

# EVALUACIÓN DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) EN EL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE CON DIFERENTES PROPORCIONES DE HOJA DE COCA RESIDUAL Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

## EVALUATION OF BIOLOGICAL PARAMETERS OF THE CALIFORNIA RED WORM (*Eisenia foetida*) IN THE PROCESS OF VERMICOMPOSTING WITH DIFFERENT PROPORTIONS OF COCA LEAF AND RESIDUAL MUNICIPAL SOLID WASTE

Carita-Tarqui Edwin\*, Mamani-Pati Francisco, Sainz-Mendoza Humberto  
Universidad Pública de El Alto-UPEA, Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, Ingeniería Agronómica. Laja – Los Andes – La Paz, Bolivia.

\*E-mail address: ecarita.leo@gmail.com

### Abstract

The present work was carried out in 2012, at the Kallutaca Experimental center of Public University of El Alto, Laja – La Paz. The objective of this work was to evaluate the biological parameters of the california red worm (*Eisenia foetida*) in the process of vermicomposting with different proportions of coca leaf residual municipal solid waste. The treatments were: T1 (HCR 25 %-RSU 75 %), T2 (HCR 50 %-RSU 50 %), T3 (HCR 75 %-RSU 25 %) and T4 (HCR 100 %-RSU 0 %). The experimental design was a completely randomized block design (CRBD) using 4 treatments and 3 replications.

Biological parameters show the following: Number of clitellated worms (T4: 11 individuals); number of sub-clitellated worms (T4: 6 individuals); number of juvenile worms (T4: 29 individuals); number of cocoons (T4: 4 cocoons); number of worms/cocoon (T4: 8 juvenile worms); total number of worms (T4: 46 individuals) and earthworm biomass (T4: 12.6 g).

**Keywords** Coca waste, solid waste, biological parameter, worms, vermicompost.

### Resumen

El presente trabajo se llevó a cabo en 2012, en el Centro Experimental de Kallutaca de la Universidad Pública de El Alto, Laja – La Paz. El objetivo de este trabajo fue evaluar los parámetros biológicos de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el proceso de vermicompostaje con diferentes proporciones de hoja de coca residual y residuos sólidos urbanos. Los tratamientos fueron: T1 (HCR 25 %-RSU 75 %), T2 (HCR 50 %-RSU 50 %), T3 (HCR 75 %-RSU 25 %) y T4 (HCR 100 %-RSU 0 %). El diseño experimental fue de bloques completos al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones.

Respecto a los parámetros biológicos: Número de lombrices cliteladas (T4: 11 individuos); número de lombrices sub-cliteladas (T4: 6 individuos); número de lombrices juveniles (T4: 29 individuos); número de cápsulas (T4: 4 cápsulas); número de lombrices/cápsulas (T4: 8 individuos); número total de lombrices (T4: 46 individuos) y la biomasa de las lombrices (T4: 12.6 g).

**Palabras clave** Residuos de coca, residuos sólidos, parámetro biológico, lombrices, vermicompost.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las lombrices son considerados animales invertebrados del grupo de los anélidos, se encuentran generalmente en zonas o lugares húmedos en todo el mundo. Las lombrices más comunes y conocidas son las lombrices de tierra (o lombriz de terrestre). Se dice que en el mundo existen más 4400 especies de lombrices de los cuales solamente una media docena de

ellas, pueden ser utilizadas en la degradación de residuos orgánicos

Investigadores del área de lombricultura han descubierto una especie de lombriz capaz de transformar todo tipo de materia orgánica, su nombre común es la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Esta lombriz es considerada la mejor del mundo. Según Vásquez (2003), los

motivos son los siguientes:

- En muchos países del mundo se ha experimentado con ella, en diferentes condiciones de clima y altitud, viviendo en cautiverio sin farse de su lecho.
- Muy prolifera, madurando sexualmente entre el segundo y el tercer mes de vida. Su longevidad es aproximadamente de 16 años.
- Capacidad reproductiva muy elevada, la población puede duplicarse de 45-60 días.
- Se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria.
- Produce enormes cantidades de humus y de carne de lombriz por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.
- Se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.

