



Los alumnos deben llenar esta hoja y entregarla al supervisor junto con la versión final de su monografía.

Número de convocatoria del alumno

Nombre y apellido(s) del alumno

Número del colegio

Nombre del colegio

Convocatoria de exámenes (mayo o noviembre)

Mayo

Año

2013

Asignatura del Programa del Diploma en la que se ha inscrito la monografía: Biología.

(En el caso de una monografía en lenguas, señale si se trata del Grupo 1 o el Grupo 2.)

Título de la monografía:

Cuál es el efecto de las condiciones de luz y oscuridad en el consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono de los invertebrados L. Terrestres (Sombría de tierra) y A. Volgare (Coquiwilla de humedad). ?

**Declaración del alumno**

*El alumno debe firmar esta declaración; de lo contrario, es posible que no reciba una calificación final.*

Confirmando que soy el autor de este trabajo y que no he recibido más ayuda que la permitida por el Bachillerato Internacional.

He citado debidamente las palabras, ideas o gráficos de otra persona, se hayan expresado estos de forma escrita, oral o visual.

Sé que el máximo de palabras permitido para las monografías es 4.000, y que a los examinadores no se les pide que lean monografías que superen ese límite.

Esta es la versión final de mi monografía.

Firma del alumno:

Fecha:

## Informe y declaración del supervisor

El supervisor debe completar este informe, firmar la declaración y luego entregar esta portada junto con la versión final de la monografía al coordinador del Programa del Diploma.

Nombre y apellido(s) del supervisor [MAYÚSCULAS]:

Si lo considera adecuado, escriba algunos comentarios sobre el contexto en que el alumno desarrolló la investigación, las dificultades que encontró y cómo las ha superado (ver página 13 de la guía para la monografía). La entrevista final con el alumno puede ofrecer información útil. Estos comentarios pueden ayudar al examinador a conceder un nivel de logro para el criterio K (valoración global). No escriba comentarios sobre circunstancias adversas personales que puedan haber afectado al alumno. En el caso en que el número de horas dedicadas a la discusión de la monografía con el alumno sea cero, debe explicarse este hecho indicando cómo se ha podido garantizar la autoría original del alumno. Puede adjuntar una hoja adicional si necesita más espacio para escribir sus comentarios.

tuvo muy clara la pregunta de investigación desde el principio, tuvo dificultades en la consecución del material y esto le hizo perder un poco el interés. Sin embargo, logró superarlo y siguió adelante hasta completarlo apropiadamente.  
En su entrevista final manifestó estar satisfecho con el resultado, dijo que al elegir la materia no era consciente de la dedicación que exige una monografía de Biología

El supervisor debe firmar esta declaración; de lo contrario, es posible que no se otorgue una calificación final.

He leído la versión final de la monografía, la cual será entregada al examinador.

A mi leal saber y entender, la monografía es el trabajo auténtico del alumno.

He dedicado  horas a discutir con el alumno su progreso en la realización de la monografía.

Firma del supervisor:

Fecha:

## Formulario de evaluación (para uso exclusivo del examinador)

Criterios de evaluación	Nivel de logro				
	Examinador 1	Máximo	Examinador 2	Máximo	Examinador 3
A Formulación del problema de investigación	2	2		2	
B Introducción	2	2		2	
C Investigación	2	4		4	
D Conocimiento y comprensión del tema	1	4		4	
E Argumento razonado	2	4		4	
F Aplicación de habilidades de análisis y evaluación apropiadas para la asignatura	2	4		4	
G Uso de un lenguaje apropiado para la asignatura	2	4		4	
H Conclusión	1	2		2	
I Presentación formal	3	4		4	
J Resumen	1	2		2	
K Valoración global	2	4		4	
Total (máximo 36)	20				

Diferencia en la tasa metabólica entre dos invertebrados:  
*L. terrestris* y *A. vulgare*.

¿Cuál es el efecto de las condiciones de luz y oscuridad en el consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono de los invertebrados *L. terrestris* (lombriz de tierra) y *A. vulgare* (cochinilla de humedad)?

Supervisor:

Monografía

Biología

Bachillerato Internacional

2012 - 2013



## **Abstract**

En esta monografía tuvo como pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de las condiciones de luz y oscuridad en el consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono de los invertebrados *L. terrestris* (lombriz de tierra) y *A. vulgare* (cochinilla de humedad)? Así mismo se miró cual era la diferencia entre la tasa metabólica de estos dos invertebrados. Esta monografía tiene importancia ya que un cambio en las condiciones óptimas de un organismo interfiere y cambia la cantidad de dióxido de carbono que se produce y la cantidad de oxígeno que se consume.

Se investigaron las adaptaciones que tiene cada organismo a su ambiente original y como su respiración depende de estas adaptaciones. Ya que ambos organismos son muy parecidos en cuanto a la importancia de la perdida de agua y es por esto que se mantienen en la oscuridad fue útil y lógica la comparación.

En conclusión, se pudo ver que un cambio en las condiciones óptimas cambia en un gran porcentaje o número el consumo y producción de gases de la respiración celular. Se pudo ver que se produce más dióxido de carbono por ambas especies en la oscuridad ya que la producción está más facilitada. Al mismo tiempo se descubrió que tiene el mismo efecto en la producción de CO<sub>2</sub>, el cambio de presencia de luz para ambas especies, mientras que el consumo de oxígeno si es distinto. Como última conclusión, se tiene que el consumo de oxígeno tiene un mayor cambio entre pruebas de luz y oscuridad para la *L. terrestris* ya que esta sale muy ocasionalmente a la luz solar.

267 palabras

## Tabla de Contenido

	Página
I. Introducción .....	3
II. Marco Teórico .....	5
2.1 RESPIRACIÓN CELULAR .....	5
2.2 <i>L. TERRESTRIS</i> .....	6
2.3 <i>A. VULGARE</i> .....	7
III. Propósito de la investigación .....	8
3.1 OBJETIVOS .....	8
3.2 HIPÓTESIS .....	9
3.3 VARIABLES .....	9
IV. Método Experimental .....	10
4.1 LISTA E MATERIALES .....	10
4.2 DIAGRAMA DE PREPARACIÓN .....	11
4.3 CONFIGURACIÓN DEL LAB QUEST .....	11
4.4 MÉTODO .....	12
V. Resultados .....	13
5.1 RESULTADOS PROCESADOS .....	13
5.2 GRÁFICAS .....	21
VI. Análisis .....	25
VII. Conclusión .....	27
VIII. Evaluación .....	28
IX. Bibliografía .....	30

## I. Introducción

La respiración celular es algo esencial para cada célula de cada ser viviente. Este es el proceso por el cual la energía necesaria para crecer, reproducirse, reparar tejidos y la síntesis de proteínas entre otras cosas es obtenida<sup>1</sup>. Este proceso lo lleva a cabo cada ser vivo incluyendo a organismos como *L. terrestris* y *A. vulgare*. *L. terrestris* conocida como la lombriz de tierra y *A. vulgare* conocido como cochinilla de humedad. Estos pertenecen al reino Animalia y en este pertenecen a los anélidos y a los crustáceos respectivamente.

