

## Influencia Ecotoxicológica de Microplásticos en el Perfil Hematológico de Vacunos Brown Swiss Fistulados

Ecotoxicological Influence of Microplastics on the Hematological Profile of Brown Swiss Fistulated Cattle

• Wilmer Castellanos<sup>1</sup> • Lizbeth Paytan<sup>2</sup> • James Curasma<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: wilmer.castellanos@unh.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6243-825X>

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: paytanramos98@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4437-5782>

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: james.curasma@unh.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7445-9111>

**Recibido:** 30 de Mayo del 2023 / **Revisado:** 05 Junio del 2023 / **Aprobado:** 23 Junio del 2023 / **Publicado:** 10 de Julio del 2023

### RESUMEN

El Bisfenol A (BPA) compuesto químico empleado en la fabricación de plásticos. El uso cotidiano e inadecuada disposición de plásticos se ha incrementado de manera desproporcionada, la degradación de esta se genera partículas plásticas (microplásticos). El BPA pertenece a un grupo de sustancias denominadas disruptores endocrinos que tienen la capacidad de alterar las funciones y sistemas del organismo. El presente estudio determina si existe influencia de microplásticos en el perfil hematológico. Además, se cuantifica la concentración ecotoxicológica del BPA en microplásticos. Se aplicó la técnica de la degradabilidad In situ de las bolsas de nylon. Estas fueron efectuadas en tres vacunos estabulados de raza Brown Swiss, sexo macho, con fistulas permanentes en el rumen. Asimismo, se evaluó 16 parámetros del perfil hematológico tanto en el pre inducción y post inducción de microplásticos. Del Perfil Hematológico únicamente el parámetro Hematocrito (HCT), presentó una variación media a nivel de significancia 0.05 en T2. Los valores en pre inducción ( $47.53 \pm 1.29$ ), post inducción ( $45.80 \pm 1.87$ ) y concentración de BPA con valores inferiores a 0.01 mg/kg. Se puede presumir del resultado, que los microplásticos no influyen en el perfil hematológico de manera significativa, por el tiempo de exposición y cantidad de microplásticos.

**Palabras clave:** BPA; Microplásticos; perfil hematológico; Hematocrito.

### ABSTRACT

Bisphenol A (BPA) chemical compound used in the manufacture of plastics. The daily use and inappropriate disposal of plastics has increased disproportionately, the degradation of this generates plastic particles (microplastics). BPA belongs to a group of substances called endocrine disruptors that have the ability to alter the functions and systems of the body. The present study determines whether there is influence of microplastics on the hematological profile. In addition, the ecotoxicological concentration of BPA in microplastics is quantified. The technique of In situ degradability of nylon bags was applied. These were carried out in three stabled cattle of the Brown Swiss breed, male sex, with permanent fistulas in the rumen. Likewise, 16 parameters of the hematological profile were evaluated both in the pre-induction and post-induction of microplastics. From the Hematological Profile, only the Hematocrit parameter (HCT) presented a mean variation at the 0.05 level of significance in T2. The values in pre-induction ( $47.53 \pm 1.29$ ), post-induction ( $45.80 \pm 1.87$ ) and BPA concentration with values lower than 0.01 mg / kg. It can be presumed from the result, that microplastics do not influence the hematological profile in a significant way, due to the exposure time and quantity of microplastics.

**Keywords:** BPA; Microplastics; Hematological Profile; Hematocrit.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los residuos plásticos (microplásticos) son un problema global en los ecosistemas, sus efectos de exposición han sido ampliamente reportados en especies acuáticas. Se evidencian variaciones en sus comportamientos, morfologías y de reproducción. (Cifuentes Burgos, 2018; Frank Comas, 2015). No obstante, existe escasa investigación en especies terrestres y edáficos (Cáceres Martínez et al., 2015). Los microplásticos, polímeros orgánicos sintéticos, debido a su pequeño tamaño se consideran biodisponibles para los organismos a lo largo de la red alimentaria. La ingestión de estos posiblemente introduzca toxinas a la base de la cadena alimentaria donde tiene capacidad de bioacumulación (Cole et al., 2011) (Napper Imogen & Thompson, 2020) (Teuten et al., 2007). La concentración de microplásticos se encuentra ligada a la ubicación geográfica, es decir, se presenta en zonas de mayor densidad poblacional y áreas contaminadas (Poma Ambuludí, 2019). El Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Policloruro de vinilo (PVC), Poliestireno (PS), Poliuretano (PU), Tereftalato de polietileno (PET), Bisfenoles y Phthalatos son compuestos químicos (Rios et al., 2007) industrialmente usados en la fabricación de polímeros plásticos y de revestimientos. Estos, son considerados compuestos biológicamente activos. Evitan la proliferación de bacterias en alimentos y la oxidación de latas. Se desprenden al contacto con alimentos y bebidas, siendo su medio de transporte la ingestión. (Salazar Guerrero & Ardila Martínez, 2016) (Bustamante Montes et al., 2001).

