



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

**LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE OVEJAS CON Y SIN SOMBRA  
DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO  
DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO**

**TESIS**

QUE PRESENTA  
**LUCERO FLORES GARCÍA**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERA AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

DR. JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ ARMIJO  
**DIRECTOR DE TESIS**

DR. GASPAR MANUEL PARRA BRACAMONTE  
**CODIRECTOR DE TESIS**

DR. ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ  
M. EN C.A.R.N. SHEREZADA ESPARZA JIMENEZ  
**ASESORES DE TESIS**

TEMASCALTEPEC DE GONZÁLEZ, MÉXICO; MARZO DE 2020.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la presencia de sombra sobre los parámetros hematológicos en ovejas de pelo durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. El trabajo se realizó en el Rancho Universitario El Salitre, del Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Se utilizaron 10 hembras ovinas raza Katahdin, con edad de 3 a 5 años, multíparas y con condición corporal de 3 a 4 puntos. Las ovejas fueron sincronizadas con progestágenos y gonadotropinas, y fueron copuladas mediante monta natural. Posterior a la cópula se definió en dos grupos experimentales, con cinco elementos cada uno, los cuales fueron asignados mediante un diseño completamente al azar a los siguientes tratamientos: Sombra: Estabulación diurna y nocturna bajo techo laminado; Sol: Exposición continua al sol, sin estabulación diurna y nocturna bajo techo laminado. Las ovejas fueron sometidas a los tratamientos a partir del 6to día posterior a la cópula. El día 13 se tomo una muestra de sangre por duplicado, la cual fue colectada mediante punción de la vena yugular de cada hembra. La muestra fue analizada para la obtención de hemograma. Los tratamientos afectaron ( $P < 0.0222$ ) los valores de la concentración de eritrocitos en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue mayor ( $10.60 \pm 0.94 \times 10^{12}/l$ ) que el valor medio del grupo con sombra ( $8.86 \pm 1.01 \times 10^{12}/l$ ). Los tratamientos afectaron ( $P < 0.0306$ ) los valores de el volumen corpuscular medio en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $28.6 \pm 3.78$  fl y el valor medio del grupo con sombra fue de  $35 \pm 3.94$  fl. Los tratamientos afectaron ( $P < 0.0496$ ) los valores de proteína plasmática en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $80 \pm 3.54$  g/l y el valor medio del grupo con sombra fue de  $73 \pm 5.66$  g/l. La exposición al sol de manera continua de ovejas de pelo durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México modifica la concentración de eritrocitos, el volumen corpuscular medio y la proteína plasmática. Con mayor valor para las ovejas expuestas al sol para concentración de eritrocitos y proteína plasmática.

## SUMMARY

The objective of the present work was to evaluate the effect of the presence of shade on the hematological parameters in hair sheep during the embryonic implantation period at the beginning of winter in the south of the state of Mexico. The work was carried out at the El Salitre University Ranch, of the UAEM Temascaltepec University Center. Ten female sheep of the Katahdin breed were used, aged 3 to 5 years, multiparous and with a body condition of 3 to 4 points. The sheep were synchronized with progestogens and gonadotropins and were copulated by natural mount. After natural mount it was defined in two experimental groups, with five elements each, which were assigned by a completely randomized design to the following treatments: Shadow: Daytime and nighttime setting under laminated roof; Sun: Continuous exposure to the sun, without day and night housing under a laminated roof. The sheep were subjected to treatments from the 6th day after mount. On day 13 a blood sample was taken in duplicate, which was collected by puncturing the jugular vein of each female. The sample was analyzed to obtain a blood count. The treatments affected ( $P < 0.0222$ ) the values of the concentration of red blood cells. The average value for the shadowless group was higher ( $10.60 \pm 0.94 \times 10^{12} / l$ ) than the average value of the shadow group ( $8.86 \pm 1.01 \times 10^{12}/l$ ). The treatments affected ( $P < 0.0306$ ) the values of the mean corpuscular volume in blood. The average value for the shadowless group was  $28.6 \pm 3.78$  fl and the average value for the shadow group was  $35 \pm 3.94$  fl. The treatments affected ( $P < 0.0496$ ) blood plasma protein values. The average value for the shadowless group was  $80 \pm 3.54$  g/l and the average value of the shadow group was  $73 \pm 5.66$  g/l. Exposure to the sun continuously of hair sheep during the period of embryonic implantation in the beginning of winter in the south of the state of Mexico modifies the concentration of erythrocytes, the mean corpuscular volume and plasma protein. With greater value for sheep exposed to the sun for concentration of erythrocytes and plasma protein.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>II</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>III</b>
<b>CONTENIDO.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>III. HIPÓTESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>IV. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>V. MATERIAL Y MÉTODO .....</b>	<b>5</b>
5.1. SITIO EXPERIMENTAL.....	5
5.2. ANIMALES.....	5
5.3. MANEJO.....	6
5.4. VARIABLES DE ESTUDIO .....	7
5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	8
<b>VI. RESULTADOS.....</b>	<b>9</b>
<b>VII. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>VIII. RECOMENDACIÓN .....</b>	<b>22</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN ESPACIAL DEL RANCHO UNIVERSITARIO EL SALITRE, DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC. ....	5
FIGURA 2. PROTOCOLO DEL MANEJO REPRODUCTIVO DE OVEJAS KATAHDIN. ....	6
FIGURA 3. PROTOCOLO DEL DISEÑO DEL EXPERIMENTO PARA ASIGNACIÓN DE TRATAMIENTOS, TOMA DE MUESTRAS Y DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN DE OVEJAS KATAHDIN. ....	7
FIGURA 4. CONCENTRACIÓN DE ERITROCITOS ( $\times 10^{12}$ ) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.....	9
FIGURA 5. HEMATOCRITO (%) DE SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO. ....	10
FIGURA 6. CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA (G/DL) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.....	11
FIGURA 7. VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO (FL) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.....	12
FIGURA 8. CONCENTRACIÓN MEDIA DE HEMOGLOBINA GLOBULAR (%) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO. ....	13
FIGURA 9. CONCENTRACIÓN DE LEUCOCITOS ( $\times 10^9/L$ ) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.....	14
FIGURA 10. RECUENTO TOTAL DE NEUTRÓFILOS SEGMENTADOS ( $\times 10^9/L$ ) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO. ....	15

FIGURA 11. RECUENTO TOTAL DE LINFOCITOS ( $\times 10^9/L$ ) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.....	16
FIGURA 12. RECUENTO TOTAL DE MONOCITOS ( $\times 10^9/L$ ) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.....	17
FIGURA 13. RECUENTO TOTAL DE EOSINÓFILOS ( $\times 10^9/L$ ) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.....	18
FIGURA 14. PROTEÍNA PLASMÁTICA (G/L) EN SANGRE DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO. ....	19
FIGURA 15. PORCENTAJE DE GESTACIÓN DE OVEJAS KATAHDIN CON Y SIN SOMBRA DURANTE EL PERIODO DE IMPLANTACIÓN EMBRIONARIA EN EL INICIO DEL INVIERNO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO. ....	20

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de carne y lana de ovinos es la principal actividad económica de muchos países del mundo (McManus et al., 2011). El cambio climático es un fenómeno global que por sus efectos representa una amenaza para la viabilidad y sustentabilidad de la producción ovina en estos territorios (Gaughan et al., 2010), específicamente en las zonas ubicadas en el trópico (McManus et al., 2009), subtropico y áridas (Ganaie et al., 2013). En estas regiones, las temperaturas se elevan durante el verano, ocasionando que el equilibrio homeostático de los animales se deprima causando estrés calórico, acompañado de cambios fisiológicos y conductuales que afectan de forma negativa su productividad.