A pesar de que estos dos son invertebrados tienen diferentes metabolismos así que la respiración celular es distinta; por ejemplo la *L. terrestris* y *A. vulgare* se mueven de forma distinta, una se arrastra mientras que la otra camina, ingieren diferentes alimentos y el simple hecho de que tienen diferentes organismos. Todos estos factores afectan la respiración celular ya que como antes dicho este proceso obtiene la energía para cada actividad que tenga que hacer el ser viviente, es decir entre más activo sea más respiración celular va a tener que hacer para cumplir sus necesidades. Al afectar, la respiración celular, afecta también directamente la producción de dióxido de carbono y el consumo de oxígeno. Es por esto que en esta monografía se va a investigar ¿Cómo difiere el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono entre *L. terrestris* y *A. vulgare*? Pero no solo se comparará la tasa metabólica de estos dos sino que también ¿Cuál es el efecto de las condiciones de luz y oscuridad en el consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono de los invertebrados *L. terrestris* (lombriz de tierra) y *A. vulgare* (cochinilla de humedad)? Esto es relevante ya que como dicho anteriormente, cada organismo tiene sus condiciones óptimas, y si estas son cambiadas entonces cambia el desempeño. Al terminar se harán conclusiones de por qué un animal de acuerdo a su metabolismo consume más oxígeno o produce más dióxido de carbono o viceversa.

En esta monografía se está investigando esto porque es importante ver que las condiciones óptimas para que un organismo vivo son esenciales en cuanto a la tasa metabólica de uno. Es decir que cuando un organismo no

---

<sup>1</sup> Respiración celular medio general de obtención, liberación y utilización de energía: Importancia de la respiración celular... (n.d.). Respiración celular medio general de obtención, liberación y utilización de energía. Retrieved September 16, 2012, from [http://respiracion-celular.blogspot.com/2011/08/importancia-de-la-respiracion-celular\\_10.html](http://respiracion-celular.blogspot.com/2011/08/importancia-de-la-respiracion-celular_10.html)

tiene sus condiciones óptimas este no produce la cantidad de energía necesaria para sobrevivir y probablemente tenga alguna insuficiencia o debilidad en su desempeño y necesidades básicas.

Personalmente, esto es importante ya que muchas veces se cree que cambiar de las condiciones que son óptimas para uno no hace un gran cambio en la capacidad de desempeño, con esta experimentación se va a poder mirar que al cambiar únicamente la luz que recibe un organismo, cambian totalmente los niveles de producción de dióxido de carbono y consumo de oxígeno y así mismo la energía que se obtiene de ciertas reacciones.

Elegí *L. terrestris* y *A. vulgare* ya que son organismos fáciles de manejar, los cuales tienen un tamaño apropiado para los materiales que se tienen en el lugar en que se iba a hacer el experimento, el colegio. Además estos tienen condiciones óptimas relativamente parecidas, por lo que los resultados tienen más elementos de comparación, mientras que si los organismos utilizados son totalmente distintos, la comparación no tiene límites ya que la mayoría son diferencias.

## II. Marco Teórico

### 2.1 Respiración Celular

La respiración celular es el proceso por el cual se obtiene ATP (molécula de energía) a partir del uso de energía de moléculas orgánicas como la glucosa. Los animales usan el sistema respiratorio y sus órganos para obtener oxígeno para poder llevar a cabo el proceso restante de la respiración celular. Los órganos principales en la obtención de oxígeno en los animales son los pulmones. A través de la inspiración ingresa aire oxigenado a los pulmones, al mismo tiempo la diferencia de concentración de  $O_2$  entre la luz del alveolo y el vaso sanguíneo que lo rodea hace que pase desde éste hasta la sangre. Al mismo tiempo como en la sangre hay un mayor nivel de concentración de  $CO_2$ , esta diferencia hace que el  $CO_2$  salga del vaso sanguíneo hacia el alveolo, y así este gas sea expulsado en la expiración hecha por el animal. El  $CO_2$  que está en los vasos sanguíneos se obtiene por la respiración celular como nos lo muestra la fórmula:



<sup>2</sup>

La respiración aerobia es aquella que requiere de oxígeno y ésta al igual que la anaerobia, suceden en la mitocondria de la célula. La mitocondria es un organelo membranoso, que tiene su propio ADN y tiene dos membranas para crear un gradiente de protones. La respiración aerobia está compuesta por tres etapas principales: la glucólisis, el Ciclo de Krebs y la fosforilación. Durante todo el proceso de la respiración celular se producen 38 moléculas de ATP, de las cuales la mayoría son producidas en el Ciclo de Krebs.

La glucosa es activada cuando un grupo fosfato es añadido y se forma glucosa-fosfato. Después esta es dividida en dos y se forman dos ácido piruvico, cada uno de tres carbonos. En la glucólisis se usan dos moléculas de ATP, se producen cuatro, así que hay una ganancia de dos moléculas. Todo esto ocurre en el citoplasma de la célula.

Luego de la glucólisis entra el Ciclo de Krebs en marcha (únicamente si hay oxígeno disponible, ya que si no hay, comienza la respiración anaerobia) y

---

<sup>2</sup> CIENCIAS BIOLÓGICAS: RESPIRACION CELULAR. (n.d.). CIENCIAS BIOLÓGICAS. Retrieved September 16, 2012, from <http://hnnncbiol.blogspot.com/2008/01/respiracion-celular-clic-botn-derecho.html>

aquí es donde empieza el proceso que ocurre en la mitocondria. Ya cuando el ácido piruvico está en la matriz de la mitocondria, este libera un carbono que sale de la célula como CO<sub>2</sub> y se crea un acetil, junto con la coenzima A se crea acetilco A. Después el acetilco A se junta con el ácido oxaloacetico (de cuatro carbonos) para formar un ácido cítrico (de seis carbonos). Un carbono sale como CO<sub>2</sub> y se crea un ácido alfa-cetaglutarico (de cinco carbonos), aquí se pierde otro carbono de la misma forma y se forma ácido succinico (de cuatro carbonos) y por último está el ácido málico, aquí termina el ciclo y está listo para comenzar de nuevo. Los electrones que quedan del Ciclo de Krebs pasan a la cadena transportadora de electrones en donde van a descender a un nivel inferior energético. Las moléculas transportadoras de electrones son NADH y FADH. Después hay un aceptor de electrones que con el oxígeno se crea agua. Es para esto que se necesita el oxígeno en la respiración aerobia.<sup>3</sup>

La respiración celular depende totalmente de las condiciones en que se encuentran los organismos, y como estos se adaptan. Al estar en condiciones óptimas, un organismo va a producir una mayor cantidad de ATP ya que el proceso está más facilitado. Al aumentar la cantidad de ATP, aumenta la tasa metabólica de un organismo. Por lo tanto si un organismo necesita más energía, pero este está adaptado a esto, va a tener una tasa metabólica mayor a la de un organismo que no requiere de una gran cantidad de energía para su desempeño diario.

## **2.2 L. Terrestris**

*L. terrestris* tiene un cuerpo que se basa en anillos unidos entre si lo que es característica de los anélidos. Cada anillo tiene cierta cantidad de pelos cortos también conocidos como quetas que le permiten desplazarse y sirven como órganos sensoriales.

*L. terrestris* viven en suelos húmedos que tengan materia orgánica ya que de ésta se alimentan y depende de la estación se encuentran en las diferentes capas del suelo. En el invierno y en épocas muy calientes estas se entierran ya sea para soportar las heladas o para evitar la deshidratación.

---

<sup>3</sup> Jones, M., & Jones, G. (1997). *Advanced biology*. Cambridge: Cambridge University Press. pg.191-196

Ya que estas están constantemente excavando en el suelo, entonces airean la tierra y esto beneficia a la agricultura<sup>4</sup> al mismo tiempo sus residuos contienen una alta concentración de nitrógeno por lo cual pueden ser consideradas fertilizantes naturales como lo demostró Charles Darwin en 1881<sup>5</sup>.