El Bisfenol BPA, es un compuesto químico que se encuentra presente en la mayoría de envases plásticos de uso común y resinas epoxi (Mas et al., 2017). Se transporta al torrente circulatorio a través de la vía digestiva. Su absorción es inmediata con una biodisponibilidad superior al 70% (Thayer et al., 2015) Y (Yang et al., 2015). Se asocia a diversos problemas de salud a bajos niveles de concentración ocasionando daños irreversibles. Las alteraciones detectadas en animales son: cambios en el desarrollo mamario, propensión a la aparición de cánceres (Honma et al., 2002), adelanto de la pubertad en hembras (Ramos et al., 2001), aparición de anomalías en el aparato reproductor masculino, alteraciones de conducta, agresividad, hiperactividad, deficiente cuidado de las crías y generación de la resistencia a la insulina que puede preceder a la diabetes. (Nagel et al., 1999) (Salazar Guerrero & Ardila Martínez, 2016). Por lo tanto, es de suma importancia conocer la incidencia de los microplásticos en el organismo animal con la finalidad de prevenir problemas de salud ya que es un compuesto bioacumulable.

Se detectaron partículas de microplásticos en hábitats naturales y vías digestivas de varias especies. Al respecto, Cifuentes Burgos, (2018) evaluó los efectos de exposición al microplástico utilizando como bioindicador la especie *Lumbricus*

Terrestris, expuesta a diferentes concentraciones con bioensayos de evasión por 48 horas. Señaló, la ausencia de preferencia por ningún tipo de suelo, sin embargo, al desplazarse perdieron mucosidad superficial, provocándoles quemaduras y lesiones. Por su parte, Andrade & Ovando, (2017) reportaron el primer registro de microplásticos en el contenido del estómago del cangrejo real *Lithodes Santolla*. A su vez, Cáceres Martínez et al., (2015) documentaron por primera vez la presencia de residuos plásticos en heces de oso andino (*Tremarctos ornatus*) y en el contenido estomacal de un coatí andino (*Nasua olivacea*). Estos mamíferos fueron encontrados en los páramos de Santa Isabel y de la Cabrera dentro del Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. Asimismo, Frank Comas, (2015) contabilizó los plásticos ingeridos por los elasmobranchios en diferentes puntos de las aguas que rodean Mallorca, Islas Baleares. También se analizaron muestras de agua subterránea, antes y después de su purificación, detectándose un promedio de 0,7 microplásticos/m<sup>3</sup> (Minténig et al., 2019). Se encontró presencias de microplásticos en la atmosfera que van en concentraciones de 0,3 a 1,5 fibras/m<sup>3</sup> o de 1 a 60 fibras/m<sup>3</sup> (Dris et al., 2017). Por su parte, (Liebezeit & Liebezeit, 2014) (Liebezeit & Liebezeit, 2013). Encontraron fibras y/o nanoplasticos en las flores y en la miel. Así también, (Huerta Lwanga et al., 2017). Reporta contaminación microplástica en la carne de las mollejas de pollo. Los microplásticos pueden actuar como vectores de transporte de compuestos químicos como de compuestos directamente relacionados a su fabricación; algunos de estos aditivos pueden alterar procesos biológicos de importancia y ocasionar efectos al sistema endocrino (Koelmans et al., 2016). Por su parte, Maragou et al., (2008) demostró que la temperatura era el factor crucial para la migración de BPA de las botellas de plástico al agua. Del mismo modo, (Kubwabo et al., 2009) menciona que la migración de BPA a 40 grados C osciló entre 0,11 µg/L en agua incubada durante 8 h a 2,39 µg/L en 50% etanol incubado durante 240 h. Se evidencio en el tejido muscular del zorro polar (*Alopex lagopus*) y la sangre del oso polar (*U. maritimus*) presencia de sustancias contaminantes bioacumulables como los policlorobifenilos (Barón et al., 2016). Así también (Vigezzi, 2016) estudió los efectos de la exposición perinatal a bajas dosis del BPA sobre la diferenciación funcional uterina en ratas adultas en distintas edades reproductivas y en un modelo de rata ovariectomizada (OVX) donde concluye que la exposición perinatal a bajas dosis de BPA altera el desarrollo del útero con consecuencia adversas a largo plazo en la histología y la diferenciación funcional uterina.

Ante los aspectos sostenidos nace la inquietud de determinar la influencia ecotoxicológico de

microplásticos en el perfil hematológicos de vacunos Brown Swiss fistulados, lo cual se evaluó mediante la técnica de degradabilidad in situ de las bolsas de nylon y toma de muestras sanguíneas de la vena yugular para determinar el perfil hematológico durante la pre inducción y post inducción. Finalmente, del Perfil Hematológico únicamente el parámetro Hematocrito (HCT),

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la investigación, se tomó tres vacunos de la raza Brown Swiss, de sexo macho, con fistulas permanentes en el rumen, con edad media de 5 años y peso medio de 450 kg. Los animales permanecen estabulados durante el periodo de la ejecución. Las poblaciones fueron microplásticos y sangre respectivamente en las cantidades siguientes; fueron 9 bolsas de nylon cada uno con 32 gr de microplásticos y 12 muestras sanguíneas de 10 mL aproximadamente. En la recolección de muestras se utilizó la técnica no probabilística de tipo intencional o por conveniencia.