Características como el no sangrar al producirse un corte en su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado, como la elevada capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivos de investigación para la aplicación en el ser humano.

Al igual que el hombre, las lombrices también requieren de ciertos factores edafoclimáticos para su sobrevivencia, además es primordial en la producción de humus de lombriz. Es muy importante considerar lo siguiente:

- Es muy importante que el material que se le suministre, tenga una pre-descomposición de por lo menos 30 días (esto depende del tipo de material orgánico)
- Se debe de proteger de la presencia de luz solar, las lombrices son consideradas fotofóbicas significa que huyen de la luz, no toleran la presencia de luz solar y en caso de estar expuesta al sol mueren en pocos minutos.
- También es muy importante la temperatura, la lombriz tiene una temperatura corporal de 10 °C, por lo tanto

lo ideal es mantenerlos en un rango de temperatura de 19 a 24 °C. Caso contrario las lombrices entran en un periodo de latencia dejando de reproducirse, además se alarga el ciclo evolutivo.

- Otro de los factores importantes a considerar es la humedad, las lombrices requieren una humedad de 70 a 80 %, la humedad ideal es del 75 %, el exceso y la deficiencia de la humedad son mortales para las lombrices.
- El pH, es importante mantener niveles de pH neutrales (7), los niveles el pH depende de la humedad y la temperatura, si estos dos factores son manejados adecuadamente se controla el pH.
- El riego es fundamental para el control de la humedad, las lombrices no tienen dientes por lo tanto no pueden absorber el alimento seco, además el 80 % del cuerpo de las lombrices están constituidos por agua y la pérdida de éste elemento le provocaría la mortalidad inmediata.
- La aireación es fundamental para la correcta respiración y desplazamiento de las lombrices, en caso de no ser la adecuada el consumo de alimento se reduce y además la tasa de reproducción es mínima.
- Por último, es muy importante proteger de los depredadores de la lombriz, tales como aves, roedores, hormigas, babosas, ácaros, etc. Depende de ello la salud de las lombrices.

Las lombrices rojas californianas se alimentan de todo tipo de material orgánico biodegradable y uno de ellos es la hoja de coca residual y los residuos sólidos urbanos. El presente estudio tiene la finalidad de reducir las grandes cantidades de hoja de coca residual provenientes del narcotráfico y las toneladas de residuos sólidos urbanos generadas por la población de la ciudad de El Alto – La Paz, Bolivia.

Según, FELCN (2012), ha reportado que en Bolivia existe 739883 kg de hoja de coca incautada al narcotráfico, significa 740 toneladas de hoja de coca ilegal Cuadro 1.

Cuadro 1. Incautación de hoja de coca (kg)

| Departamento | 2008           | 2009           | 2010           | 2011          | 2012          |
|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| La Paz       | 196829         | 290394         | 322013         | 172134        | 204585        |
| Cochabamba   | 1628706        | 1031999        | 540816         | 347538        | 291431        |
| Santa Cruz   | 155464         | 161244         | 78027          | 48896         | 219573        |
| Tarija       | 21030          | 20081          | 37457          | 7077          | 17877         |
| Oruro        | 34075          | 45674          | 7076           | 21746         | 232           |
| Potosí       | 7149           | 5764           | 2655           | 1034          | 1148          |
| Chuquisaca   | 8444           | 3924           | 20875          | 1053          | 1422          |
| Beni         | 13076          | 14959          | 6058           | 3843          | 3536          |
| Pando        | 50             | 0              | 58             | 0             | 79            |
| <b>Total</b> | <b>2064823</b> | <b>1574039</b> | <b>1015035</b> | <b>603321</b> | <b>739883</b> |

Fuente: FELCN, 2012.