Bajo estrés calórico, los ovinos activan mecanismos para contrarrestar los efectos, como la disminución del consumo de materia seca, incrementan la frecuencia respiratoria y el consumo de agua (Al-Haidary et al., 2012; Marai et al., 2007). Estos cambios fisiológicos traen como consecuencia la activación de respuestas biológicas en el sistema nervioso autónomo y en la respuesta inmune (Moberg, 2000). Las variaciones de la cantidad de sangre circulantes en el organismo y la tasa a la cual ésta se evapora de la piel y del tracto respiratorio están relacionadas con el incremento de agua (Richards, 1973).

Estas modificaciones en la cantidad de sangre circulantes en el organismo pueden resultar en alteraciones de parámetros hematológicos, bioquímicos y hormonales debido a que la sangre es un indicador importante del estrés calórico en animales (Kamal et al., 2016; Sullivan et al., 2011). Además, la sangre es altamente sensible a los cambios ambientales, por lo que cualquier cambio cuantitativo y morfológico en las células sanguíneas se vincula de forma directa con el estado fisiológico o patológico del animal (Bhan et al., 2012).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la presencia de sombra sobre los parámetros hematológicos en ovejas de pelo durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Evaluar los parámetros hematológicos en fórmula roja de ovejas de pelo con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.
2. Evaluar los parámetros hematológicos en fórmula blanca de ovejas de pelo con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.
3. Evaluar la concentración de proteína plasmática en sangre de ovejas de pelo con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.



### **III. HIPÓTESIS**

Los parámetros hematológicos en ovejas de pelo durante el periodo de implantación embrionaria son afectados por el uso de sombra.

#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

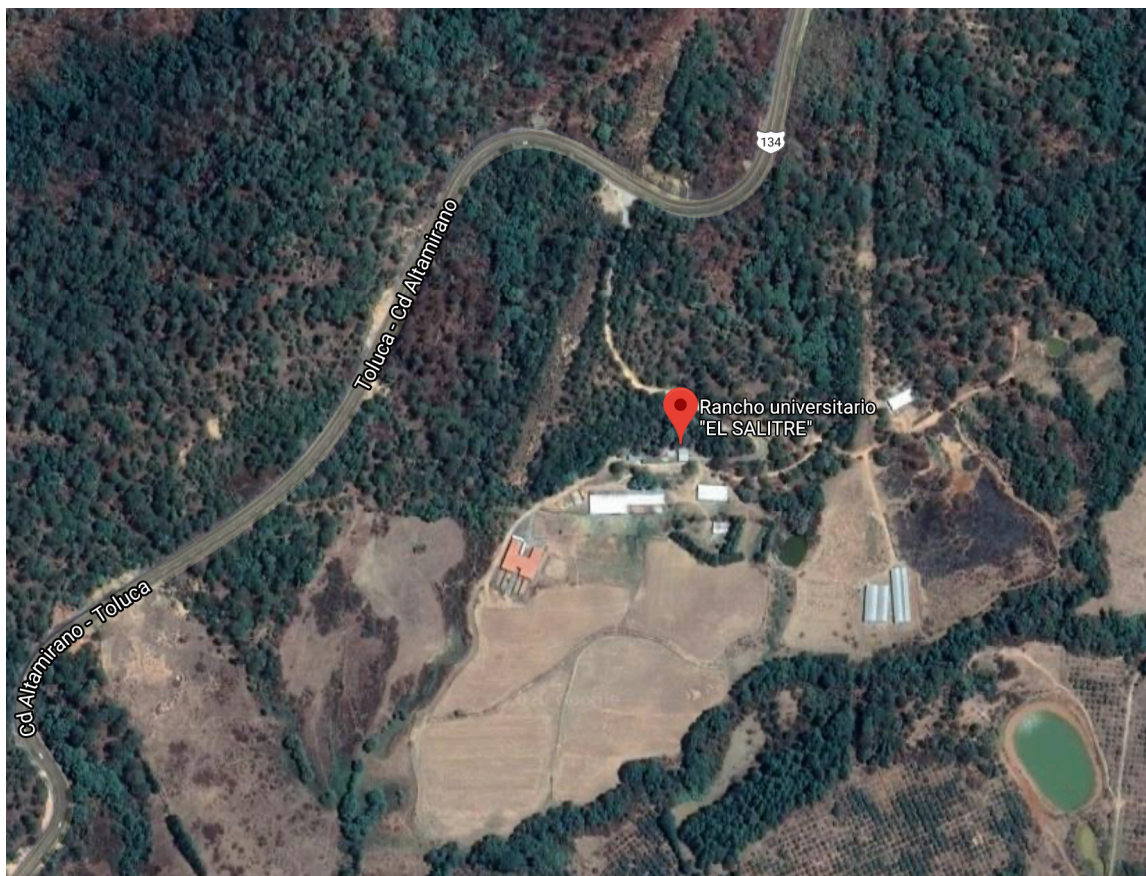
El análisis y cuantificación de metabolitos, electrolitos y componentes hematológicos proveen evidencias de la capacidad de adaptación de un animal a los cambios ambientales mediante la alteración de su actividad metabólica. Al respecto, la utilización de sombras en los corrales puede reducir la carga de calor en los animales (Valtorta and Gallardo, 2004).

Pero hay pocos estudios sobre el efecto que tiene la utilización de sombras en los componentes sanguíneos de ovinos de Pelo en regiones semiáridas del sur del estado de México.

## V. MATERIAL Y MÉTODO

### 5.1. Sitio experimental

El presente trabajo se realizó en el Rancho Universitario El Salitre, del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, ubicado a  $19^{\circ} 01' 17.9''$  N  $100^{\circ} 02' 41.5''$  W (Figura 1).



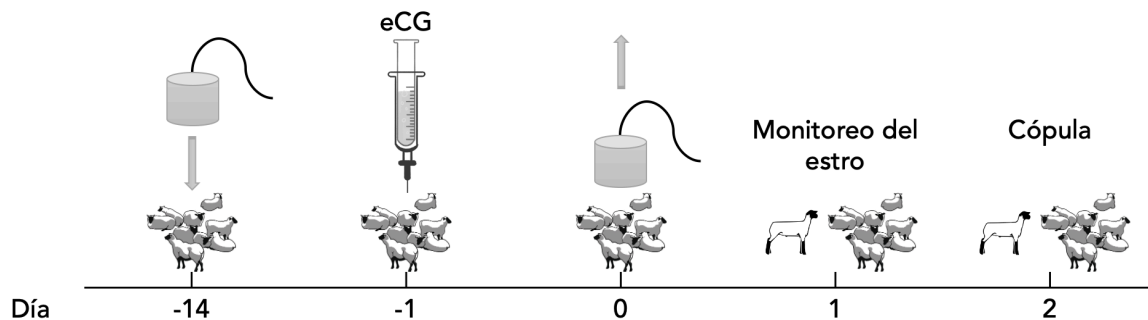
**Figura 1.** Ubicación espacial del Rancho Universitario El Salitre, del Centro Universitario UAEM Temascaltepec.