### 2.1. Preparación de muestras de microplásticos

Las muestras de microplásticos fueron tomados de un plástico tipo LDPE o PEBD el cual es muy comercial en la región, el cual se redujo de tamaño con tijeras de escritorio mediante cortes hasta lograr un tamaño entre 2mm a 4mm de diámetro, las cuales fueron distribuidas de manera homogénea y equitativa a las bolsas de nylon. Además, se preparó una muestra como testigo de 32 gr para su respectivo análisis.

### 2.2. Técnica de degradabilidad In situ o de las bolsas de nylon

Se aplicó la técnica de la degradabilidad In situ de las bolsas de nylon (Orskov & McDonald, 1979).

#### Figura 1

*Inducción de microplásticos por fistula*



El período de adaptación fue 12 días, durante los primeros 4 días se evaluó el comportamiento Fisiológico y alimenticio

presento una variación media a nivel de significancia 0.05 en T2. Los valores en pre inducción ( $47.53 \pm 1.29$ ), post inducción ( $45.80 \pm 1.87$ ) y concentración de BPA con valores inferiores a 0.01 mg/kg. Se puede presumir del resultado, que los microplásticos no influyen en el perfil hematológico de manera significativa, por el tiempo de exposición y cantidad de microplásticos.

en campo al 5 día se suministró el triclabendazol (antiparasitario) y noveno día se inoculó intramuscularmente el Catosal (vitamina) con la finalidad de reforzar su sistema inmunológico, los animales se alimentaron con una dieta de partes iguales de dactylis y trébol rojo (*Dactylis glomerata* L.-*Trifolium pratense* L.), rye grass italiano y trébol blanco (*Lolium multiflorum* Lam - *Trifolium repens* L), suministrados dos veces al día (8 y 17 horas), disponiendo de agua y sal mineral a voluntad (Felipe Castellanos & Matos Zuñiga, 2019).

### 2.2.1. Acondicionamiento de bolsas de nylon

Se identificaron las bolsas de nylon de (7 x 12 cm y 50  $\mu$ m de abertura de poros) con tinta a prueba de agua, estas fueron llenadas con muestras de microplásticos de 30 gr. aproximadamente para cada contenedor.

### 2.2.2. Proceso de incubación de muestras

En la incubación las bolsas fueron adheridas a un instrumento constituido de una soga de nylon de longitud de 1 m sujeta en la cánula y en la otra parte terminal con un elemento de forma triangular metálico de acero inoxidable donde cumple la función de poder suspender las muestras hacia la base del estómago. Fueron incubados 3 tratamientos por animal e infundidos en el rumen todo a la vez, y retirados cada bolsa en el tiempo determinado. Los periodos de incubación para los microplásticos fueron en un periodo de 15 días divididas en tres tratamientos de 5 días respectivamente.

### 2.2.3. Proceso de extracción de muestras

El retiro de las bolsas de nylon se realizó al término de los tiempos establecidos para cada tratamiento, una vez extraído las bolsas de nylon estas fueron colocados en un balde para luego ser trasladado del campo al laboratorio.

A continuación, fueron lavados manualmente en agua corriente hasta que se presentasen limpios sin adherencia del rumen. Seguidamente

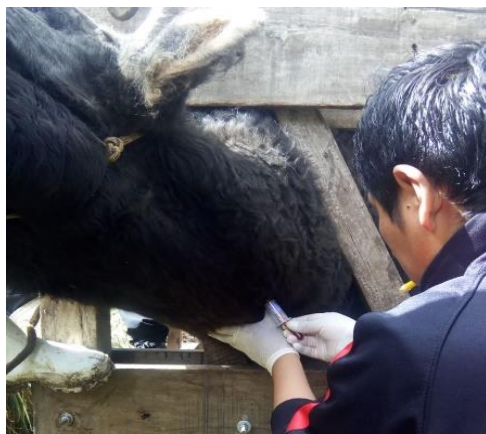
las bolsas fueron secadas libremente a temperatura ambiente y almacenado en un ambiente seco y seguro sin cambios de temperatura altas con el objetivo de mantenerlo inalterado.

### 2.3. Técnica de toma de muestra de la vena yugular externa.

Es un sitio muy común y accesible para la obtención de muestras de sangre venosa, requiere una mayor sujeción de la cabeza para evitar accidentes. La vena yugular externa pasa a lo largo del cuello. Se forma caudal a la glándula parótida, está alojada en el surco yugular, formado por los músculos cleidomastoideo y esternomandibular. Es una vena voluminosa, palpable y visible, se la puede hacer más visible si se comprime en la base del cuello. Se recomienda obtener muestras de sangre en el tercio craneal o medio (Zambrano Varón, 2012).