Otra razón para tener que estar en lugares húmedos es que llevan a cabo una respiración cutánea. Esta consiste en realizar el intercambio de gases a través de la piel la cual es muy delgada. Obtienen el oxígeno a partir del agua o humedad de la piel, este se disuelve en la mucosidad de la piel. Después se difunde a través de la piel, entra y viaja en la sangre y se difunde hacia las células. En estas hace la respiración celular y el dióxido de carbono producido pasa a la sangre.<sup>6</sup>

Además *L. terrestris* "toleran niveles relativamente bajos de oxígeno, y por un corto periodo, una falta total del mismo."<sup>7</sup>

### 2.3 A. vulgare

*A. vulgare* son crustáceos, es decir tienen un caparazón que le da protección a su cuerpo.

Al igual que las *L. terrestris*, los *A. vulgare* necesitan un lugar húmedo para su supervivencia. Estos pueden ser encontrados fácilmente debajo de troncos de árboles y piedras. Además no excretan ácido úrico sino urea lo que incrementa la pérdida de agua.<sup>8</sup>

---

<sup>4</sup> Las lombrices de tierra « Enciclopedia Animal. (n.d.). *Enciclopedia Animal*. Retrieved September 16, 2012, from

<http://enciclopediaanimal.wordpress.com/las-lombrices-de-tierra/>

<sup>5</sup> Lombriz de tierra. (n.d.). *Animalandia*. Retrieved September 16, 2012, from [herramientas.educa.madrid.org/animalandia/ficha.php?id=134](http://herramientas.educa.madrid.org/animalandia/ficha.php?id=134)

<sup>6</sup> Desde las gavetas de mi escritorio: ¿Cómo es la respiración de los seres vivos?. (n.d.). *Desde las gavetas de mi escritorio*. Retrieved September 16, 2012, from <http://gavetasdemiescritorio.blogspot.com/2012/01/como-respiran-los-seres-vivos.html>

<sup>7</sup> Barnes, R. D. (1969). Anélidos y pogonóforos. *Zoología de los invertebrados* (2d ed., p. 565). México, D.F.: Interamericana.

<sup>8</sup> Cochinilla de la humedad. (n.d.). *BOTANICA*. Retrieved September 16, 2012, from <http://www.botanical-online.com/animales/cochinilla.htm>

Llevan a cabo una respiración de tipo branquial, lo cual es otra razón para necesitar un lugar húmedo. Estos organismos que tienen branquias recogen el oxígeno que está disuelto en el agua y se pasa a la sangre la cual lo transporta a los tejidos donde las células hacen respiración celular. Al terminar este proceso, el dióxido de carbono producido es extraído del cuerpo.

“La sangre de los isópodos contiene hemocianina.”<sup>9</sup> La hemocianina es una “molécula proteica transportadora de oxígeno”<sup>10</sup>. Esto quiere decir que además de tener las branquias, *A. vulgare*, es ayudado por la hemocianina para llevar a cabo la respiración celular.

*A. vulgare* son fotonegativos ya que pueden perder agua muy fácilmente. Es por esto que tienen ciertas adaptaciones, por ejemplo tienden a ser nocturnos y viven en lugares húmedos.

### III. Propósitos de la investigación

#### 3.1 Objetivos

El objetivo principal es mirar si hay diferencia en la producción de dióxido de carbono y consumo de oxígeno de *L. terrestris* y *A. vulgare* cuando estos están en la luz o en la oscuridad. Al tener los resultados de la investigación medidos con sensores, se analizarán para ver como estas condiciones de luz son dependientes al tipo de actividad que hace y la tasa metabólica de cada organismo.

---

<sup>9</sup> Barnes, R. D. (1969). Crustaceos. Zoología de los invertebrados (2d ed., p. 748). México, D.F.: Interamericana.

<sup>10</sup> hemocianina. (n.d.). Diccionarios y enciclopedias en el Akademik. Retrieved November 15, 2012, from [http://www.esacademic.com/dic.nsf/es\\_mediclopedia/38726/hemocianina](http://www.esacademic.com/dic.nsf/es_mediclopedia/38726/hemocianina)



### 3.2 Hipótesis

Según la investigación hecha anteriormente, se podrían suponer algunas cosas:

1. La cantidad de oxígeno va a disminuir mientras que la cantidad de dióxido de carbono va a aumentar en el lapso de tiempo medido,<sup>11</sup> ya que los organismos en prueba están llevando a cabo respiración celular.
2. Cuando se haga el experimento en oscuridad, los niveles de dióxido de carbono producido van a ser mayores.
3. *L. terrestris* van a tener una mayor producción de dióxido de carbono porque tienen que estar en constante movimiento.

### 3.3 Variables

#### Independiente:

Luz solar que les llega a los invertebrados. Al tapar la botella en la que están los animales con una cartulina negra, se evita que algún tipo de luz solar les llegue cuando están en la prueba de oscuridad.

#### Dependiente:

Cantidad de dióxido de carbono que se produce y porcentaje de oxígeno que se utiliza. Al medir estas cantidades con los sensores ya sean de dióxido de carbono (en partes por millón) u oxígeno (en porcentaje) se podrán saber los niveles y que tanto estos cambian.

#### Controladas:

•Tiempo: Cada toma va a ser de 15 minutos (900 segundos) con intervalos de un segundo cada muestra. En 15 minutos se puede observar como el organismo se adapta a las condiciones y así lo demuestra con los resultados tanto cuantitativos como cualitativos.

•Peso: Alrededor de 0.50 gramos. Si fuera distinto el peso la cantidad de gases producidos o consumidos sería distinta así sean los mismos organismos. Las cantidades producidas o consumidas de los gases son

---

<sup>11</sup> CIENCIAS BIOLÓGICAS: RESPIRACION CELULAR. (n.d.). CIENCIAS BIOLÓGICAS. Retrieved September 16, 2012, from <http://hnnncbiol.blogspot.com/2008/01/respiracion-celular-clic-botn-derecho.html>

dependientes a la cantidad de organismos que hay respirando durante la prueba.

- Mismo tamaño de botella en que serán medidos el dióxido de carbono y el oxígeno. Esto es importante tenerlo en cuenta ya que si es más pequeña o más grande la botella pues el porcentaje o las partes por millón van a cambiar de acuerdo al tamaño de esta.

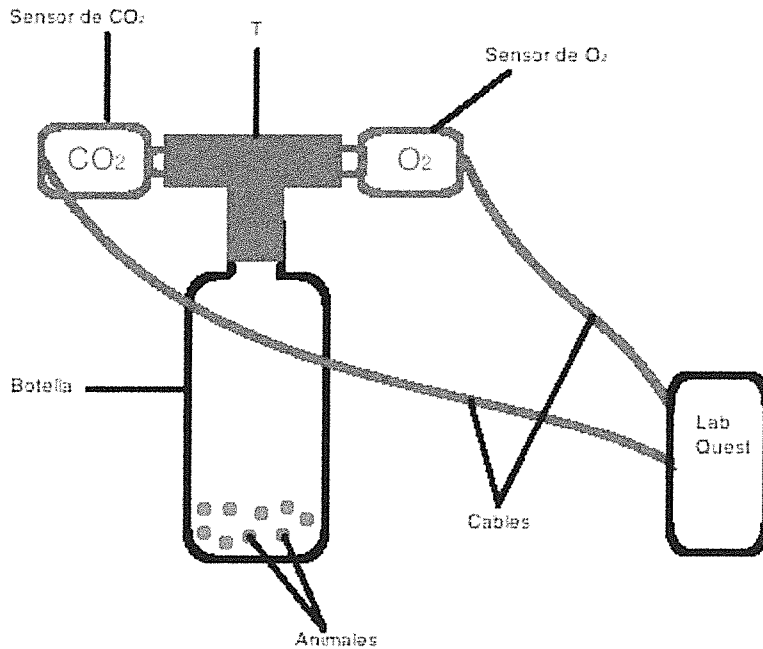
- Tipo de cartulina negra: Si se cambia el tipo, es decir por ejemplo el grosor, de la cartulina con la cual se va a cubrir la botella en la prueba de oscuridad, más o menos cantidad de luz les va a entrar a los organismos, y así cambiando las condiciones adentro.