### 5.2. Animales

Se utilizaron 10 hembras ovinas raza Katahdin, con edad de 3 a 5 años, multíparas y con condición corporal de 3 a 4 puntos (Russel et al., 1969). Las ovejas tuvieron un periodo de adaptación alimenticio de 15 días, con estabulación diurna y nocturna, momento en el que se proporcionó un alimento balanceado, el cual se balanceo para cumplir los requerimientos de proteína y energía para ovejas en reproducción (NRC, 2007).

### 5.3. Manejo

Posterior al periodo de adaptación, el día -14 (se tomó como referencia el día de retiro del dispositivo) fue colocado un dispositivo sincronizador del estro (40 mg de cronolona) en el interior de la vagina de cada oveja. El día -1 las ovejas fueron inyectadas con 400 UI de gonadotropina coriónica equina, el día 0 se retiró el dispositivo intravaginal, momento en el que las ovejas fueron monitoreadas para la detección del estro, mediante un morueco entero provisto de un mandil para impedir la cópula. Las ovejas en estro fueron copuladas por un morueco (fertilidad comprobada), mediante monta natural dirigida, permitiendo únicamente 2 montas efectivas (Figura 2).

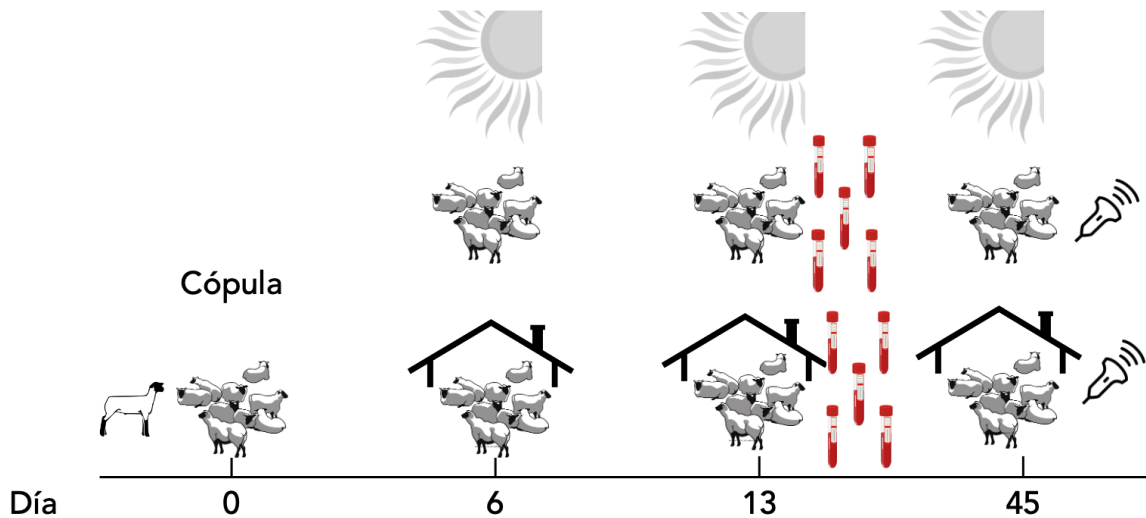


**Figura 2.** Protocolo del manejo reproductivo de ovejas Katahdin.

Posterior a la cópula se definió en dos grupos experimentales, con cinco elementos cada uno, los cuales fueron asignados mediante un diseño completamente al azar a los siguientes tratamientos:

- Sombra: Estabulación diurna y nocturna bajo techo laminado.
- Sol: Exposición continua al sol, sin estabulación diurna y nocturna bajo techo laminado.

Las ovejas fueron sometidas a los tratamientos a partir del 6to día posterior a la cópula. El día 13 se tomó una muestra de sangre por duplicado, la cual fue colectada mediante punción de la vena yugular de cada hembra. A los 45 días se realizó ecografía vía rectal para diagnosticar el estado gestacional de cada hembra ovina (Figura 3).



**Figura 3.** Protocolo del diseño del experimento para asignación de tratamientos, toma de muestras y diagnóstico de gestación de ovejas Katahdin.

#### 5.4. Variables de estudio

Las muestras de sangre del estudio fueron llevadas a análisis al Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, de la Universidad Autónoma del Estado de México, para que se realizara el hemograma a cada muestra colectada. Las variables analizadas fueron:

- Eritrocitos x  $10^{12}/l$
- Hematocrito (%)
- Hemoglobina (d/dl)
- Volumen globular medio (fl)
- Concentración media de hemoglobina globular (%)
- Leucocitos x  $10^9/l$
- Neutrófilos segmentados x  $10^9/l$
- Linfocitos x  $10^9/l$
- Monocitos x  $10^9/l$
- Eosinófilos x  $10^9/l$
- Proteína plasmática (g/l)

El porcentaje de gestación fue determinado mediante el cociente de las ovejas gestantes entre el total de ovejas por tratamiento.

### **5.5. Análisis estadístico**

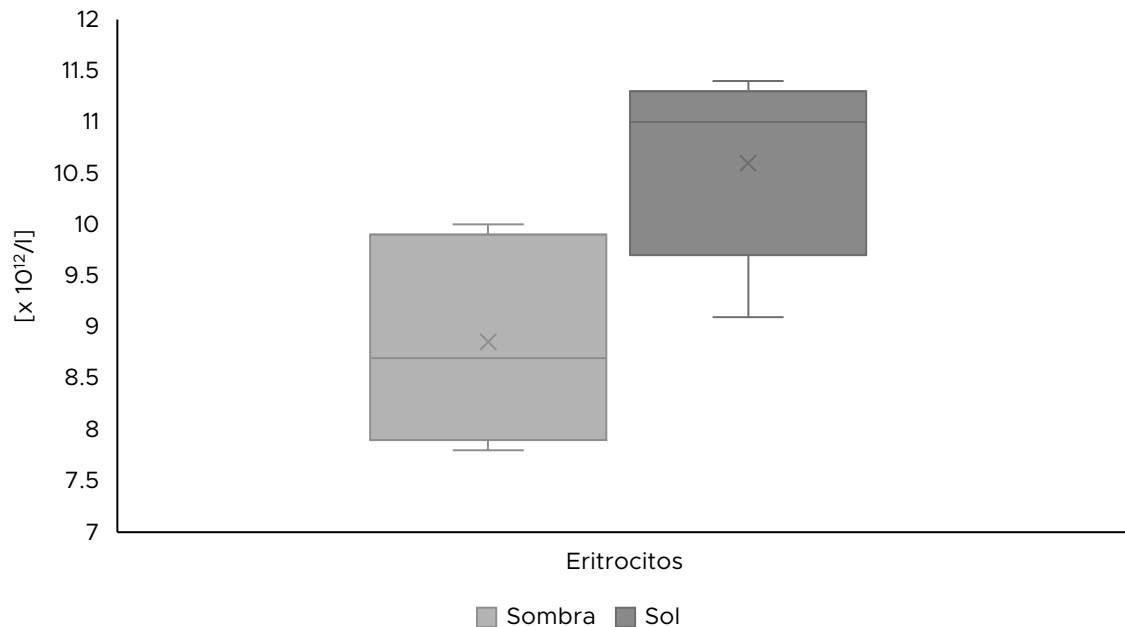
Se evaluó el efecto de dos tratamientos (sombra y sol) en el hemograma y tasa de gestación de ovejas Katahdin.