Por otro lado, EMALT (2012), actualmente en la ciudad de El Alto del departamento de La Paz se genera aproximadamente 384 tn/día de residuos sólidos urbanos, con una producción per cápita de 0.40 kg/ha/día producto de las actividades domésticas, agropecuarias, comerciales e industriales, etc., de los cuales el 66 % es residuo orgánico biodegradable. En la (Figura 1), se puede observar el promedio de la composición de los residuos sólidos urbanos generados en la ciudad de El Alto.

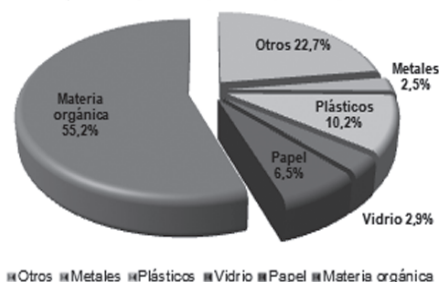


Figura 1. Composición de RSU, El Alto (EMALT, 2012)

Martín et al., (2011) el vermicompostaje, es un proceso de descomposición de la materia orgánica realizado por las lombrices. Donde la lombriz a través de su tracto digestivo, convierte los restos orgánicos en un producto estable y de excelentes cualidades, llamado vermicompost.

Mismos autores, denotan que normalmente para el vermicompostaje se emplea la lombriz roja de California de la especie *Eisenia foetida*, debido a su gran voracidad, su capacidad de procesar una amplia cantidad de productos, por su tolerancia a amplios rangos de temperatura y humedad, su alta tasa de reproducción y su longevidad, estas

lombrices fueron seleccionadas de una infinidad de pruebas experimentales con otras especies de lombrices, resultando al final la mejor especie.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

El presente trabajo se realizó, en los predios del Centro Experimental de Kallutaca, situada al Oeste de la ciudad de El Alto, distante a 26 km de la Sede de gobierno, municipio de Laja, provincia Los Andes, del departamento de La Paz. Geográficamente se sitúa a 16° 31' 27" latitud Sud y 68° 18' 32" longitud Oeste. (Guarachi, 2011)

### Materiales

- Material biológico: lombrices rojas californianas, provenientes del stock del lombricario de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto.
- Insumos para el sustrato: hojas de coca residual (HCR) procedente de Dirección General de la Hoja de Coca e Industrialización y residuos sólidos urbanos (RSU) procedentes de la ciudad de El Alto.
- Material de campo para determinar las variables biológicas: Balanza analítica, calculadora, cámara fotográfica, cilindro PVC, lápiz, pinzas, platillos de plástico, planilla de campo, tablero, etc.

### Metodología

Se evaluaron las siguientes categorías de lombrices rojas californianas (Número de lombrices clitelados, número de lombrices sub-clitelados, número de lombrices juveniles, número de cápsulas, número de lombrices/cápsula, número total de lombrices y biomasa de lombrices), para lo cual se realizaron las siguientes actividades:

- Extracción de muestras.- Esta actividad consistió en extraer muestras de cada unidad experimental (litera) mediante un cilindro de PVC.
- Selección y categorización de las lombrices.- Una vez extraída la muestra de la litera se procedió a volcar la muestra en una mesa impermeabilizada, luego se seleccionaron las lombrices según sus edades, separándolos por categorías.
- Registro de categorías.- Consistió en

registrar todas las categorías de lombrices evaluadas, mediante el conteo manual.

- **Pesaje de las lombrices.**- Mediante el uso de una balanza analítica se realizó el pesaje de las lombrices rojas californianas, la finalidad de esta actividad es para determinar la biomasa final de las lombrices.

La evaluación de esta variable se realizó cada 15 días, mediante el uso de un cilindro de plástico (tubo PVC) con las siguientes características y dimensiones: base afilada, 10 cm de altura y 10 cm de diámetro. El peso del sustrato en evaluación de cada muestra fue de 600 g, el número total de muestras evaluadas de cada unidad experimental fue de 3 muestras, los cuales se volcaron en la mesa impermeabilizada con nylon.