#### **IV. Método Experimental**

##### **4.1 Lista de Materiales**

- 0.50 gramos de *A. vulgare* (aproximadamente 12)
- 0.50 gramos de *L. terrestris* (aproximadamente 1)
- Sensor Vernier de oxígeno
- Sensor Vernier de dióxido de carbono
- Botella para los sensores
- Conexión "T"
- Cartulina negra
- Cinta
- Lab Quest
- Balanza eléctrica

## 4.2 Diagrama de preparación



\*Sería la misma preparación para la prueba en la oscuridad, sólo que la botella sería completamente cubierta por cartulina negra.

## 4.3 Configuración del Lab Quest

1. Configurarlos como Time- Based
2. Tiempo total es de 900 segundos
3. Intervalos de un segundo

\*Después de terminar la medición, oprimir File-Save para guardar los datos

Esta configuración ha sido elegida ya que en este lapso de tiempo se pueden obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos. Esto ocurre porque los organismos llegan a buscar y luchar por una adaptación.

#### 4.4 Método

1. Configurar el Lab Quest como se indica anteriormente
2. Conectar ambos sensores al Lab Quest
3. Pesar 0.50 gramos de *A. vulgare* y meterlos en la botella
4. Poner la T en la botella
5. Conectar los sensores a la T
6. Empezar la medición oprimiendo play en el Lab Quest
7. Esperar 15 minutos
8. Hacer una caja de cartulina negra en donde quepa la botella
9. Repetir la medición pero con la botella cubierta de cartulina
10. Repetir los pasos 2 a 9 pero con las lombrices de tierra

\*El noveno paso no se puede repetir inmediatamente después de terminar la primera prueba ya que los animales están pasando por estrés.

## V. Resultados

### 5.1 Resultados procesados

**Tabla 1.** Cambio en niveles de producción de dióxido de carbono y oxígeno y su promedio por *A. vulgare* en la prueba de oscuridad durante 900 segundos

\*El promedio es calculado al sumar todos los datos, para este caso de cada segundo y dividiéndolo en este caso por dos ya que hay dos pruebas.

Por ejemplo para el segundo 0 para el CO<sub>2</sub>:  $(394.00 + 487.00)/2 = 440.50$

Tiempo (sec)	CO <sub>2</sub> (ppm) ± 0.01ppm	CO <sub>2</sub> (ppm) ± 0.01ppm	Promedio CO <sub>2</sub> (ppm) ± 0.01ppm	O <sub>2</sub> (%) ± 0.01%	O <sub>2</sub> (%) ± 0.01%	Promedio O <sub>2</sub> (%) ± 0.01%
0	394.00	487.00	440.50	14.82	12.38	13.60
50	482.00	458.00	470.00	14.77	12.54	13.66
100	548.00	487.00	517.50	14.91	12.61	13.76
150	548.00	526.00	537.00	14.89	12.61	13.75
200	555.00	536.00	545.50	14.89	12.61	13.75
250	472.00	468.00	470.00	14.72	12.55	13.64
300	482.00	468.00	475.00	14.71	12.54	13.63
350	577.00	468.00	522.50	14.86	12.42	13.64
400	574.00	536.00	555.00	14.85	12.60	13.73
450	587.00	536.00	561.50	14.84	12.55	13.70
500	501.00	478.00	489.50	14.67	12.31	13.49
550	511.00	497.00	504.00	14.67	12.54	13.61
600	633.00	507.00	570.00	14.82	12.54	13.68
650	669.00	585.00	627.00	14.81	12.51	13.66
700	650.00	614.00	632.00	14.81	12.59	13.70
750	577.00	679.00	628.00	14.65	12.54	13.60
800	577.00	706.00	641.50	14.65	12.50	13.58

Tiempo (sec)	CO2 (ppm) ± 0.01ppm	CO2(ppm) ± 0.01ppm	Promedio CO2 (ppm) ± 0.01ppm	O2 (%) ± 0.01%	O2 (%) ± 0.01%	Promedio O2 (%) ± 0.01%
850	577.00	745.00	661.00	14.65	12.54	13.60
900	669.00	699.00	684.00	14.80	12.05	13.43

\*A pesar de que se recolectaron 900 datos, uno cada segundo, solo se están presentando 19 de ellos.

\*A los cinco minutos *A. vulgare* estaban haciendo pocos movimientos en un solo grupo.

\**A. vulgare*: 0.49 gramos

**Tabla 2.** Cambio en niveles de producción de dióxido de carbono y oxígeno por *A. vulgare* en la prueba de luz durante 900 segundos

\*El promedio es calculado al sumar todos los datos, para este caso de cada segundo y dividiéndolo en este caso por dos ya que hay dos pruebas.

Tiempo (sec)	CO2 (ppm) ± 0.01ppm	CO2 (ppm) ± 0.01ppm	Promedio CO2 (ppm) ± 0.01ppm	O2 (%) ± 0.01%	O2 (%) ± 0.01%	Promedio O2 (%) ± 0.01%
0	779.00	434.00	606.50	12.41	12.51	12.46
50	699.00	346.00	522.50	12.42	12.30	12.36
100	616.00	395.00	505.50	12.27	12.26	12.27
150	633.00	453.00	543.00	12.25	12.24	12.25
200	759.00	635.00	697.00	12.37	12.36	12.37
250	808.00	701.00	754.50	12.36	12.37	12.37
300	854.00	721.00	787.50	12.35	12.39	12.37
350	786.00	643.00	714.50	12.23	12.24	12.24
400	786.00	669.00	727.50	12.23	12.25	12.24
450	786.00	769.00	777.50	12.22	12.39	12.31
500	893.00	789.00	841.00	12.39	12.39	12.39
550	903.00	806.00	854.50	12.39	12.40	12.40
600	835.00	718.00	776.50	12.25	12.26	12.26
650	845.00	699.00	772.00	12.25	12.27	12.26
700	854.00	798.00	826.00	12.25	12.41	12.33
750	952.00	818.00	885.00	12.39	12.41	12.40
800	952.00	837.00	894.50	12.39	12.41	12.40
850	874.00	757.00	815.50	12.27	12.27	12.27
900	874.00	767.00	820.50	12.26	12.27	12.27

\*A pesar de que se recolectaron 900 datos, uno cada segundo, solo se están presentando 19 de ellos.

\*A los cinco minutos *A. vulgare* ya estaban haciendo muy pocos movimientos, amontonados en dos grupos.

\**A. vulgare*: 0.49 gramos



**Tabla 3.** Cambio en niveles de producción de dióxido de carbono y oxígeno por *L. terrestris* en la prueba de la oscuridad durante 900 segundos

\*El promedio es calculado al sumar todos los datos, para este caso de cada segundo y dividiéndolo en este caso por dos ya que hay dos pruebas.