Las variables del hemograma fueron comparadas con la prueba two-sample t-test, a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

El porcentaje de gestación se comparó con tablas de contingencia con análisis de datos no paramétricos relacionados, en vista de que la variable es de tipo cualitativo, por lo que se realizó prueba de Chi-squared test, por medio del procedimiento FREQ del paquete estadístico SAS (Cody, 2015).

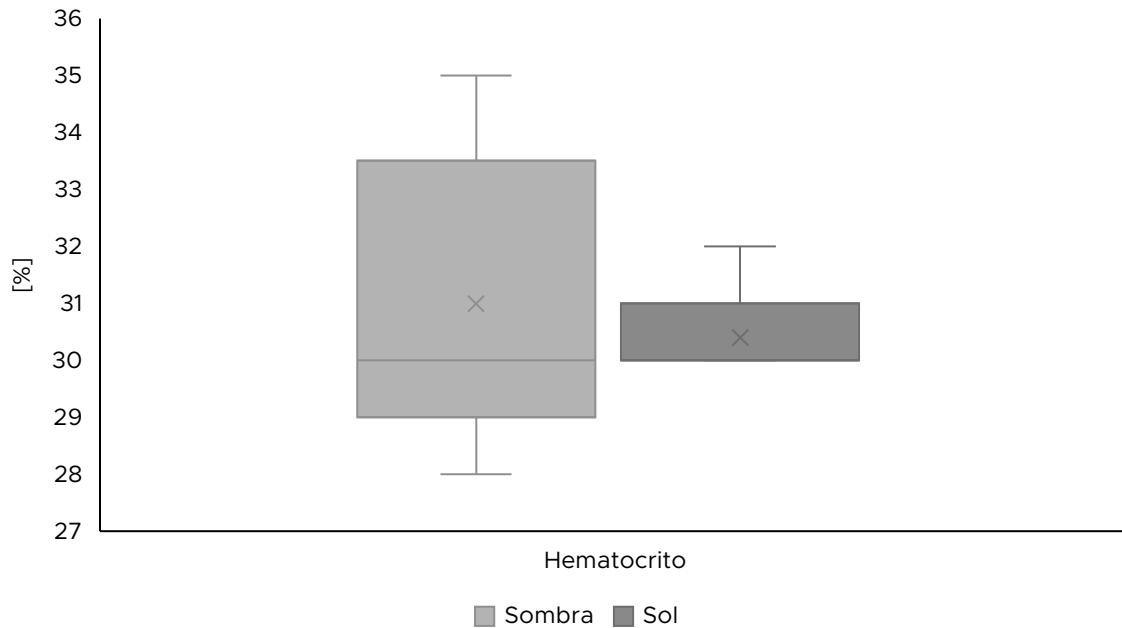
## VI. RESULTADOS

En la Figura 4 se muestra la concentración de eritrocitos ( $\times 10^{12}/l$ ) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos afectaron ( $P < 0.0222$ ) los valores de la concentración de eritrocitos en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue mayor ( $10.60 \pm 0.94 \times 10^{12}/l$ ) que el valor medio del grupo con sombra ( $8.86 \pm 1.01 \times 10^{12}/l$ ).



**Figura 4.** Concentración de eritrocitos ( $\times 10^{12}$ ) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

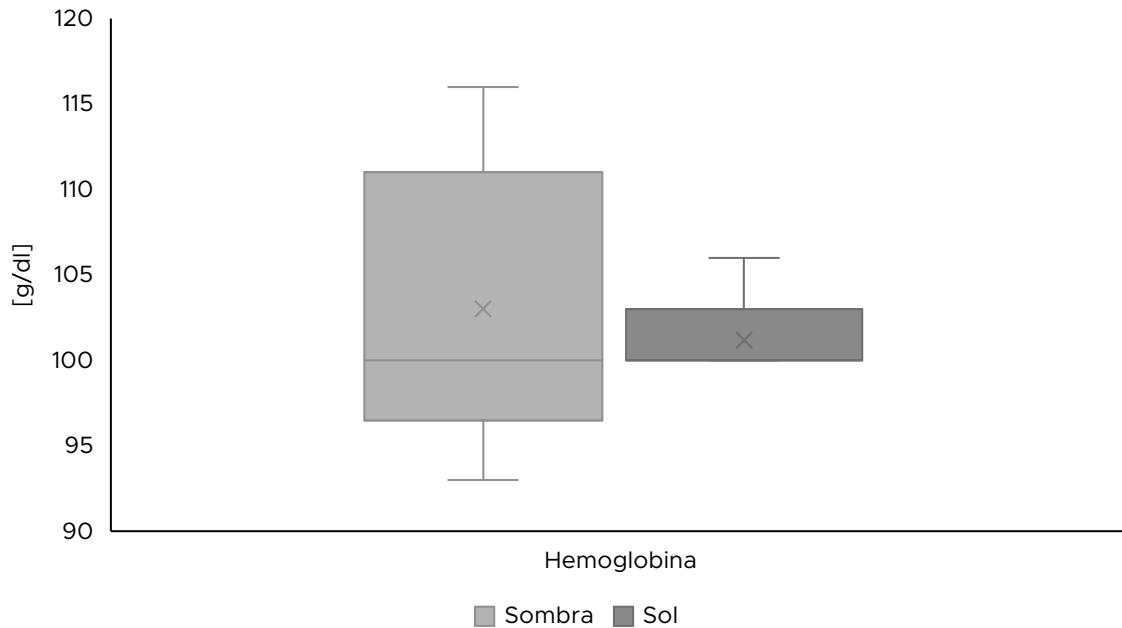
En la Figura 5 se muestra el hematocrito (%) de sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P = 0.6438$ ) los valores de hematocrito en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue  $30.4 \pm 0.89 \%$  y el valor medio del grupo con sombra fue  $31 \pm 2.65 \%$ .