**Figura 2**

*Toma de muestras de la vena yugular*



### 2.4. Análisis de muestras

## 3. RESULTADOS

De un total de 10 muestras de microplásticos analizados en la pre inducción y post inducción de microplásticos, el 100% presentaron concentraciones

**Tabla 1**

*Concentración de BPA en muestras de microplásticos del pre y post inducción*

Tratamientos (*)	Código de muestra	Peso de muestra (gr.)	Concentración de BPA Límite de cuantificación / detección (**)	Unidad
Testigo T0	T-01-T1	32.0011	< 0.01	mg/kg
	V-01-T1	32.0003	< 0.01	mg/kg
Tratamiento T1	V-02-T1	32.0001	< 0.01	mg/kg
	V-03-T1	32.0002	< 0.01	mg/kg

### 2.4.1. Análisis de muestra de microplásticos (Bisfenol A)

Se usó la técnica de la espectrometría de masas por cromatografía líquida (LC-MS / MS) es una técnica analítica extremadamente sensible y específica con el cual fue analizado las muestras de microplásticos, donde se pudo determinar con precisión la identidad y concentración de compuestos dentro de la muestra.

### 2.4.2. Análisis del perfil Hematológico

Descripción del equipo: Analizador hematológico automático veterinario de 5 diferenciales y 25 parámetros, Marca: GENRUI, Modelo: KT-6610 VET. Equipo con principios de dispersión laser triangular, citometría de flujo para la diferenciación y recuento de leucocitos. Impedancia para conteo de RBC y PLT. Método libre de cianuro para HGB. Dimensiones L 430mm xW350mm x H 435mm.

**Figura 3**

*Muestras sanguíneas en tubos EDTA*



de PBA inferiores a 0.01 mg/Kg, indicando que estos valores están por debajo del límite de cuantificación.

Tratamiento T2	V-01-T2	32.0011	< 0.01	mg/kg
	V-02-T2	32.0002	< 0.01	mg/kg
	V-03-T2	32.0006	< 0.01	mg/kg
Tratamiento T3	V-01-T4	32.0001	< 0.01	mg/kg
	V-02-T4	32.0001	< 0.01	mg/kg
	V-03-T4	32.0010	< 0.01	mg/kg

(\*) "T0" representa muestra inalterada, "T1, T2, T3" son las muestras inducidas al rumen con un periodo de 5 días de permanencia.  
(\*\*) El límite de cuantificación es el valor a partir del cual se cuantifica. El límite de detección es el valor a partir del cual se detecta.

De 48 datos procesados estadísticamente en el pre inducción y post inducción de los 16 parámetros evaluados del perfil hematológico en el tratamiento T1 (Tabla 2), tratamiento T3 (Tabla 4), ninguno presenta

diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) y el tratamiento T2 (Tabla 3) el parámetro Hematocrito (HCT) presenta diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) con un  $p < 0.04$

**Tabla 2**

*Medias, desviación estándar, medianas del perfil hematológicos de vacunos Brown Swiss en la pre inducción, post inducción de microplásticos y el p-valor de prueba estadística en el tratamiento T1*

Parámetro	Unidad	N	Pre inducción microplásticos		N	Post inducción microplásticos		Influencia (*)
			48	Media $\pm$ sd		Mediana	48	Media $\pm$ sd
Glóbulos Blancos	1/L	3	5.54 e+9 $\pm$ 1.89 e+9	4.94 e+9	3	6.27e+9 $\pm$ 1.68 e+9	6.73 e+9	0.31
Neutrófilos	1/L	3	1.40 e+8 $\pm$ 1.15 e+8	1.00 e+8	3	1.27 e+8 $\pm$ 6.11 e+7	1.40 e+8	0.83
Linfocitos	1/L	3	5.29 e+9 $\pm$ 1.72 e+9	4.82 e+9	3	6.00 e+9 $\pm$ 1.53 e+9	6.49 e+9	0.47
Monocitos	1/L	3	4.33 e+7 $\pm$ 3.21 e+7	3.00 e+7	3	9.33 e+7 $\pm$ 9.71 e+7	7.00 e+7	0.32
Eosinófilos	1/L	3	5.00 e+7 $\pm$ 3.60 e+7	4.00 e+7	3	3.33 e+7 $\pm$ 1.15 e+7	4.00 e+7	1.00
Basófilos	1/L	3	1.70 e+7 $\pm$ 5.77 e+6	2.00 e+7	3	1.33 e+7 $\pm$ 5.77 e+6	1.00 e+7	1.00
			7.73 e+12 $\pm$ 4,75 e+11	7.94 e+12	3	7.78 e+12 $\pm$ 5.13 e+11	8.00 e+12	0.19
Glóbulos rojos (RBC)	1/L	3			3			
Concentración de hemoglobina (HGB)	g/dL	3	15.30 $\pm$ 0.66	15.40	3	16.40 $\pm$ 0.56	16.50	0.053
Hematocrito (HCT)	%	3	47.53 $\pm$ 1.29	47.90	3	46.49 $\pm$ 1.82	46.90	0.32
Volumen corpuscular medio (MCV)	fl	3	61.73 $\pm$ 5.42	60.40	3	60.10 $\pm$ 5.31	60.50	0.20
Hemoglobina corpuscular media (MCH)	pg	3	19.87 $\pm$ 1.66	20.10	3	21.17 $\pm$ 2.11	20.60	0.10
Concentración de hemoglobina corpuscular media (MCH-C)	g/dL	3	32.20 $\pm$ 0.95	31.70	3	35.13 $\pm$ 1.03	35.40	0.12
			3.58 e+11 $\pm$ 8.72 e+10	4.07 e+11	3	3.18 e+11 $\pm$ 6.84 e+10	3.49 e+11	0.75
Recuento de plaquetas (PLT)	1/L	3			3			
Volumen medio de plaquetas (MPV)	fl	3	8.33 $\pm$ 0.25	8.30	3	7.33 $\pm$ 0.45	7.30	0.25
			7.33 e+10 $\pm$ 1.10 e+10	7.70 e+10	3	4.67 e+10 $\pm$ 9.07 e+10	4.30 e+10	0.14
Recuento de células más grandes de plaquetas (P-LCC)	1/L	3			3			
Procalcitonina (PCT)	mL/L	3	2.96 $\pm$ 0.65	3.31	3	2.31 $\pm$ 0.41	2.39	0.37