Tiempo (sec)	CO2 (ppm) ± 0.01ppm	CO2 (ppm) ± 0.01ppm	Promedio CO2 (ppm) ± 0.01ppm	O2 (%) ± 0.01%	O2 (%) ± 0.01%	Promedio O2 (%) ± 0.01%
0	396.00	332.00	364.00	15.09	15.07	15.08
50	405.00	341.00	373.00	15.04	15.01	15.03
100	423.00	360.00	391.50	14.99	14.97	14.98
150	417.00	378.00	397.50	14.95	14.98	14.97
200	408.00	384.00	396.00	14.91	14.98	14.95
250	411.00	393.00	402.00	14.90	14.98	14.94
300	414.00	402.00	408.00	14.89	14.99	14.94
350	414.00	408.00	411.00	14.89	14.99	14.94
400	432.00	414.00	423.00	14.90	14.97	14.94
450	426.00	414.00	420.00	14.90	14.98	14.94
500	426.00	414.00	420.00	14.92	14.97	14.95
550	432.00	417.00	424.50	14.93	14.97	14.95
600	429.00	417.00	423.00	14.93	14.97	14.95
650	423.00	420.00	421.50	14.91	14.97	14.94
700	423.00	435.00	429.00	14.91	14.99	14.95
750	426.00	442.00	434.00	14.92	14.98	14.95
800	423.00	442.00	432.50	14.93	14.99	14.96
850	442.00	442.00	442.00	14.94	14.99	14.97
900	438.00	451.00	444.50	14.93	14.98	14.96

\*A pesar de que se recolectaron 900 datos, uno cada segundo, solo se están presentando 19 de ellos.

\*La lombriz usada en la primera y segunda prueba pesó 0.66 gramos.

**Tabla 4.** Cambio en producción de dióxido de carbono y oxígeno por *L. Terrestris* en la prueba de la luz durante 900 segundos.

\*El promedio es calculado al sumar todos los datos, para este caso de cada segundo y dividiéndolo en este caso por dos ya que hay dos pruebas.

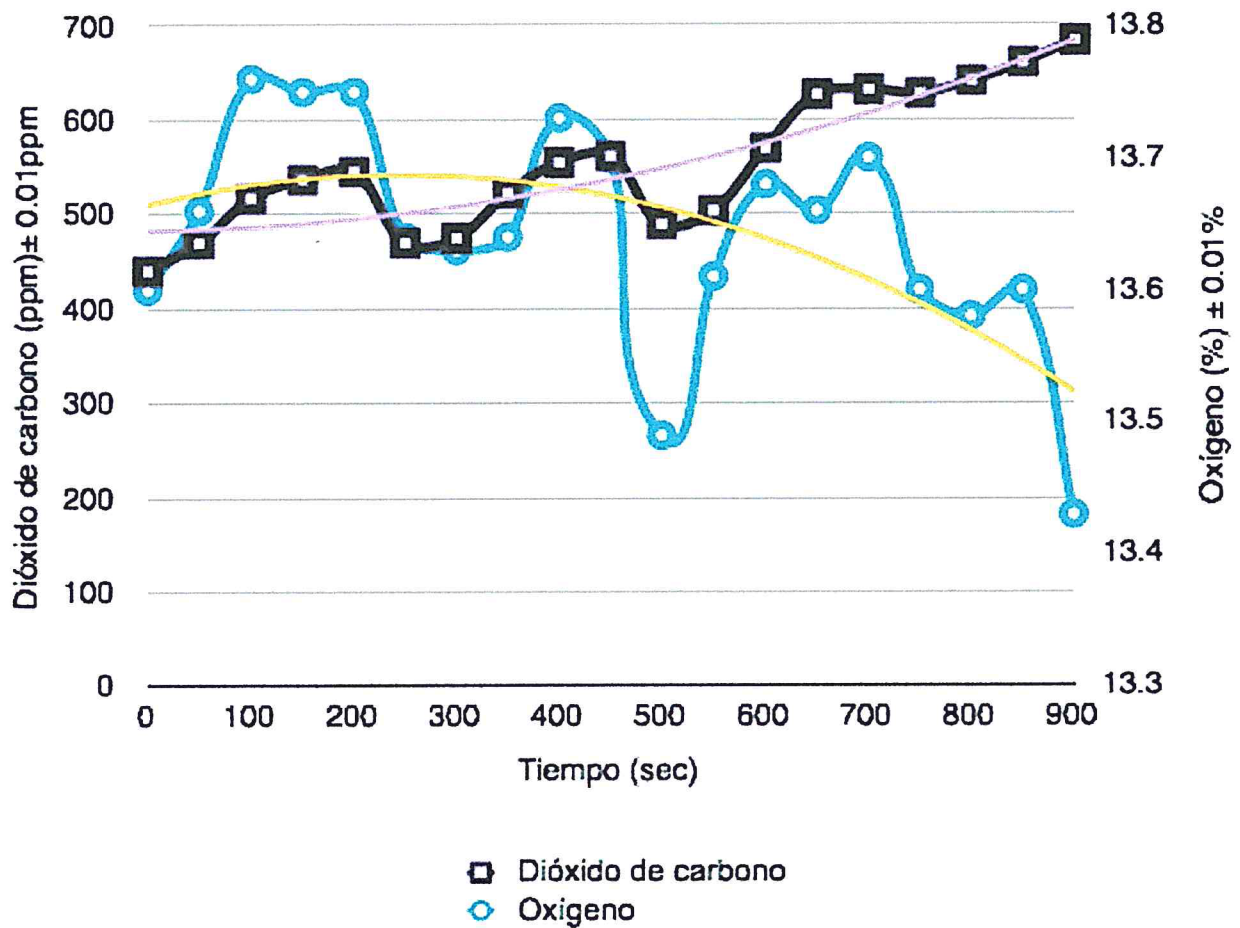
Tiempo (sec)	CO2 (ppm) ± 0.01ppm	CO2 (ppm) ± 0.01ppm	Promedio CO2 (ppm) ± 0.01ppm	O2 (%) ± 0.01%	O2 (%) ± 0.01%	Promedio O2 (%) ± 0.01%
0	484.00	329.00	406.50	15.13	15.04	15.09
50	475.00	320.00	397.50	15.07	15.03	15.05
100	490.00	320.00	405.00	15.05	15.00	15.03
150	502.00	320.00	411.00	15.01	14.97	14.99
200	511.00	320.00	415.50	14.98	14.95	14.97
250	517.00	320.00	418.50	14.96	14.94	14.95
300	521.00	320.00	420.50	14.94	14.94	14.94
350	521.00	323.00	422.00	14.93	14.94	14.94
400	527.00	323.00	425.00	14.91	14.94	14.93
450	527.00	341.00	434.00	14.87	14.97	14.92
500	533.00	335.00	434.00	14.86	14.96	14.91
550	536.00	332.00	434.00	14.84	14.95	14.90
600	542.00	335.00	438.50	14.83	14.95	14.89
650	545.00	338.00	441.50	14.82	14.94	14.88
700	554.00	320.00	437.00	14.81	14.93	14.87
750	566.00	335.00	450.50	14.83	14.93	14.88
800	569.00	338.00	453.50	14.83	14.93	14.88
850	572.00	341.00	456.50	14.82	14.93	14.88
900	575.00	341.00	458.00	14.82	14.93	14.88

\*A pesar de que se recolectaron 900 datos, uno cada segundo, solo se están presentando 19 de ellos.