**Figura 5.** Hematocrito (%) de sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

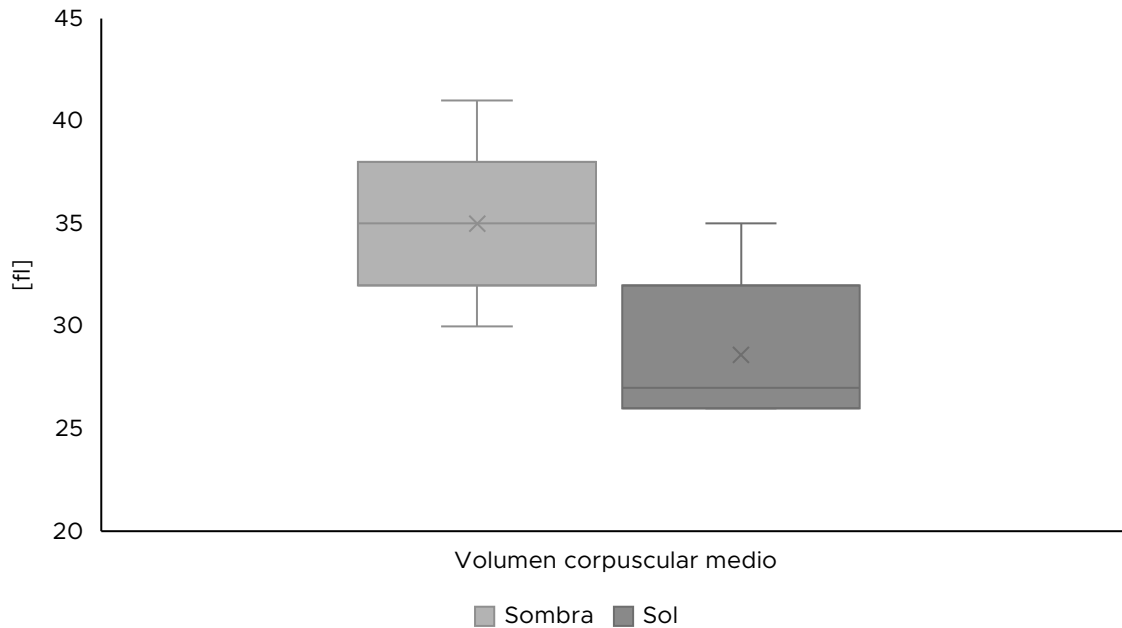
En la Figura 6 se muestra la concentración de hemoglobina (g/dl) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P= 0.6670$ ) los valores de concentración de hemoglobina en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $101.2 \pm 2.68$  g/dl y el valor medio del grupo con sombra fue de  $103 \pm 8.6$  g/dl.





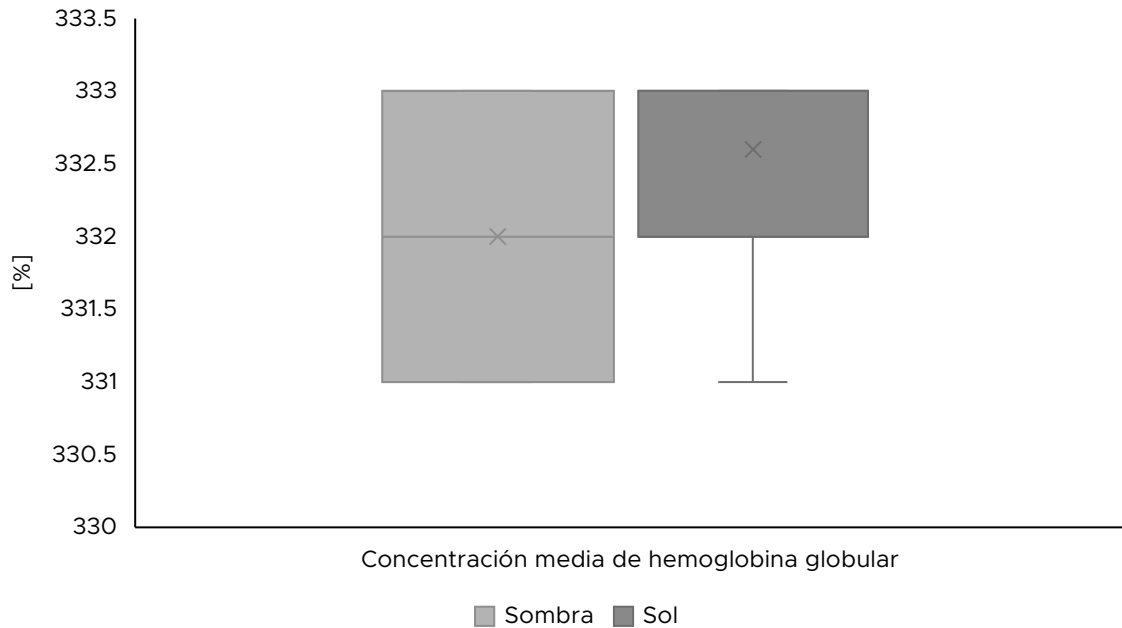
**Figura 6.** Concentración de hemoglobina (g/dl) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

En la Figura 7 se muestra el volumen corpuscular medio (fl) [Representa la media del volumen de los hematíes. Equivale al Hto [%] × 1000/eritrocitos [ $\times 10^6/l$ ]] en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos afectaron ( $P < 0.0306$ ) los valores de el volumen corpuscular medio en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $28.6 \pm 3.78$  fl y el valor medio del grupo con sombra fue de  $35 \pm 3.94$  fl.



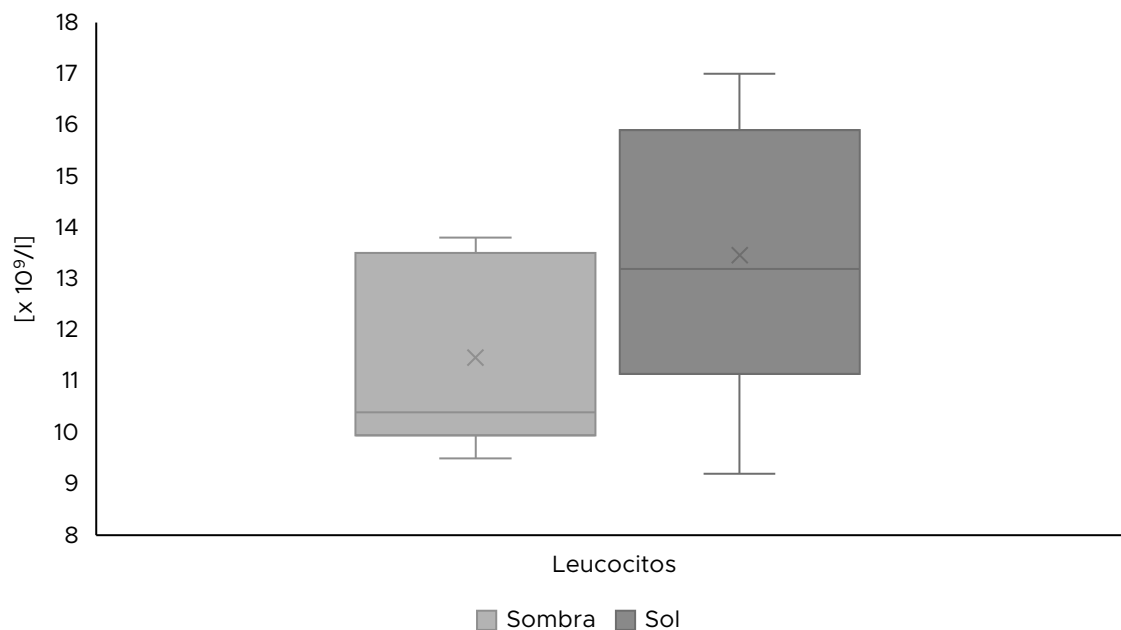
**Figura 7.** Volumen corpuscular medio (fl) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

En la Figura 8 se muestra la concentración media de hemoglobina globular (%) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P= 0.3466$ ) los valores de la concentración media de hemoglobina globular en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $332.6 \pm 0.89$  % y el valor medio del grupo con sombra fue de  $332.0 \pm 1.00$  %.