(\*) Representa el p-valor a un nivel de significancia 0.05 de rechazo y/o aceptación de hipótesis que determina la influencia de microplásticos en el perfil hematológico

**Tabla 3**

*Medias, desviación estándar, medianas del perfil hematológicos de vacunos Brown Swiss en la pre inducción, post inducción de microplásticos y el p-valor de prueba estadística en el tratamiento T2*

Parámetro	Unidad	N	Pre inducción microplásticos (basal)		N	Post inducción microplásticos		Influencia (*)
			48	Media $\pm$ sd		Mediana	48	Media $\pm$ sd
Glóbulos Blancos	1/L	3	5.54 e+9 $\pm$ 1.89 e+9	4.94 e+9	3	5.213e+9 $\pm$ 3.06 e+9	5.19E+9	0.76
Neutrófilos	1/L	3	1.40 e+8 $\pm$ 1.15 e+8	1.00 e+8	3	1.23 e+8 $\pm$ 1.21 e+8	1.10 e+8	0.91
Linfocitos	1/L	3	5.29 e+9 $\pm$ 1.72 e+9	4.82 e+9	3	4.98 e+9 $\pm$ 4.48 e+9	4.92 e+9	0.72
Monocitos	1/L	3	4.33 e+7 $\pm$ 3.21 e+7	3.00 e+7	3	5.67 e+7 $\pm$ 5.51 e+7	3.00 e+7	0.79
Eosinófilos	1/L	3	5.00 e+7 $\pm$ 3.60 e+7	4.00 e+7	3	4.33 e+7 $\pm$ 2.31 e+7	3.00 e+7	1.00
Basófilos	1/L	3	1.70 e+7 $\pm$ 5.77 e+6	2.00 e+7	3	7.00 e+6 $\pm$ 3.46 e+6	1.00 e+7	0.17
			7.73 e+12 $\pm$ 4,75 e+11	7.94 e+12	3	7.71 e+12 $\pm$ 4.00 e+11	7.70 e+12	0.87
Glóbulos rojos (RBC)	1/L	3			3			
Concentración de hemoglobina (HGB)	g/dL	3	15.30 $\pm$ 0.66	15.40	3	15.80 $\pm$ 0.30	15.80	0.24

Hematocrito (HCT)	%	3	47.53 ± 1.29	47.90	3	45.80 ± 1.87	46.40	0.04
Volumen corpuscular medio (MCV)	fl	3	61.73 ± 5.42	60.40	3	59.50 ± 5.38	60.20	0.16
Hemoglobina corpuscular media (MCH)	pg	3	19.87 ± 1.66	20.10	3	20.50 ± 1.40	20.50	0.08
Concentración de hemoglobina corpuscular media (MCH-C)	g/dL	3	32.20 ± 0.95	31.70	3	34.50 ± 0.78	34.10	0.11
Recuento de plaquetas (PLT)	1/L	3	3.58 e+11 ± 8.72 e+10	4.07 e+11	3	3.35 e+11 ± 3.03 e+10	3.4 e+11	0.75
Volumen medio de plaquetas (MPV)	fl	3	8.33 ± 0.25	8.30	3	7.13 ± 0.40	7.20	0.25
Recuento de células más grandes de plaquetas (P-LCC)	1/L	3	7.33 e+10 ± 1.10 e+10	7.70 e+10	3	4.83 e+10 ± 5.51 e+09	4.80 e+10	0.12
Procalcitonina (PCT)	mL/L	3	2.96 ± 0.65	3.31	3	2.39 ± 0.10	2.44	0.30

(\*) representa el p-valor a un nivel de significancia 0.05 de rechazo y/o aceptación de hipótesis que determina la influencia de microplásticos en el perfil hematológico.

**Tabla 4**

*Medias, desviación estándar, medianas del perfil hematológicos de vacunos Brown Swiss en la pre inducción, post inducción de microplásticos y el p-valor de prueba estadística en el tratamiento T3*