**Análisis estadístico.** Para el análisis de datos se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), donde se consideró tres bloques, cuatro tratamientos y tres repeticiones. Un total de 12 unidades experimentales.

Para la presente investigación, se establecieron los siguientes tratamientos:

- T1 (HCR 25 %-RSU 75 %)
- T2 (HCR 50 %-RSU 50 %)
- T3 (HCR 75 %-RSU 25 %)
- T4 (HCR 100 %-RSU 0 %)

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Número de lombrices cliteladas

El análisis de varianza (ANVA), sobre el número de lombrices cliteladas (Cuadro 2), establece que no existen diferencias significativas entre bloques pero, existen diferencias altamente significativas entre los tratamiento.

Cuadro 2. ANVA, Número de lombrices cliteladas

| FV                 | GL    | SC     | CM    | Fc     | Pr > F       |
|--------------------|-------|--------|-------|--------|--------------|
| Bloques            | 2     | 1.17   | 0.58  | 1.10   | 0.3916<br>NS |
| Tratamientos       | 3     | 231.72 | 77.24 | 145.74 | 0.0001<br>** |
| Error              | 6     | 3.18   | 0.53  |        |              |
| Total              | 11    | 236.07 |       |        |              |
| Pro-medio (Indiv.) | 3.00  |        |       |        |              |
| CV (%)             | 24.75 |        |       |        |              |

(NS) = No significativo estadísticamente; (\*\*) = Altamente significativo estadísticamente al 1 %

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

El coeficiente de variación (CV) fue 24.75 % el cual indica que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30 %), con un promedio general de 3 individuos clitelados.

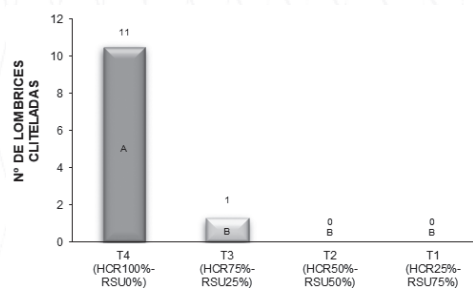


Figura 2. Número de lombrices cliteladas

La prueba de Duncan para número de lombrices cliteladas (Figura 2), muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos. Donde el T4 tuvo mayor número de individuos clitelados, con 11 individuos seguido por los demás tratamientos.

Los valores obtenidos en la presente investigación respecto al número de lombrices cliteladas, en comparación con los datos encontrados por Mamani et al., (2012) son inferiores, porque los mencionados investigadores obtuvieron un promedio de 19 individuos clitelados.

#### Número de lombrices sub-cliteladas

El análisis de varianza, sobre el número de lombrices sub-cliteladas (Cuadro 3), establece que no existen diferencias significativas entre bloques pero, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en la biotransformación de hojas de coca residual mezcladas con residuos sólidos urbanos.

Cuadro 3. ANVA, Número de lombrices sub-cliteladas

| FV                   | GL   | SC     | CM    | Fc    | Pr > F       |
|----------------------|------|--------|-------|-------|--------------|
| Bloques              | 2    | 1.04   | 0.52  | 1.04  | 0.4081<br>NS |
| Trata-<br>mientos    | 3    | 113.51 | 37.84 | 76.01 | 0.0001 **    |
| Error                | 6    | 2.99   | 0.50  |       |              |
| Total                | 11   | 117.54 |       |       |              |
| Promedio<br>(Indiv.) | 11   |        |       |       |              |
| CV (%)               | 6.24 |        |       |       |              |

(NS) = No significativo estadísticamente; (\*\*) = Altamente significativo estadísticamente al 1 %

El coeficiente de variación fue 6.24 %, el cual indica que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30 %), con un promedio general de 11 individuos sub-clitelados.