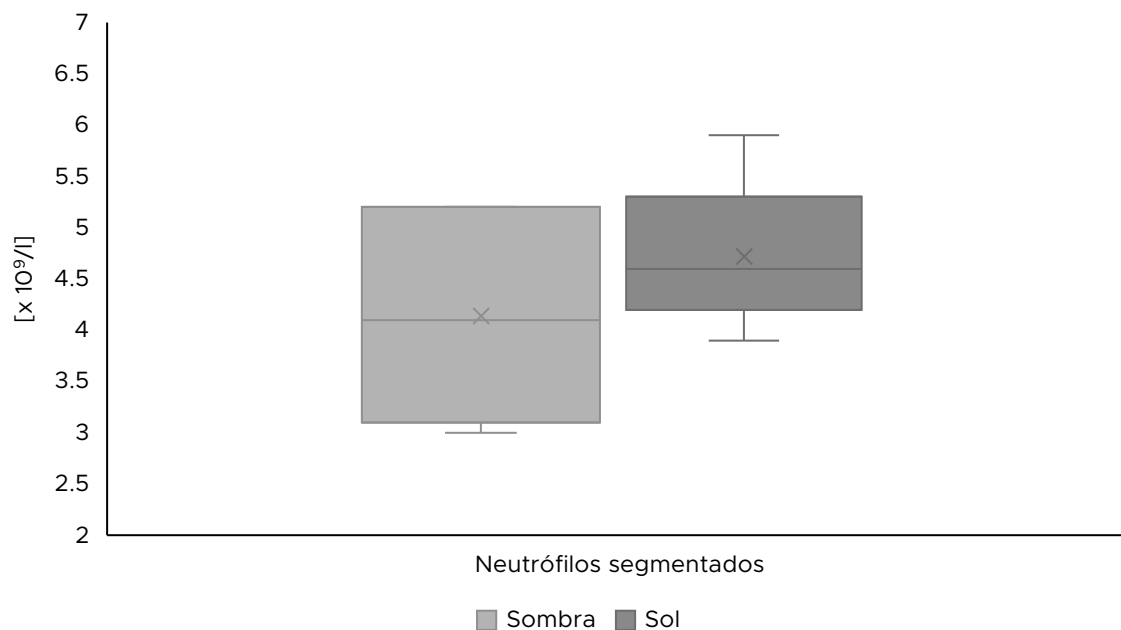
**Figura 8.** Concentración media de hemoglobina globular (%) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

En la Figura 9 se muestra la concentración de leucocitos ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P= 0.2295$ ) los valores de la concentración de leucocitos en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $13.46 \pm 2.86 \times 10^9/l$  y el valor medio del grupo con sombra fue de  $11.46 \pm 1.91 \times 10^9/l$ .



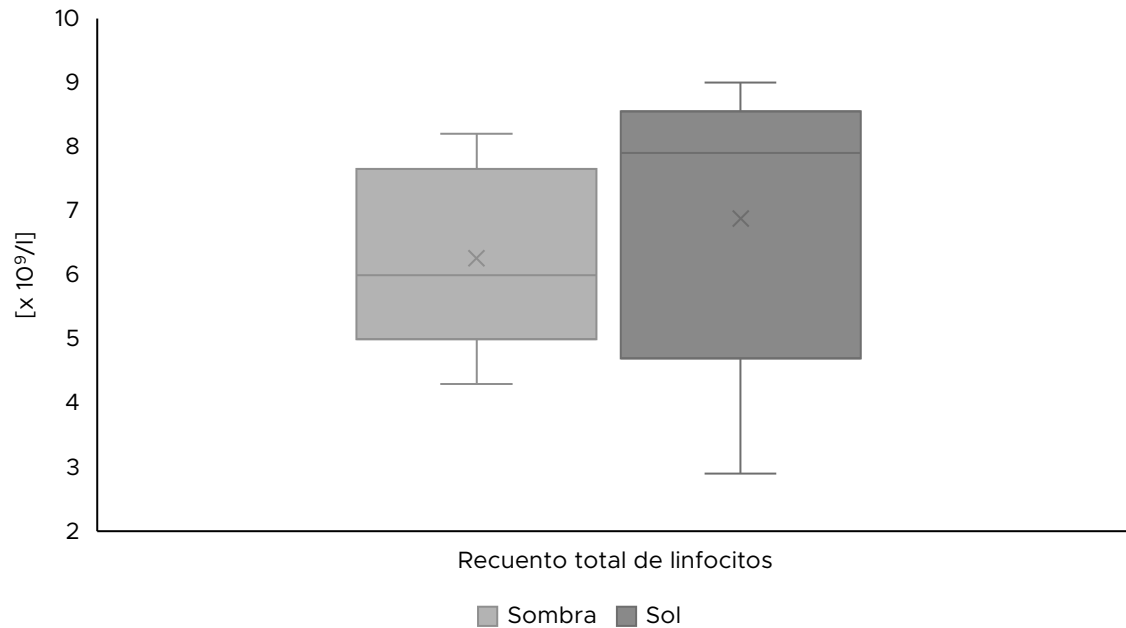
**Figura 9.** Concentración de leucocitos ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

En la Figura 10 se muestra el recuento total de neutrófilos segmentados ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P= 0.3408$ ) los valores de el recuento total de neutrófilos segmentados en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $4.72 \pm 0.73 \times 10^9/l$  y el valor medio del grupo con sombra fue de  $4.14 \pm 1.05 \times 10^9/l$ .