Grupo de estudio (Parámetro)	Unidad	N	Pre inducción (basal)		N	Post inducción microplásticos		Influencia (*)
			48	Media ± sd		Mediana	48	
Glóbulos Blancos	1/L	3	5.54 e+9 ± 1.89 e+9	4.94 e+9	3	5.07e+9 ± 7.18 e+8	5.15 e+9	0.69
Neutrófilos	1/L	3	1.40 e+8 ± 1.15 e+8	1.00 e+8	3	0.90 e+8 ± 6.24 e+7	1.10 e+8	0.67
Linfocitos	1/L	3	5.29 e+9 ± 1.72 e+9	4.82 e+9	3	4.883e+9 ± 6.82 e+8	5.06 e+9	0.69
Monocitos	1/L	3	4.33 e+7 ± 3.21 e+7	3.00 e+7	3	76.33 e+7 ± 4.93 e+7	4.00 e+7	0.67
Eosinófilos	1/L	3	5.00 e+7 ± 3.60 e+7	4.00 e+7	3	2.00 e+7 ± 0	2.00 e+7	0.29
Basófilos	1/L	3	1.70 e+7 ± 5.77 e+6	2.00 e+7	3	1.60 e+6 ± 5.77 e+6	2.00 e+7	1.00
Glóbulos rojos (RBC)	1/L	3	7.73 e+12 ± 4.75 e+11	7.94 e+12	3	7.89 e+12 ± 3.31 e+11	7.93 e+12	0.27
Concentración de hemoglobina (HGB)	g/dL	3	15.30 ± 0.66	15.40	3	15.97 ± 0.23	16.10	0.25
Hematocrito (HCT)	%	3	47.53 ± 1.29	47.90	3	47.07 ± 2.14	48.3	0.75
Volumen corpuscular medio (MCV)	fl	3	61.73 ± 5.42	60.40	3	59.73 ± 4.95	60.90	0.26
Hemoglobina corpuscular media (MCH)	pg	3	19.87 ± 1.66	20.10	3	20.23 ± 1.10	20.30	0.38
Concentración de hemoglobina corpuscular media (MCH-C)	g/dL	3	32.20 ± 0.95	31.70	3	33.93 ± 1.10	33.40	0.22
Recuento de plaquetas (PLT)	1/L	3	3.58 e+11 ± 8.72 e+10	4.07 e+11	3	3.73 e+11 ± 5.98 e+10	3.87 e+11	1.00
Volumen medio de plaquetas (MPV)	fl	3	8.33 ± 0.25	8.30	3	7.30 ± 0.56	7.40	0.25
Recuento de células más grandes de plaquetas (P-LCC)	1/L	3	7.33 e+10 ± 1.10 e+10	7.70 e+10	3	5.70 e+10 ± 1.99 e+10	4.60 e+10	0.50
Procalcitonina (PCT)	mL/L	3	2.96 ± 0.65	3.31	3	2.72 ± 0.53	2.61	0.75

(\*) representa el p-valor a un nivel de significancia 0.05 de rechazo y/o aceptación de hipótesis que determina la influencia de microplásticos en el perfil hematológico.

#### 4. DISCUSIÓN

La concentración ecotoxicológico de BPA en microplásticos de muestras analizadas en la pre y post inducción se encuentran a niveles bajos del límite de cuantificación (0.01 mg/kg). Este se debe a la baja concentración del BPA en la fabricación del plástico, por lo que concuerda con lo dispuesto por la Unión Europea que establece al límite de migración específica del BPA de 0.05 mg/kg a 0,6 mg/kg (Reglamento UE 2018/213, 2018)(Reglamento UE 10/2011, 2011). El límite de migración específica (LME), es la cantidad máxima autorizada de una determinada sustancia liberada desde un material u objeto hacia los alimentos.

El diagnóstico de los valores del perfil hematológico son una ayuda fundamental en el análisis y orientación del estado clínico de animales (Ocampo Nuncévay et al., 2011) (Moreno Escobar et al., 2008). Los valores hematológicos hallados en este estudio difieren de otros reportados por (Huamán Huarco, 2020), estas diferencias pudieron deberse a factores fisiológicos, alimentación, altitud, edad, raza y las condiciones de manejo (Oha Humpiri, 2017). Por dicha diferencia solo se evaluaron los valores de la pre inducción como base de comparación con los tratamientos de la post inducción.

Referente al parámetro Hematocrito (HCT) que presento diferencia significativa con respecto a la influencia de microplásticos en el tratamiento T2, (Román Ullaguari, 2019) realizo la evaluación hematológica antes y después de la desparasitación, hallando parámetros que presentaron diferencias significativas en el número de neutrófilos, concentración corpuscular media de hemoglobina y proteína plasmática, y teniendo en cuenta la desparasitación durante el periodo de adaptación, presumimos que este resultado no se relaciona con enfermedades parasitarias.

## 5. CONCLUSIÓN

El nivel de concentración ecotoxicológico del BPA en muestras analizadas en la pre inducción y post inducción de microplásticos presentaron valores inferirlos a 0.01 mg/kg, indicando que estos valores están por debajo del límite de cuantificación.