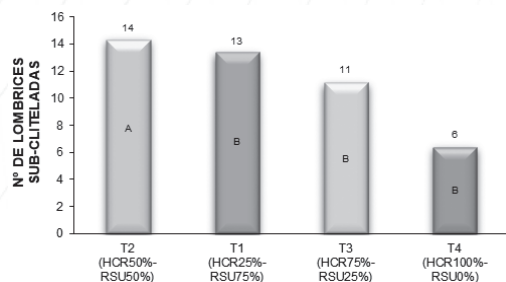


Figura 3. Número de lombrices sub-cliteladas

La prueba de Duncan para número de lombrices sub-cliteladas (Figura 3), muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos. Donde el T4 fue el mejor tratamiento con 6 individuos; se considera el mejor tratamiento porque el T4 tuvo individuos sub-clitelados (lombrices que no están en actividad reproductiva) en menor proporción, seguidos por los demás tratamientos.

Los valores obtenidos en la presente investigación con respecto a la cantidad de individuos sub-clitelados, son inferiores a los datos encontrados por Mamani et al., (2012) quienes obtuvieron un promedio de 16 individuos sub-clitelados.

#### Número de lombrices juveniles

En el ANVA, sobre el número de lombrices juveniles (Cuadro 4), establece que no existen diferencias significativas entre bloques pero, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 4. ANVA, Número de lombrices juveniles

| FV                     | GL    | SC     | CM     | Fc    | Pr > F       |
|------------------------|-------|--------|--------|-------|--------------|
| Bloques                | 2     | 1.97   | 0.99   | 0.51  | 0.6241<br>NS |
| Trata-<br>mientos      | 3     | 568.43 | 189.48 | 98.10 | 0.0001 **    |
| Error                  | 6     | 11.59  | 1.93   |       |              |
| Total                  | 11    | 581.99 |        |       |              |
| Prome-<br>dio (Indiv.) | 19.00 |        |        |       |              |
| CV (%)                 | 7.18  |        |        |       |              |

(NS) = No significativo estadísticamente; (\*\*) = Altamente significativo estadísticamente al 1 %

El coeficiente de variación fue 6.24 %, el cual indica que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30 %), con un promedio general de 11 individuos sub-clitelados.

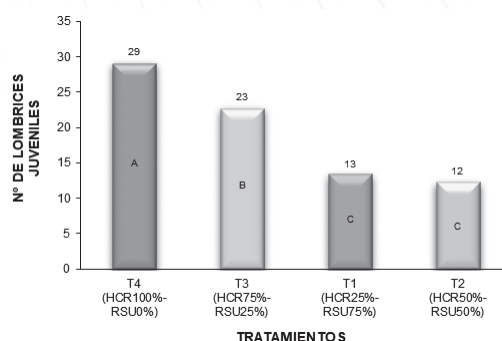


Figura 4. Número de lombrices juveniles

La prueba de Duncan para número de lombrices juveniles (Figura 4), muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Donde el T4 tuvo mayor número de individuos juveniles, con 29 individuos; seguidos por los demás tratamientos.

Si comparamos los valores obtenidos en la presente investigación, con los datos encontrados por Serrano, (2004) son inferiores respecto al T3 (RE-1:1) quien obtuvo una media de 42 individuos juveniles, pero superiores con respecto a los tratamientos T1, T2, T4 y T5 donde obtuvo valores inferiores a los datos de la presente investigación.

#### Número de cápsulas

El análisis de varianza, sobre el número de cápsulas y/o cocones (Cuadro 5), establece que existen diferencias significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en la biotransformación de hojas de

coca residual combinadas con residuos sólidos urbanos.