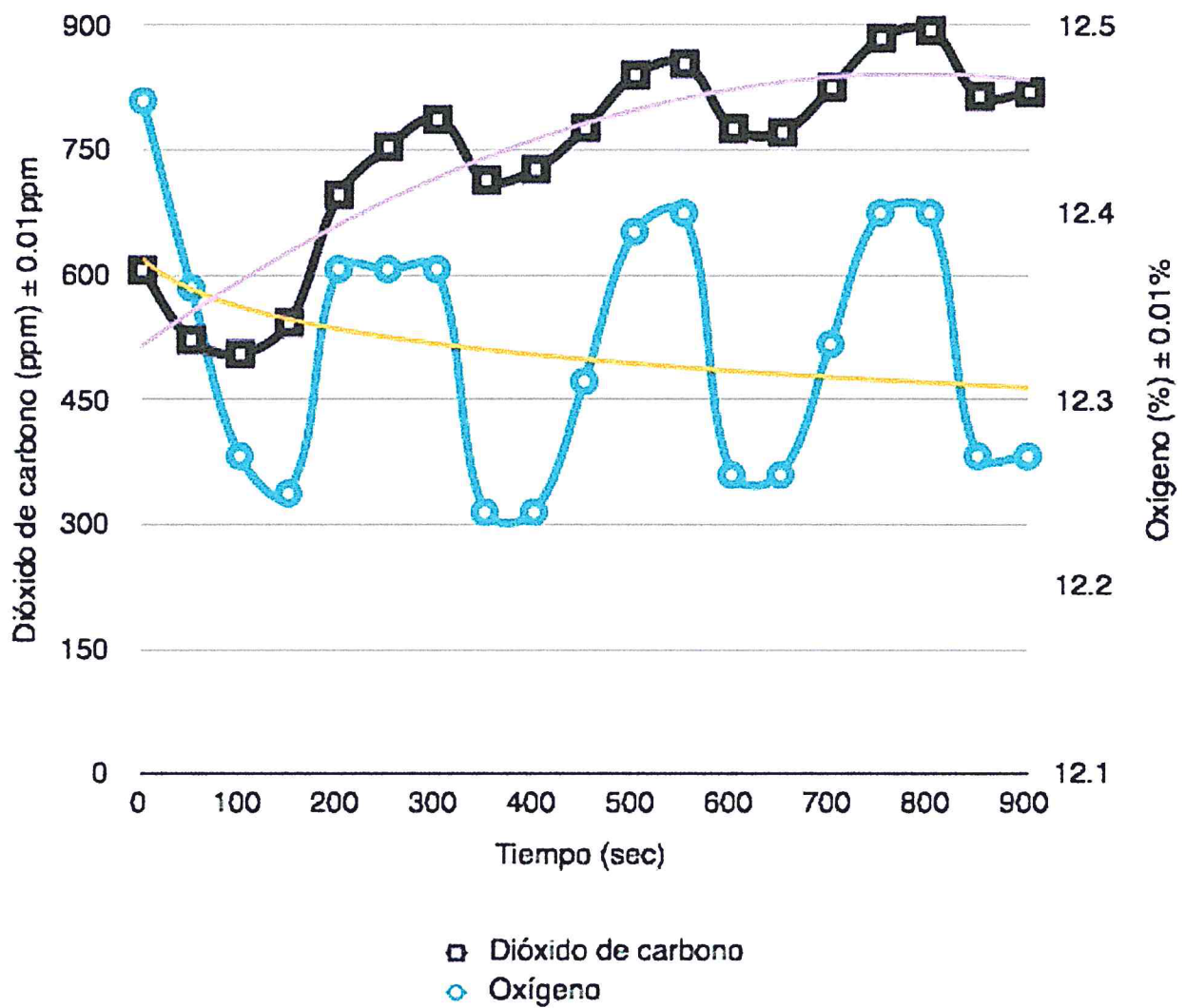
\*La lombriz (primera prueba): 0.52 gramos  
(segunda prueba): 0.64 gramos

## 5.2 Gráficas

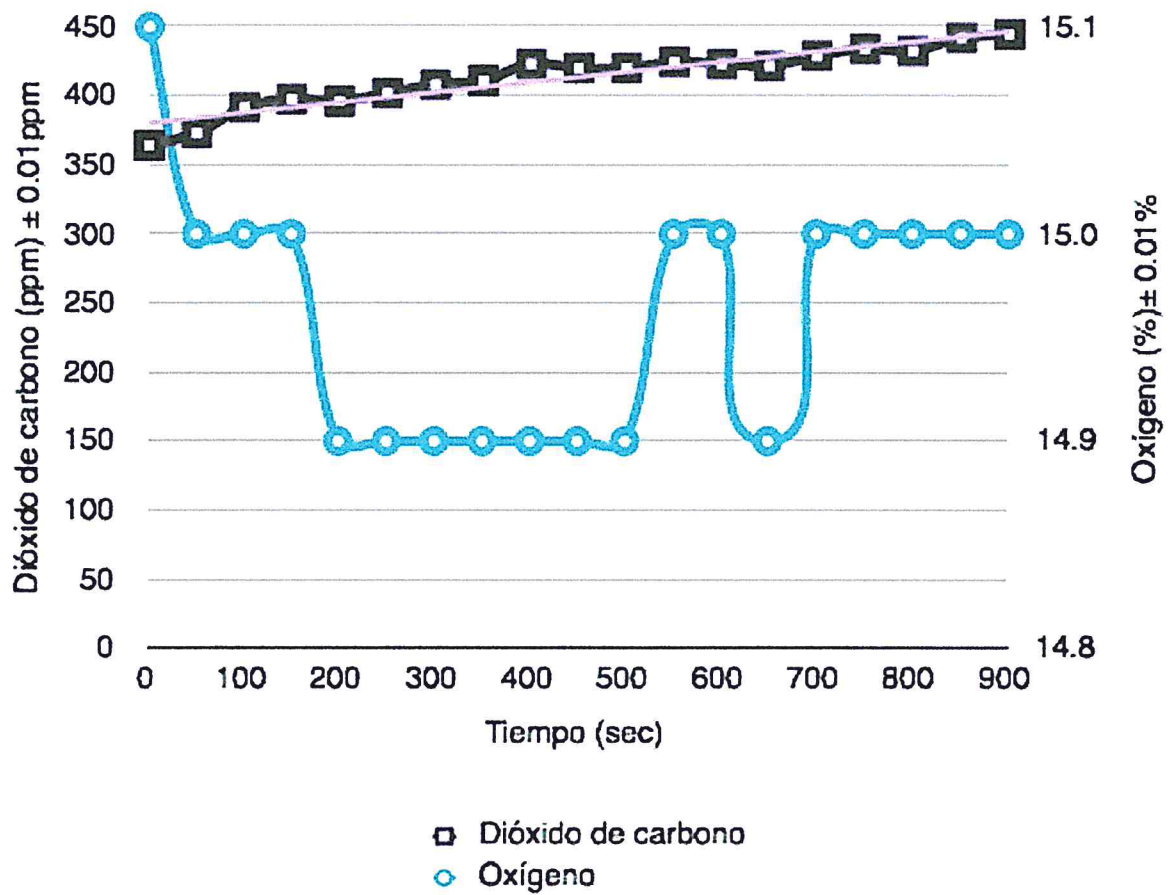
**Gráfica 1.** Cambio en promedio de porcentaje de niveles de producción de dióxido de carbono y oxígeno por *A. vulgare* en la prueba de oscuridad durante 900 segundos