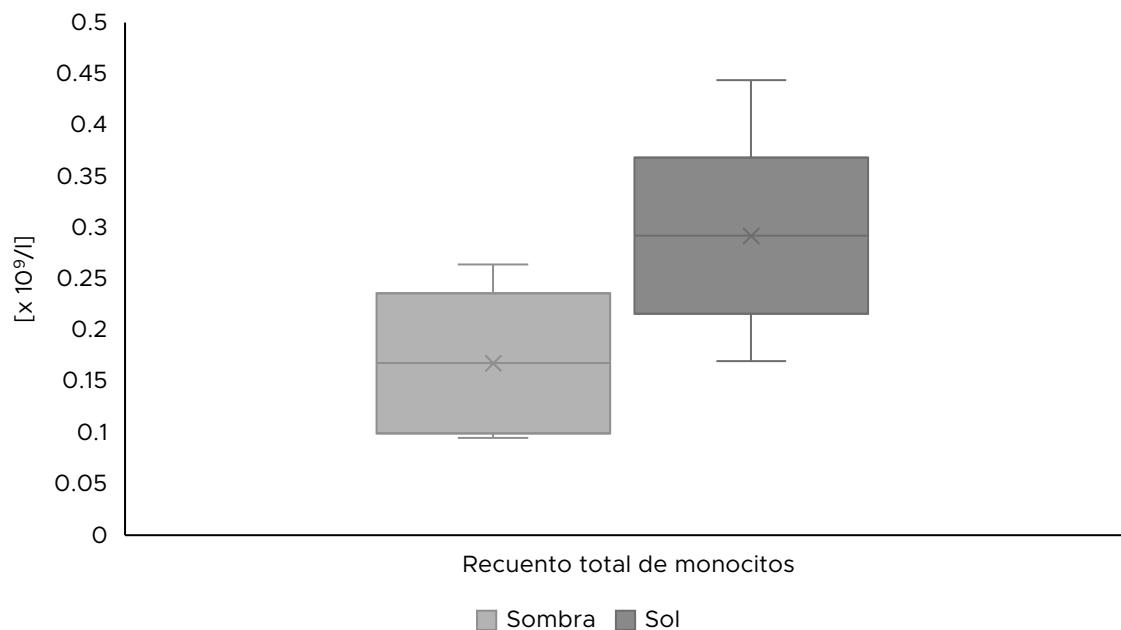
**Figura 10.** Recuento total de neutrófilos segmentados ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

En la Figura 11 se muestra el recuento total de linfocitos ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P= 0.6356$ ) los valores del recuento total de linfocitos en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $6.88 \pm 2.40 \times 10^9/l$  y el valor medio del grupo con sombra fue de  $6.26 \pm 1.47 \times 10^9/l$ .



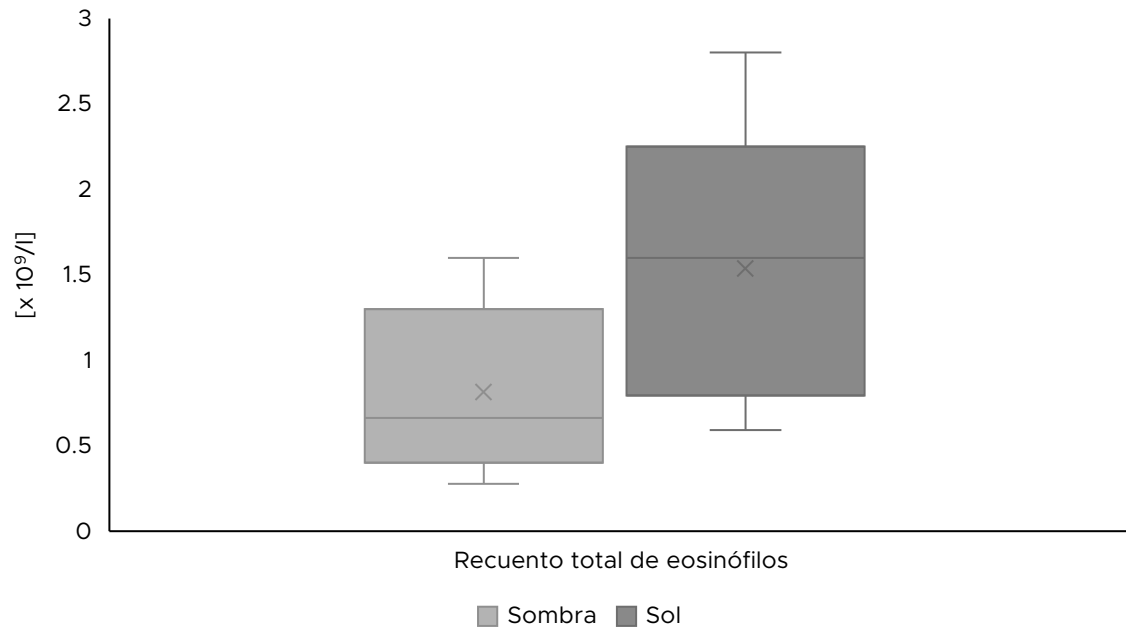
**Figura 11.** Recuento total de linfocitos ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

En la Figura 12 se muestra el recuento total de monocitos ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P= 0.1949$ ) los valores del recuento total de monocitos en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $0.29 \pm 0.14 \times 10^9/l$  y el valor medio del grupo con sombra fue de  $0.17 \pm 0.08 \times 10^9/l$ .



**Figura 12.** Recuento total de monocitos ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

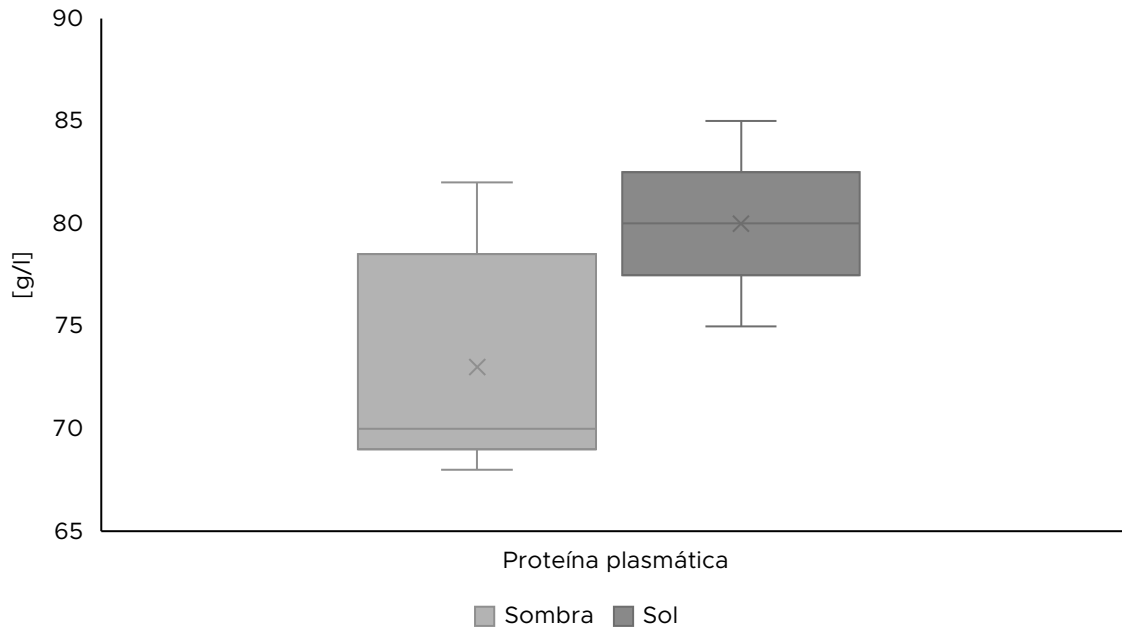
En la Figura 13 se muestra el recuento total de eosinófilos ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P= 0.1374$ ) los valores del recuento total de eosinófilos en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $1.54 \pm 0.84 \times 10^9/l$  y el valor medio del grupo con sombra fue de  $0.81 \pm 0.51 \times 10^9/l$ .