Cuadro 5. ANVA, Número de cápsulas

| FV               | GL   | SC     | CM    | Fc       | Pr > F    |
|------------------|------|--------|-------|----------|-----------|
| Bloques          | 2    | 0.002  | 0.001 | 1.00     | 0.4219 *  |
| Tratamientos     | 3    | 28.523 | 9.508 | 11409.00 | 0.0001 ** |
| Error            | 6    | 0.005  | 0.001 |          |           |
| Total            | 11   | 28.529 |       |          |           |
| Promedio (Unid.) | 1.00 |        |       |          |           |
| CV (%)           | 2.42 |        |       |          |           |

(\*) = Significativo estadísticamente; (\*\*) = Altamente significativo estadísticamente al 1 %

El coeficiente de variación fue 2.42 %, el cual indica que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30 %), con un promedio general de 1 cápsula.

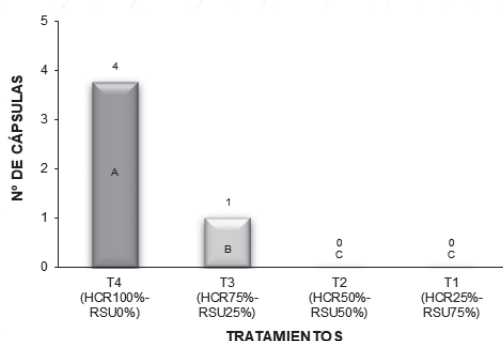


Figura 5. Número de cápsulas

La prueba de Duncan para número de cápsulas (Figura 5), muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos. Donde el T4 tuvo la mayor cantidad de cápsulas, con 4 cápsulas; seguido del T3 con 1 cápsula; mientras que T2 y T1 no presentaron ninguna cápsula.

Si comparamos los valores obtenidos en la presente investigación con los datos encontrados por Mamani et al., (2012) son similares con el T4, e inferiores con los demás tratamientos, donde los mencionados investigadores obtuvieron un promedio de 4 cápsulas, en la investigación realizada bajo condiciones de carpa solar y suministrando a las lombrices Restos de cocina.

Número de lombrices/cápsula

El análisis de varianza, sobre el número de lombrices/cápsula (Cuadro 6), establece que no existen diferencias significativas entre bloques pero, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en la biotransformación de hojas de coca residual combinadas con residuos sólidos urbanos mediante la técnica de vermicompostaje.

Cuadro 6. ANVA, Número de lombrices/cápsula

| FV                | GL   | SC      | CM     | Fc      | Pr > F    |
|-------------------|------|---------|--------|---------|-----------|
| Bloques           | 2    | 0.007   | 0.003  | 0.33    | 0.7290 NS |
| Tratamientos      | 3    | 124.883 | 41.628 | 4162.75 | 0.0001 ** |
| Error             | 6    | 0.060   | 0.010  |         |           |
| Total             | 11   | 124.949 |        |         |           |
| Promedio (Indiv.) | 3.00 |         |        |         |           |
| CV (%)            | 3.86 |         |        |         |           |

(NS) = No significativo estadísticamente; (\*\*) = Altamente significativo estadísticamente al 1 %

El coeficiente de variación fue 3.86 %, el cual indica que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30 %), con un promedio general de 3 individuos/cápsula.

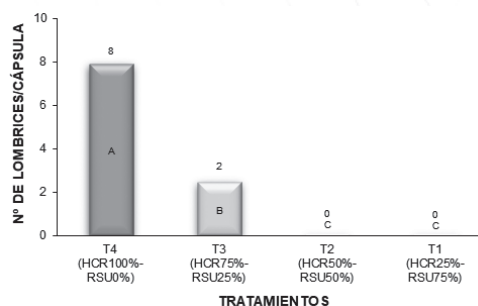


Figura 6. Número de lombrices/cápsula

La prueba de Duncan para número de lombrices/cápsula (Figura 6), muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos. Donde el T4 tuvo la mayor cantidad de lombrices/cápsula, con 8 individuos; seguido por los demás tratamientos.