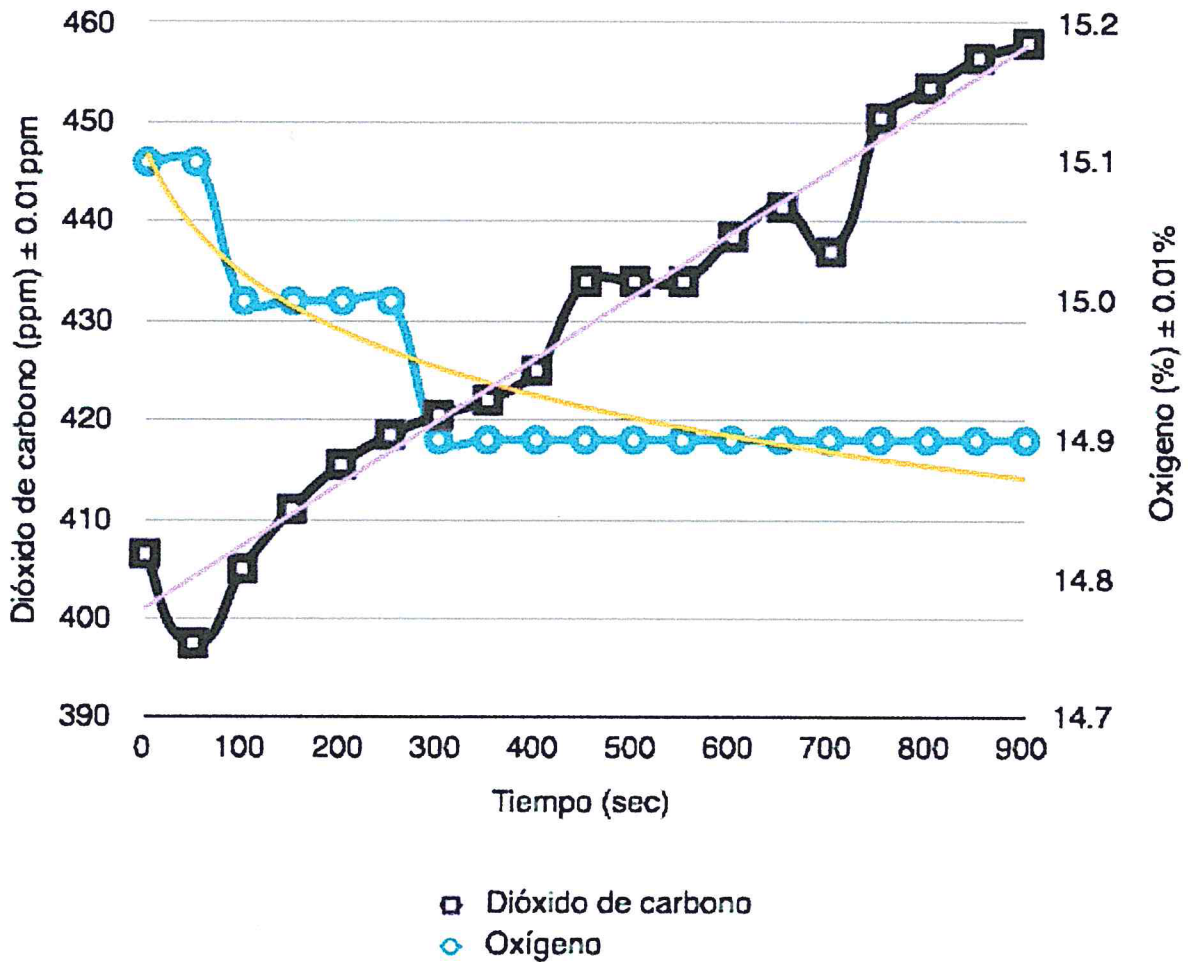
**Gráfica 2.** Cambio en promedio de porcentaje de niveles de producción de dióxido de carbono y oxígeno por *A. vulgare* en la prueba de luz durante 900 segundos



**Gráfica 3.** Cambio en promedio de porcentaje de niveles de producción de dióxido de carbono y oxígeno por *L. Terrestris* en la prueba de la oscuridad durante 900 segundos



**Gráfica 4.** Cambio en promedio de porcentaje de producción de dióxido de carbono y oxígeno de *L. Terrestris* durante la prueba en la luz durante 900 segundos.





## VI. Análisis

**Tabla 5.** Comparación de diferencias de CO<sub>2</sub> final e inicial entre *A. vulgare* y *L. terrestris* entre pruebas de luz y oscuridad.

\*La diferencia es calculada al restar el dato inicial del final.

	<i>A. vulgare</i>		<i>L. terrestris</i>	
	Luz(ppm) ± 0.01ppm	Oscuridad (ppm) ± 0.01ppm	Luz (ppm) ± 0.01ppm	Oscuridad (ppm) ± 0.01ppm
<b>Inicial</b>	606.50	440.50	406.50	364.00
<b>Final</b>	820.50	684.00	458.00	444.50
<b>Diferencia</b>	214.00	243.50	51.50	80.50

**Tabla 6.** Comparación de diferencias de O<sub>2</sub> final e inicial entre *A. vulgare* y *L. terrestris* entre pruebas de luz y oscuridad.

\*La diferencia es calculada al restar el dato inicial del final.

	<i>A. vulgare</i>		<i>L. terrestris</i>	
	Luz(%) ± 0.01%	Oscuridad (%) ± 0.01%	Luz (%) ± 0.01%	Oscuridad (%) ± 0.01%
<b>Inicial</b>	12.46	13.60	15.09	15.08
<b>Final</b>	12.27	12.43	14.88	14.96
<b>Diferencia</b>	-0.19	-0.17	-0.21	-0.12

Como se puede ver en las dos tablas anteriores, hay una mayor diferencia de CO<sub>2</sub> en la prueba de la oscuridad pero hay una mayor diferencia de O<sub>2</sub> en la prueba de la luz. Además, se puede ver como la curva de la prueba en la oscuridad es más constante mientras que en la de la luz tienes más fluctuaciones. Esto se puede tomar como que *A. vulgare* adentro de la botella estaban más cómodos en la oscuridad y por esto tenían una respiración celular continua mientras que en la otra situación donde no estaban tan cerca de sus condiciones óptimas estos tenían más dificultad al respirar y por eso fluctuaba.

Por el otro lado si hubo una mayor diferencia de oxígeno en la prueba de la luz, significa que tuvo que consumir más O<sub>2</sub> en esa prueba para poder producir más energía e incrementar su tasa metabólica para poder mantener sus condiciones lo más óptimas como lo fuera posible.

Tener una menor diferencia de producción de CO<sub>2</sub> en la prueba con luz puede explicar que entre peores condiciones o menos óptimas, más energía es necesitada. Se podría deducir que si hay un nivel más alto de CO<sub>2</sub>, también hay un mayor nivel de ATP. Más energía es necesitada porque hay que mantener temperaturas entre otras necesidades que ya están suministradas cuando las condiciones si son ideales. Esto también se sustenta con que el porcentaje de oxígeno que había en la botella en la prueba en la oscuridad es mayor es decir que no tanto fue utilizado para la producción de CO<sub>2</sub>, agua y ATP. Cuando aumenta la respiración celular, aumenta la tasa metabólica<sup>12</sup> entonces se podría decir que según los resultados *A. vulgare* tienen una tasa metabólica mayor cuando están en la luz y no en la oscuridad.

Se puede ver en la tabla 6 que:

-Las diferencias son mucho menores para *L. terrestris*, esto quiere decir que la producción de CO<sub>2</sub> es menor para esta. Pero a pesar de que entre las dos especies los resultados difieren mucho en cantidad, podemos ver que la diferencia entre la prueba de oscuridad y luz para cada especie es de aproximadamente 29ppm. Esto quiere decir que para la producción de CO<sub>2</sub>, la presencia de luz tiene el mismo efecto en la tasa metabólica de las dos especies. Esto se debe a que ambas especies tienen adaptaciones parecidas como que tienen que estar en lugares húmedos y oscuros.

-La diferencia no es muy grande, es decir el consumo no es muy significativo. A pesar de ser pequeño podemos ver que para las dos especies, el consumo es menor en la prueba en la oscuridad que en la prueba de la luz.

-La diferencia entre el cambio de luz es mayor para *L. terrestris*, esto quiere decir que la presencia de luz afecta más a las *L. terrestris* que a *A. vulgare*.