De los 16 parámetros evaluados; Glóbulos blancos (WBC), Neutrófilos, Monocitos, Eosinófilos, Basófilos, Glóbulos rojos (RBC), Concentración de hemoglobina (HGB), Hematocrito (HCT), Volumen corpuscular medio (MCV), Hemoglobina

El tratamiento T1 no presento ningún parámetro con diferencia significativa. Del tratamiento T2 se observó una diferencia significativa a nivel del parámetro HCT. Teniendo en cuenta que los compuestos químicos derivados del plástico, tiene capacidad de bioacumulación (Cole et al., 2011)(Napper Imogen & Thompson, 2020) (Teuten et al., 2007) el tratamiento T3 evidenciaría una diferencia significativa en el HCT o en otros parámetros. Por ello, no podemos afirmar con certeza que se deba a influencia de microplásticos.

corpuscular media (MCH), Concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC), Recuento de plaquetas (PLT), Volumen medio de plaquetas (MPV), Recuento de células más grandes de plaquetas (P-LCC), Procalcitonina (PCT) solo en HCT en el tratamiento T2 se encontró diferencia significativa donde dicho resultado no se puede afirmar que los microplásticos influyeron en el perfil hematológico.

## 6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Andrade, C., & Ovando, F. (2017). *Primer registro de microplásticos en contenido estomacal de centolla Lithodes santolla (Anomura: Lithodidae), bahía Nassau, Cabo de Hornos, Chile. Anales Instituto Patagonia (Chile), 45(3), 59–65.*
- Barón, E., Dissanayake, A., Vilà-Cano, J., Crowther, C., Readman, J. W., Jha, A. N., Eljarrat, E., & Barceló, D. (2016). *Evaluation of the Genotoxic and Physiological Effects of Decabromodiphenyl Ether (BDE-209) and Dechlorane Plus (DP) Flame Retardants in Marine Mussels (Mytilus galloprovincialis). Environmental Science and Technology, 50(5), 2700–2708.*  
<https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05814>
- Bustamante Montes, P., Lizama Soberanis, B., Olaiz Fernández, G., & Vázquez Moreno, F. (2001). *Ftalatos y efectos en la salud. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 17(4), 205–215.*  
<https://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/370/37017405/1%0A%0A>
- Cáceres Martínez, C. H., Acevedo Rincón, A. A., & Sánchez Montaña, L. R. (2015). *Registros de plásticos en la ingesta de Tremarctos ornatus (Carnívora: Ursidae) y de Nasuella olivacea (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. Revista Mexicana de Biodiversidad, 86(3), 839–842.*  
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.004>
- Cifuentes Burgos, C. R. (2018). *Análisis de la exposición De microplástico en lumbricus terrestris (Vol. 1).* Universidad De Concepción.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). *Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Marine Pollution Bulletin, 62(12), 2588–2597.*  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., & Tassin, B. (2017). *A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. Environmental Pollution, 221, 453–458.*  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>
- Felipe Castellanos, E., & Matos Zuñiga, M. A. (2019). *Composición química y degradabilidad In situ de residuos de cosecha y asociaciones forrajeras en vacunos Brown Swiss [Universidad Nacional de Huancavelica]. In Repositorio Institucional - UNH.*  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2117%0Ahttp://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/UNITUMBES/1042/QUILICHE%20CABANILLAS%20>

- IRMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Frank Comas, A. (2015). *Desechos plásticos ingeridos por elasmobranchios del Mediterráneo occidental [Universitat de les Illes Balears]*. [https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/1727/TFG\\_GBIO\\_AidaFrankComas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/1727/TFG_GBIO_AidaFrankComas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Honma, S., Suzuki, A., Buchanan, D. L., Katsu, Y., Watanabe, H., & Iguchi, T. (2002). *Low dose effect of in utero exposure to bisphenol A and diethylstilbestrol on female mouse reproduction*. *Reproductive Toxicology*, 16(2), 117–122. [https://doi.org/10.1016/S0890-6238\(02\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S0890-6238(02)00006-0)
- Huamán Huarco, T. (2020). *Valores hematológicos normales en vacunos, en el centro de investigación de camélidos sudamericanos "CICAS-La raya" Distrito de Marangani-Cusco [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]*. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 21, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101607%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.02.034%0Ahttps://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cjag.12228%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104773%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.jinfi.2020.04.011%0Ahttps://doi.o>
- Huerta Lwanga, E., Mendoza Vega, J., Ku Quej, V., Chi, J. de los A., Sanchez del Cid, L., Chi, C., Escalona Segura, G., Gertsen, H., Salánki, T., van der Ploeg, M., Koelmans, A. A., & Geissen, V. (2017). *Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain*. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14588-2>
- Koelmans, A. A., Bakir, A., Burton, G. A., & Janssen, C. R. (2016). *Microplastic as a Vector for Chemicals in the Aquatic Environment: Critical Review and Model-Supported Reinterpretation of Empirical Studies*. In *Environmental Science and Technology* (Vol. 50, Issue 7, pp. 3315–3326). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06069>
- Kubwabo, C., Kosarac, I., Stewart, B., Gauthier, B. R., Lalonde, K., & Lalonde, P. J. (2009). *Migration of bisphenol A from plastic baby bottles, baby bottle liners and reusable polycarbonate drinking bottles*. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 26(6), 928–937. <https://doi.org/10.1080/02652030802706725>
- Europea 89 (2011). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0010&from=ES>
- Liebezeit, G., & Liebezeit, E. (2013). *Non-pollen particulates in honey and sugar*. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 30(12), 2136–2140. <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.843025>
- Liebezeit, G., & Liebezeit, E. (2014). *Synthetic particles as contaminants in German beers*. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 31(9), 1574–1578. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.945099>
- Maragou, N. C., Makri, A. A., Lampi, E., Thomaidis, N. S., & Koupparis, M. A. (2008). *Migration of bisphenol A from polycarbonate baby bottles under real use conditions*. *HAL Archives-Ouvertes.Fr*, 25(3), 373–383. <https://doi.org/10.1080/02652030701509998>
- Mas, S., Egido, J., & González Parra, E. (2017). *Importancia del bisfenol A, una toxina urémica de origen exógeno, en el paciente en hemodiálisis*. *Nefrología*, 37(3), 229–234. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2017.01.011>
- Mintenig, S. M., Löder, M. G. J., Primpke, S., & Gerdt, G. (2019). *Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources*. *Science of the Total Environment*, 648, 631–635. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.178>
- Moreno Escobar, F., Builes Acevedo, J. P., & Cadavid Gallego, J. D. (2008). *Evaluación De 30 Parámetros Hemáticos En Bovinos Bos Indicus En Los Municipios De San Juan De Urabá Y Arboletes Del Uraba Antioqueño*. Universidad CES.
- Nagel, S. C., Vom Saal, F. S., & Welshons, W. V. (1999). *Developmental effects of estrogenic chemicals are predicted by an in vitro assay incorporating modification of cell uptake by serum*. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 69(1–6), 343–357. [https://doi.org/10.1016/S0960-0760\(99\)00078-3](https://doi.org/10.1016/S0960-0760(99)00078-3)
- Napper Imogen, E., & Thompson, R. C. (2020). *Plastic Debris in the Marine Environment: History and Future Challenges*. *Global Challenges*, 4(6), 1900081. <https://doi.org/10.1002/gch2.201900081>
- Reglamento UE 10/2011, *Diario Oficial de la Unión*
- Ocampo Nunccey, N., Cueva Moreno, S., Vásquez