Si comparamos los valores obtenidos en el presente estudio, con los datos encontrados por Paco, (2004) el valor del T4 de la presente investigación es superior, mientras que los valores de los demás tratamientos son inferiores, porque el mencionado investigador obtuvo los siguientes resultados: Restos de cocina (4 crías); Pulpa de café (4 crías) y Cartón (3 crías/cápsula).

Número total de lombrices

El ANVA, para el número total de lombrices (Cuadro 7), establece que no existen diferencias significativas entre bloques pero, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en la evaluación de parámetros biológicos de la lombriz roja californiana con diferentes proporciones de hoja de coca residual combinadas con residuos sólidos urbanos.

Cuadro 7. ANVA, Número total de lombrices

| FV               | GL    | SC     | CM     | Fc     | Pr > F    |
|------------------|-------|--------|--------|--------|-----------|
| Bloques          | 2     | 0.54   | 0.27   | 0.11   | 0.8945 NS |
| Tratamientos     | 3     | 757.54 | 252.51 | 105.91 | 0.0001 ** |
| Error            | 6     | 14.31  | 2.38   |        |           |
| Total            | 11    | 772.39 |        |        |           |
| Promedio (Indiv) | 33.00 |        |        |        |           |
| CV (%)           | 4.62  |        |        |        |           |

(NS) = No significativo estadísticamente; (\*\*) = Altamente significativo estadísticamente al 1 %

El coeficiente de variación fue 4.62 %, el cual indica que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30 %), con un promedio general de 33 individuos totales.

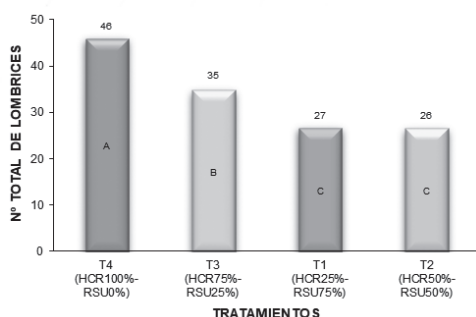


Figura 7. Número total de lombrices

La prueba de Duncan para número total de lombrices (Figura 7), muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos. Donde el tratamiento T4 tuvo mayor cantidad de individuos totales, con 46 individuos; seguido por los demás tratamientos.

Si comparamos los valores obtenidos de la presente investigación con los datos encontrados por Serrano (2004) solamente el T2 (E) con 49 individuos es superior con respecto a los valores de la presente investigación, los demás tratamientos tienen valores inferiores al presente estudio, donde:

T3 (1:1) con 17 individuos totales; T4 (2:1) con 6 individuos totales; T5 (3:1) con 5 individuos totales y T1 (R) con 2 individuos totales.

### Biomasa de lombrices

El ANVA, sobre la biomasa de lombrices que se muestra en el (Cuadro 8). Establece que no existen diferencias significativas entre bloques pero, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 8. ANVA, Biomasa de lombrices

| FV           | GL   | SC    | CM    | Fc    | Pr > F    |
|--------------|------|-------|-------|-------|-----------|
| Bloques      | 2    | 0.48  | 0.24  | 0.45  | 0.6570 NS |
| Tratamientos | 3    | 41.78 | 13.93 | 26.07 | 0.0008 ** |
| Error        | 6    | 3.21  | 0.53  |       |           |
| Total        | 11   | 45.47 |       |       |           |
| Promedio (g) | 9.70 |       |       |       |           |
| CV (%)       | 7.54 |       |       |       |           |

(NS) = No significativo estadísticamente; (\*\*) = Altamente significativo estadísticamente al 1 %

El coeficiente de variación para este variable fue 7.54 %, lo que significa que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30 %), con un promedio general de 9.70 g de biomasa de lombrices.