---

<sup>12</sup> Tomlin, A. D. (n.d.). Worm Digest - Earthworm Biology. *Worm Digest - Home*. Retrieved September 16, 2012, from <http://www.wormdigest.org/content/view/200/2/>

Esto ocurre porque *L. terrestris*<sup>13</sup> necesitan más las condiciones de oscuridad que *A. vulgare* ya que a pesar de que las branquias también necesitan un lugar húmedo que por lo general va a ser en un lugar húmedo la respiración cutánea no es posible llevar a cabo sin la humedad.

## VII. Conclusión

En conclusión, dos de las tres hipótesis mencionadas anteriormente son correctas. Las primeras dos hipótesis son correctas mientras que la última es incorrecta según la investigación hecha.

En conclusión se puede decir que la producción de dióxido de carbono es mayor para ambas especies en la oscuridad, esto ocurre porque ambas especies se encuentran en condiciones más cercanas a las óptimas en esta prueba. Se puede concluir también que hay mayor diferencia entre consumo de oxígeno entre las dos pruebas para *L. terrestris* ya que esta especie vive totalmente debajo de la tierra y la única vez en que salen a la superficie es cuando el suelo está inundado<sup>14</sup> –y este no es el caso-, es decir no están acostumbradas a estar bajo la luz solar.

Podemos concluir que la tasa metabólica del *A. vulgare* y de *L. terrestris*, es mayor cuando están bajo condiciones óptimas es decir, en la oscuridad. Pero lo que definitivamente se puede concluir a partir de esta monografía es que la presencia o no de luz influye totalmente en el metabolismo de los organismos y así mismo las adaptaciones que un organismo tiene al medio en el que vive influyen de cómo va a recibir estos cambios.

---

<sup>13</sup> Hunter, C. (n.d.). Why Does an Earthworm React to Light? | eHow.com.eHow | How to Videos, Articles & More - Discover the expert in you. | eHow.com. Retrieved November 24, 2012, from [http://www.ehow.com/how-does\\_5483911\\_earthworm-react-light.html](http://www.ehow.com/how-does_5483911_earthworm-react-light.html)

<sup>14</sup> Ibid

## VIII. Evaluación

Se pudo ver como se cometieron algunos errores que si no hubieran ocurrido, los resultados hubieran sido más precisos que lo actuales.

Durante la experimentación, se hizo la prueba de oscuridad un día distinto a la de luz. Esto afectó la temperatura ambiente a la que se encontraban los organismos. Es importante tener en cuenta esta temperatura ya que la tasa metabólica de *A. vulgare* es dependiente a la temperatura por la pérdida de agua que estos tienen. Al mismo tiempo, al hacer las pruebas en diferentes días es diferente la cantidad de luz solar que les llega a los invertebrados y así mismo la producción de CO<sub>2</sub> y consumo de O<sub>2</sub>.

Al hacer la experimentación en distintos días, también se usaron diferentes organismos aunque claramente de la misma especie. Esto influye ya que a pesar de tener aproximadamente el mismo peso, pueden tener edades diferentes y así cambiar la tasa metabólica y por lo tanto la producción y consumo de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> respectivamente.

A pesar de que no hay una forma asequible para mí de arreglar esto, igual limita la investigación, y sobretodo el análisis de los resultados obtenidos. El sensor de dióxido de carbono, tiene unidades de partes por millón, mientras que el de oxígeno tiene unidades en porcentajes. Esto causa que los datos no puedan ser comparados sino que exclusivamente pueda ser mirado en qué dirección van los datos, y cuanto cambian.

Además de poder mejorar elementos de la experimentación en sí, en el diseño se pudo haber incluido otra especie, la cual viva a la luz, por el contrario de las dos que fueron investigadas. Al tener esa especie en comparación, se pudo haber visto más la importancia de la presencia de luz para la tasa metabólica de un organismo.

Esta monografía se podría extender al investigar otros factores que afecten la producción y consumo de dióxido de carbono y oxígeno respectivamente. Por ejemplo, investigar el efecto de un cambio en la temperatura o en la humedad ya que estos son factores que afectan la adaptación de estos organismos.

A pesar de estos errores y elementos que se pueden mejorar, se puede decir que en términos generales, los resultados llega a cumplir con lo esperado y son bastante precisos.

3892 palabras

## IX. Bibliografía

Barnes, R. D. (1969). Anélidos y pogonóforos. Zoología de los invertebrados (2d ed., p. 565). México, D.F.: Interamericana.

Ibid., p. 748

Ibid., p. 750

Branquia - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Wikipedia, la enciclopedia libre. Retrieved September 16, 2012, from <http://es.wikipedia.org/wiki/Branquia>

Características de los crustáceos. (n.d.). BOTANICA. Retrieved September 16, 2012, from [http://www.botanical-online.com/animales/crustaceos\\_caracteristicas.htm](http://www.botanical-online.com/animales/crustaceos_caracteristicas.htm)

CIENCIAS BIOLÓGICAS: RESPIRACION CELULAR. (n.d.). CIENCIAS BIOLÓGICAS. Retrieved September 16, 2012, from <http://hnnncbiol.blogspot.com/2008/01/respiracion-celular-clic-botn-derecho.html>

Cochinilla de la humedad. (n.d.). BOTANICA. Retrieved September 16, 2012, from <http://www.botanical-online.com/animales/cochinilla.htm>

Desde las gavetas de mi escritorio: ¿Cómo es la respiración de los seres vivos?. (n.d.). Desde las gavetas de mi escritorio. Retrieved September 16, 2012, from <http://gavetasdemiescritorio.blogspot.com/2012/01/como-respiran-los-seres-vivos.html>

Hemocianina. (n.d.). Diccionarios y enciclopedias en el Akademik. Retrieved November 15, 2012, from [http://www.esacademic.com/dic.nsf/es\\_mediclopedia/38726/hemocianina](http://www.esacademic.com/dic.nsf/es_mediclopedia/38726/hemocianina)

Hunter, C. (n.d.). Why Does an Earthworm React to Light? | eHow.com.eHow | How to Videos, Articles & More - Discover the expert in you. | eHow.com. Retrieved November 24, 2012, from [http://www.ehow.com/how-does\\_5483911\\_earthworm-react-light.html](http://www.ehow.com/how-does_5483911_earthworm-react-light.html)

Jones, M., & Jones, G. (1997). Advanced biology. Cambridge: Cambridge University Press. pg.191-196

Las lombrices de tierra « Enciclopedia Animal. (n.d.). Enciclopedia Animal. Retrieved September 16, 2012, from <http://enciclopediaanimal.wordpress.com/las-lombrices-de-tierra/>

Lombriz de tierra. (n.d.). Animalandia. Retrieved September 16, 2012, from [herramientas.educa.madrid.org/animalandia/ficha.php?id=134](http://herramientas.educa.madrid.org/animalandia/ficha.php?id=134)

Myers, P. (n.d.). ADW: Annelida: INFORMATION. ADW: Home. Retrieved September 16, 2012, from <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Annelida/>

Respiración celular medio general de obtención, liberación y utilización de energía: Importancia de la respiración celular. (n.d.). Respiración celular medio general de obtención, liberación y utilización de energía. Retrieved September 16, 2012, from [http://respiracion-celular.blogspot.com/2011/08/importancia-de-la-respiracion-celular\\_10.html](http://respiracion-celular.blogspot.com/2011/08/importancia-de-la-respiracion-celular_10.html)

Tomlin, A. D. (n.d.). Worm Digest - Earthworm Biology. Worm Digest - Home. Retrieved September 16, 2012, from <http://www.wormdigest.org/content/view/200/2/>