**Figura 13.** Recuento total de eosinófilos ( $\times 10^9/l$ ) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

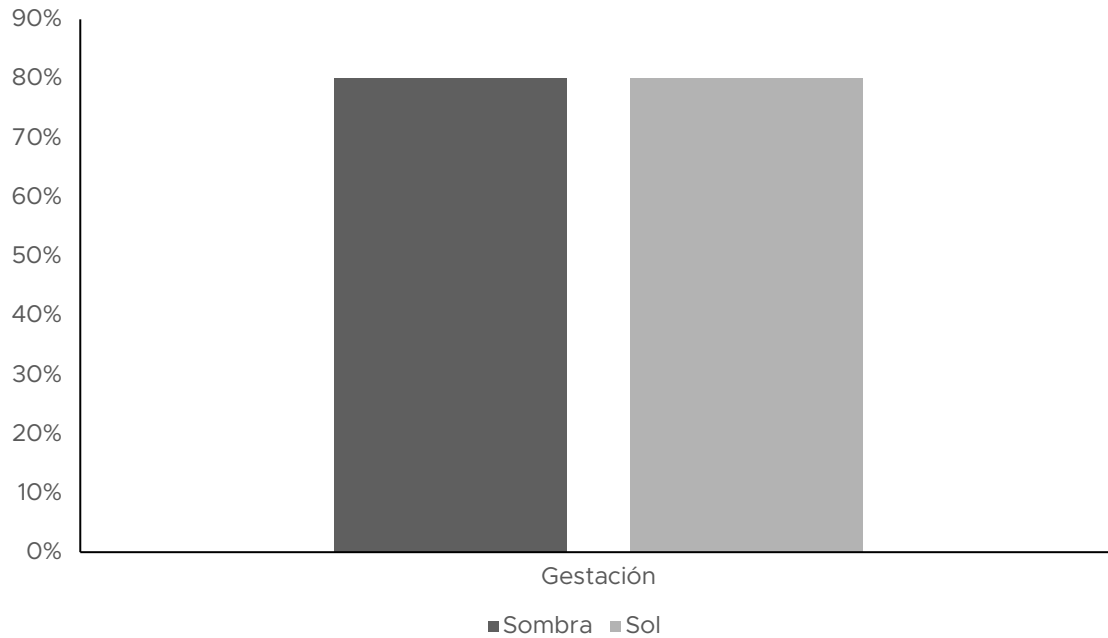
En la Figura 14 se muestra proteína plasmática (g/l) en sangre de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos afectaron ( $P < 0.0496$ ) los valores de proteína plasmática en sangre. El valor medio para el grupo sin sombra fue de  $80 \pm 3.54$  g/l y el valor medio del grupo con sombra fue de  $73 \pm 5.66$  g/l.





**Figura 14.** Proteína plasmática (g/l) en sangre de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

En la Figura 15 se observa el porcentaje de gestación de ovejas con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México. Los tratamientos no afectaron ( $P < 0.05$ ) el porcentaje de gestación, con un valor para ambos grupos de 80 %.



**Figura 15.** Porcentaje de gestación de ovejas Katahdin con y sin sombra durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México.

## **VII. CONCLUSIÓN**

La exposición al sol de manera continua de ovejas de pelo durante el periodo de implantación embrionaria en el inicio del invierno en el sur del estado de México modifica la concentración de eritrocitos, el volumen corpuscular medio y la proteína plasmática. Con mayor valor para las ovejas expuestas al sol para concentración de eritrocitos y proteína plasmática.

Los valores encontrados en el hemograma se encuentran dentro del rango considerado normal para ovejas.

La tasa de gestación no fue afectada por la exposición a sol de manera continua.

## **VIII. RECOMENDACIÓN**

Para tener una mayor posibilidad de éxito en el mantenimiento de ovinos de pelo se recomienda el uso de sombra en sistemas de producción estabulado. Especial atención debe ponerse en el acceso a agua fresca para los animales.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Haidary, A.A., Aljumaah, R.S., Alshaikn, M.A., Abdoun, K.A., Samara, E.M., Okab, A.B., Alfuraiji, M.M., 2012. Thermoregulatory and physiological responses of Najdi sheep exposed to environmental heat load prevailing in Saudi Arabia. *Pak. Vet. J.* 32, 515–519.
- Bhan, C., Singh, S.V., Hooda, O.K., Upadhyay, R.C., Beenam, Vaidya, M., 2012. Influence of temperature variability on physiological, hematological and biochemical profile of growing and adult Sahiwal cattle. *J. Environ. Res. Dev.* 7, 986–994.
- Cody, R.P., 2015. An introduction to SAS® university edition.
- Ganaie, A.H., Ghasura, R.S., Mir, N.A., Bumla, N.A., Sankar, G., Wani, S.A., 2013. Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovines: a review. *Iran. J. Appl. Anim. Sci.* 3, 423–430.
- Gaughan, J.B., Mader, T.L., Holt, S.M., Sullivan, M.L., Hahn, G.L., 2010. Assessing the heat tolerance of 17 beef cattle genotypes. *Int. J. Biometeorol.* 54, 617–627. <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0233-4>
- Kamal, R., Dutt, T., Patel, M., Dey, A., Chandran, P.C., Bharti, P.K., Barari, S.K., 2016. Behavioural, biochemical and hormonal responses of heat-stressed crossbred calves to different shade materials. *J. Appl. Anim. Res.* 44, 347–354. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1074076>
- Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M.A.M., 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. *Small Rumin. Res.* 71, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>
- McManus, C., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L.C.B., Bianchini, E., Bernal, F.E.M., Paiva, S.R., Paim, T.P., 2011. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. *Trop. Anim. Health Prod.* 43, 121–126. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9663-6>
- McManus, C., Paludo, G.R., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L.C.B., Paiva, S.R., 2009. Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. *Trop. Anim. Health Prod.* 41, 95–101. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9162-1>
- Moberg, G.P., 2000. Biological response to stress: implications for animal welfare., in: Moberg, G.P., Mench, J.A. (Eds.), *The Biology of Animal*

- Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare. CABI, Wallingford, pp. 1–21. <https://doi.org/10.1079/9780851993591.0001>
- NRC, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academies Press, Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/11654>
- Richards, S.A., 1973. Temperature Regulation. Springer US, Boston, MA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2789-7>
- Russel, A.J.F., Doney, J.M., Gunn, R.G., 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72, 451–454. <https://doi.org/10.1017/S0021859600024874>
- Sullivan, M.L., Cawdell-Smith, A.J., Mader, T.L., Gaughan, J.B., 2011. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 89, 2911–2925. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3152>
- Valtorta, S.E., Gallardo, M.R., 2004. Evaporative cooling for Holstein dairy cows under grazing conditions. *Int. J. Biometeorol.* 48, 213–217. <https://doi.org/10.1007/s00484-003-0196-9>