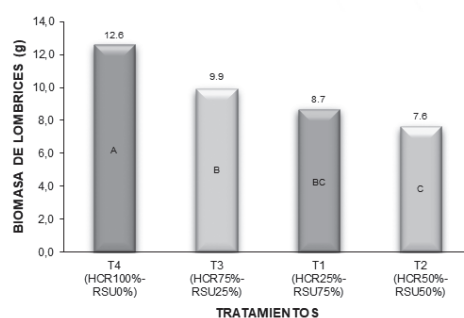


Figura 8. Biomasa de lombrices

La prueba de Duncan para la biomasa de lombrices (Figura 8), muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos. Donde el tratamiento con mayor peso en la biomasa de lombrices fue T4, con 12.6 g; seguido por los demás tratamientos.

Si comparamos los valores obtenidos en la presente investigación con los datos encontrados por Mamani et al., (2012) son superiores, porque los mencionados investigadores obtuvieron una

biomasa de 0.2 g de lombriz.

#### 4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos señalados y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

En el número de lombrices clitelados (T4: 11 individuos, T3: 1 individuo, T2 y T1 con ningún individuo).

Respecto al número de lombrices sub-clitelados (T4: 6 individuos, T3: 11 individuos, T1: 13 individuos y T2: 14 individuos).

En el número de lombrices juveniles (T4: 29 individuos, T3: 23 individuos, T1: 13 individuos y T2: 12 individuos).

Con relación al número de cápsulas (T4: 4 cápsulas, T3: 1 cápsula, T2 y T1 con ninguna cápsula).

En cuanto al número de lombrices/cápsulas (T4: 8 individuos, T3: 2 individuos, T2 y T1 con ningún individuo).

Con referente al número total de lombrices (T4: 46 individuos, T3: 35 individuos, T1: 27 individuos y T2: 26 individuos).

En la biomasa de las lombrices (T4: 12.6 g, T3: 9.9 g, T1: 8.7 g y T2: 7.6 g).

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

Dirección General de la hoja de Coca e Industrialización (DIGCOIN). 2013. Consultado 15 de sep. 2013. Disponible en <http://www.unodc.org/documents/cropmonitoring/Bolivia/web.pdf>.

Empresa Municipal de Aseo El Alto (EMALT). 2012. La basura un Problema de Todos. Campaña Nacional de Limpieza. Folleto No 4. La Paz, Bolivia. 22 p.

Fuerza Especial de Lucha Contra el Narcotráfico (FELCN). 2012. Consultado 15 sep. 2013. Disponible: <http://www.unodc.org/documents/cropmonitoring/Bolivia/web.pdf>.

Guarachi, E. 2011. Balance Hídrico en el cultivo de Papa bajo condiciones de Drenaje mixto en Suka kollus. Tesis de grado. Universidad Pública de El Alto. Carrera Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 115 p.

Mamani, G.; Mamani, F.; Sainz, H. y Villca, R. 2012. Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia*

spp.) en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos. Artículo científico. Universidad Católica Boliviana, Ingeniería Agronómica. Coroico-Nor Yungas. La Paz, Bolivia. 15 p.

Martín, B.; Urquiaga, R. y Sergio de Santos, S. 2011. Manual básico de compostaje y vermicompostaje doméstico. Red Estatal de Entidades Locales por el Compostaje Doméstico y Comunitario. Vaciamadrid (Composta RED). p. 11-15.

Paco, G. 2004. Biotransformación de los residuos orgánicos (restos de cocina, pulpa de café y cartón) mediante técnicas de compostaje y vermicompostaje en la zona de Carmen Pampa. Tesis de Grado. Unidad Académica Campesina de Carmen Pampa (UAC-CP). Municipio de Coroico. La Paz, Bolivia. 115 p.

Serrano, T. 2004. Evaluación de procesos de vermicompostaje para el tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de la localidad de Tihuanacu. Tesis de Grado. Universidad Católica Boliviana, UCB. La Paz, Bolivia. 53 p.

Vásquez, A. 2003. Criando lombrices para producir mejor. Pastoral Social-Caritas Coroico. Ayuda en acción. Coroico. Nor Yungas. La Paz, Bolivia. 26 p.