     |
| 4       | 9,11          | 2,20937271 | 12,06489505 | 0,3243573      |
| 5       | 18,26         | 2,90471288 | 14,90355835 | 0,18381389     |
| 6       | 20,34         | 3,01258939 | 18,06723361 | 0,11173876     |
| 7       | 22,65         | 3,12015985 | 21,49456258 | 0,05101269     |
| 8       | 25,22         | 3,22763733 | 25,09578742 | 0,00492516     |
| 9       | 28,09         | 3,33541364 | 28,75466457 | 0,02366196     |
| 10      | 31,28         | 3,44297892 | 32,3333757  | 0,03367569     |
| 11      | 34,83         | 3,55047908 | 35,68034582 | 0,02441418     |
| 12      | 38,79         | 3,65816248 | 38,64046332 | 0,00385503     |

Tabla # 7  
Regresión cuadrática de alimentación de estiércol

| Semanas | Real  | LN         | ajustado    | Error relativo |
|---------|-------|------------|-------------|----------------|
| 1       | 8,24  | 2,10900034 | 6,888821325 | 0,16397799     |
| 2       | 9,18  | 2,2170272  | 9,385819627 | 0,02242044     |
| 3       | 10,23 | 2,32532458 | 12,48714856 | 0,22064013     |
| 4       | 11,39 | 2,43273578 | 16,22251351 | 0,42427687     |
| 5       | 26,64 | 3,28241385 | 20,57959395 | 0,22749272     |
| 6       | 29,66 | 3,38979934 | 25,49290046 | 0,1404956      |
| 7       | 33,03 | 3,49741624 | 30,83652919 | 0,06640844     |
| 8       | 36,78 | 3,60495422 | 36,42298386 | 0,0097068      |
| 9       | 40,96 | 3,71259598 | 42,00967715 | 0,02562688     |
| 10      | 45,62 | 3,82034622 | 47,31370501 | 0,03712637     |
| 11      | 50,8  | 3,92789635 | 52,03413783 | 0,02429405     |
| 12      | 56,57 | 4,03547881 | 55,87963486 | 0,01220373     |

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 45 de 48</b>     |

**Tabla # 8**

*Regresión cuadrática de la alimentación de banano*

| Semanas | Real    | LN         | ajustado    | Error relativo |
|---------|---------|------------|-------------|----------------|
| 1       | 203,34  | 5,31487945 | 157,8744347 | 0,22359381     |
| 2       | 225,94  | 5,42026948 | 235,0504096 | 0,04032225     |
| 3       | 251,04  | 5,52561229 | 338,7966246 | 0,34957228     |
| 4       | 278,94  | 5,6309967  | 472,7657393 | 0,69486534     |
| 5       | 960,8   | 6,86776627 | 638,6777349 | 0,33526464     |
| 6       | 1067,55 | 6,97312158 | 835,3075664 | 0,21754713     |
| 7       | 1186,17 | 7,07848491 | 1057,644982 | 0,10835295     |
| 8       | 1317,97 | 7,18384795 | 1296,469397 | 0,01631342     |
| 9       | 1464,41 | 7,28920771 | 1538,556626 | 0,05063242     |
| 10      | 1627,12 | 7,39456686 | 1767,638935 | 0,08636052     |
| 11      | 1807,92 | 7,49993229 | 1966,085915 | 0,08748502     |
| 12      | 2008,8  | 7,60529281 | 2117,094693 | 0,05391014     |
| 13      | 2384,51 | 7,77674893 | 2207,023381 | 0,07443316     |

**Tabla # 9**

*Regresión cuadrática de alimentación de ornamentales.*

| Semanas | Real   | LN         | ajustado    | Error relativo |
|---------|--------|------------|-------------|----------------|
| 1       | 139,22 | 4,93605542 | 119,4490595 | 0,14201221     |
| 2       | 154,35 | 5,03922275 | 164,0694806 | 0,0629704      |
| 3       | 171,12 | 5,14236506 | 219,7498821 | 0,28418585     |
| 4       | 189,71 | 5,24549659 | 287,0022341 | 0,51284716     |
| 5       | 462,71 | 6,13710051 | 365,5086701 | 0,21006965     |
| 6       | 512,99 | 6,24025635 | 453,9059418 | 0,11517585     |
| 7       | 568,72 | 6,34338822 | 549,6545555 | 0,03352343     |
| 8       | 630,51 | 6,44652902 | 649,0371779 | 0,02938443     |
| 9       | 699,02 | 6,54967935 | 747,3174041 | 0,06909302     |
| 10      | 774,96 | 6,65281142 | 839,0665299 | 0,08272237     |
| 11      | 859,16 | 6,75595517 | 918,6360356 | 0,0692258      |
| 12      | 952,51 | 6,85910061 | 980,7229463 | 0,02961958     |