- Cachay, M., Ayón Sarmiento, M., & Lira Mejía, B. (2011). *Valores hematológicos de bovinos jersey sometidos a condiciones de hipoxia crónica de la altura*. *Redvet*, 12(7), 1–10. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070711/071104.pdf>.
- Oha Humpiri, F. (2017). *Constantes Hematologicas en vacunos de lidia cuneros de la region de Apurimac*. 051, 255–263. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26788/riepg.2017.48.CONSTANTES>.
- Orskov, E. R., & Mcdonald, I. (1979). *The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage*. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499–503. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>.
- Poma Ambuludí, K. Y. (2019). *Determinación de la presencia de microplásticos en cerveza artesanal e industrial*. In *Universidad Central Del Ecuador (Vol. 1, Issue 1)*. Universidad Central Del Ecuador.
- Ramos, J. G., Varayoud, J., Sonnenschein, C., Soto, A. M., Muñoz de Toro, M., & Luque, E. H. (2001). *Prenatal exposure to low doses of bisphenol A alters the periductal stroma and glandular cell function in the rat ventral prostate*. *Biology of Reproduction*, 65(4), 1271–1277. <https://doi.org/10.1095/biolreprod65.4.1271>.
- Rios, L. M., Moore, C., & Jones, P. R. (2007). *Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment*. *Marine Pollution Bulletin*, 54(8), 1230–1237. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.03.022>.
- Román Ullaguari, W. A. (2019). *Evaluación hematologica en bovinos de Lidia (Bos primigenius taurus), Antes y despues de la desparasitación, mediante metodos de impedancia del equipo VETSCAN HM5, el el sector El Chaupi*. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11014/1/UDLA-EC-TMVZ-2019-13.pdf>.
- Salazar Guerrero, W., & Ardila Martínez, J. C. (2016). *El Bisfenol A (BPA), análisis de sus efectos en el ser humano*. *Revista Matices Tecnológicos*, 8(0), 29–35. <http://publicaciones.unisangil.edu.co/index.php/revista-matices-tecnologicos/article/view/373/333>.
- Teuten, E. L., Rowland, S. J., Galloway, T. S., & Thompson, R. C. (2007). *Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants*. *Environmental Science and Technology*, 41(22), 7759–7764. <https://doi.org/10.1021/es071737s>.
- Thayer, K. A., Doerge, D. R., Hunt, D., Schurman, S. H., Twaddle, N. C., Churchwell, M. I., Garantziotis, S., Kissling, G. E., Easterling, M. R., Bucher, J. R., & Birnbaum, L. S. (2015). *Pharmacokinetics of bisphenol A in humans following a single oral administration*. *Environment International*, 83, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.06.008>.
- Reglamento UE 2018/213, *Diario Oficial de la Unión Europea* 6 (2018). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0213&from=ES>.
- Vigezzi, L. (2016). *Efectos de la exposición perinatal a bajas dosis de Bisfenol A sobre el desarrollo y funcionalidad del tracto reproductor femenino*. Universidad Nacional Del Litoral.
- Yang, X., Doerge, D. R., Teeguarden, J. G., & Fisher, J. W. (2015). *Development of a physiologically based pharmacokinetic model for assessment of human exposure to bisphenol A*. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 289(3), 442–456. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2015.10.016>.
- Zambrano Varón, J. L. (2012). *Guía para la correcta toma de sangre en bovinos*.