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>      |
|  | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|  | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|  |   | <b>PAGINA: 46 de 48</b>     |

Tabla #10

*Regresión cuadrática de la alimentación de broza.*

| Semanas | real    | LN         | ajustado    | Error relativo |
|---------|---------|------------|-------------|----------------|
| 1       | 220,29  | 5,39494486 | 162,7312391 | 0,26128631     |
| 2       | 244,77  | 5,50031899 | 254,1437368 | 0,0382961      |
| 3       | 271,96  | 5,605655   | 381,3432926 | 0,40220361     |
| 4       | 302,18  | 5,71102287 | 549,7699951 | 0,81934607     |
| 5       | 1175,17 | 7,0691681  | 761,5074838 | 0,35200228     |
| 6       | 1305,75 | 7,17453287 | 1013,434159 | 0,22386815     |
| 7       | 1450,83 | 7,27989109 | 1295,821324 | 0,10684138     |
| 8       | 1612,03 | 7,38524953 | 1591,926186 | 0,01247112     |
| 9       | 1791,15 | 7,49061315 | 1879,009396 | 0,04905195     |
| 10      | 1990,17 | 7,59597534 | 2130,900629 | 0,07071287     |
| 11      | 2211,3  | 7,70133586 | 2321,804583 | 0,04997268     |

## Bibliografía

BOLLO, E. (1999). *Lombricultura: una alternativa de reciclaje.*

Cabrera Santa Cruz, J. (Enero 2006). *MANUAL DE LOMBRICULTURA.* Bolivia:

Programa de Apoyo a la Estrategia d e.


DOMÍNGUEZ, j. (2010). *Eisenia fetida (Savigny, 1826) y Eisenia andrei Bouché,*

*1972 son dos especies diferentes de lombrices de tierra.* España:

Departamento de Ecología e Biología Animal. Universidad de Vigo.

Duran, L., & Carlos, H. (2009). *CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA (Eisenia foetida) EN CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS.*

SAn Jose, Costa Rica: Trabajo de grado, Universidad de Costa Rica.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAR113</b>                                 |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>                                      |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b><br><b>PAGINA: 47 de 48</b> |

Edwards, C. (1988). *Breackdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. En Earthworms in Waste and Environmental Managment.*

The Netherlands: SPB Academic Publishing BV, The Hague.

Ferruzzi, C. (1986). *Manual de lombricultura.* Madrid: Mundi - Prensa Madrid.

GÓMEZ GARVÍN, H. R. (2012). *Crecimiento y reproducción de Eisenia foetida en cultivos de laboratorio.* Madrid: Universidad Complutense de Madrid.


López Prieto, L. E. (2019-08-22). *Sistemas dinámicos aplicados al estudio poblacional de la eisenia foetida y el análisis de efectos del humus en un cultivo de habichuela.* fusagasuga .

MARTÍNEZ, C. (1996). *Potencial de la lombricultura.* mx: Elementos básicos.

Salvador Díaz, L. (2014). *Modelo matemático para la descripción de la evolucion de la población de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) en condiciones de produccion de compost.* GANDIA: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.

Schuldt, M. (2010). *La fecundidad de las lombrices rojas.* Revista Electrónica de Veterinaria.

Toccalino, P., Agüero, M., Serebrinsky, C., & Roux, J. (2004). *Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) según estación del*

|   |   |                             |
|---|---|-----------------------------|
|  | <b>MACROPROCESO DE APOYO</b>  | <b>CÓDIGO: AAAr113</b>      |
|   | <b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>                                    | <b>VERSIÓN: 6</b>           |
|   | <b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> | <b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> |
|   |   | <b>PAGINA: 48 de 48</b>     |

*año y tipo de alimentación.* Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias,  
UNNE.

|                        |    |
|------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> .....  | 26 |
| <b>Figura 2</b> .....  | 27 |
| <b>Figura 3</b> .....  | 28 |
| <b>Figura 4</b> .....  | 29 |
| <b>Figura 5</b> .....  | 29 |
| <b>Figura 6</b> .....  | 32 |
| <b>Figura 7</b> .....  | 33 |
| <b>Figura 8</b> .....  | 34 |
| <b>Figura 9</b> .....  | 36 |
| <b>Figura 10</b> ..... | 36 |