

**Relevamiento de minerales que afectan la producción ovina
en el área de influencia de la UNNOBA**

Trabajo Final de Grado
del alumno

Franco Eduardo Azich

Este trabajo ha sido presentado como requisito
para la obtención del título de

Ingeniero Agrónomo

Ingeniería Agronómica



**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.**

Pergamino, 13 de abril del 2022

**Relevamiento de minerales que afectan la producción ovina
en el área de influencia de la UNNOBA**

Trabajo Final de Grado

del alumno

Franco Eduardo Azich

Aprobada por el Tribunal Evaluador

Ing. Zoot. MSc
Jonatan Camarasa
Evaluador

Méd. Vet.
Raúl Rossi
Evaluador

Dra.
María Inés Catalano
Evaluador

MV, MSc
María José Pérez
Co-Director

MV, MPhil
Ángel Patitucci
Director

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Pergamino, 13 de abril del 2022

Índice

RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	6
Producción ovina: panorama actual.....	6
Nutrición ovina.....	8
Importancia de los minerales para los ovinos	8
Disponibilidad de los minerales en los ovinos.....	9
HIPÓTESIS	13
OBJETIVOS	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Selección de establecimientos y muestreos	15
Procesamiento de las muestras	18
Análisis bioquímico de las muestras.....	18
Análisis estadístico.....	19
RESULTADOS	22
Caracterización de los EPOs.....	22
Estatus mineral de los ovinos	23
Calcio.....	23
Fósforo.....	24
Magnesio	25
Cobre	25
Zinc	26
Análisis estadístico.....	27
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIÓN.....	35
SUPLEMENTARIO	37
BIBLIOGRAFÍA.....	42

1. RESUMEN

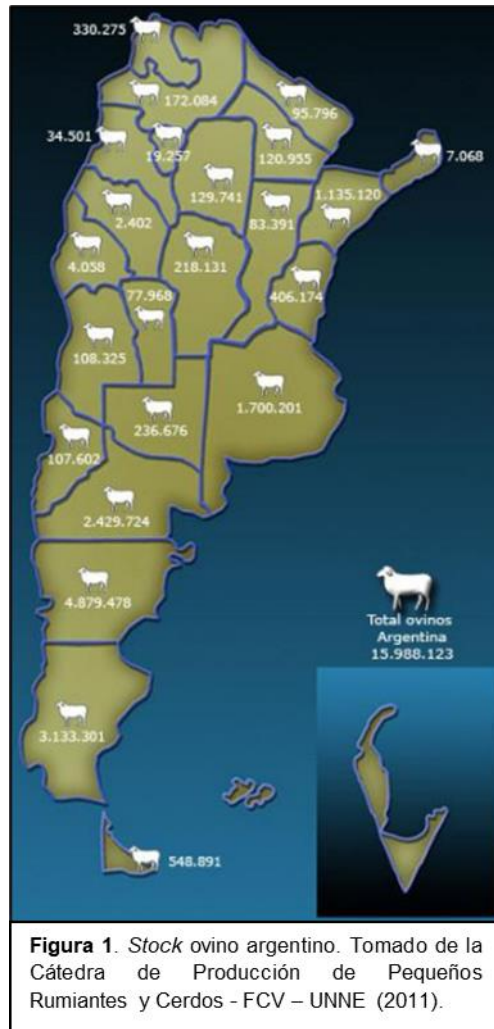
El desarrollo de métodos de diagnóstico que permitan conocer el perfil metabólico de un rodeo ovino resulta de vital importancia para conocer el estatus nutricional de los animales que lo componen y para la detección temprana de trastornos de la salud, factores que impactan directamente sobre la productividad animal. Los ovinos (*Ovis aries*) se encuentran entre los animales domésticos más eficientes a nivel productivo. Su condición de rumiantes les permite aprovechar los nutrientes presentes en los recursos forrajeros de una forma más eficiente en comparación con otros animales. Sin embargo, los minerales constituyen un grupo limitante en la alimentación de dicha especie, dado que fluctúan con la raza, edad, sexo y estado productivo, haciéndose difícil extrapolar los requerimientos nutricionales de un rodeo a otro. Con el propósito de generar información certera sobre el estatus mineral que afecta la productividad de los ovinos en el área de influencia de la Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires (UNNOBA), se llevó a cabo una serie de muestreos estacionales en distintos establecimientos productivos (EPOs) y se realizó el análisis de la concentración de distintos minerales en suero ovino. A partir de los resultados obtenidos se pudo determinar que los ovinos presentaban alteraciones en su estatus mineral, específicamente en el Ca, P, Cu y Zn, mientras que el Mg fue el único mineral que se mantuvo dentro de los rangos normales. Por otro lado, se pudo establecer que, excepción del Zn, no existe una asociación significativa entre el estatus mineral de las ovejas y la estación del año en que se realizaron los muestreos.

Introducción

2. INTRODUCCIÓN

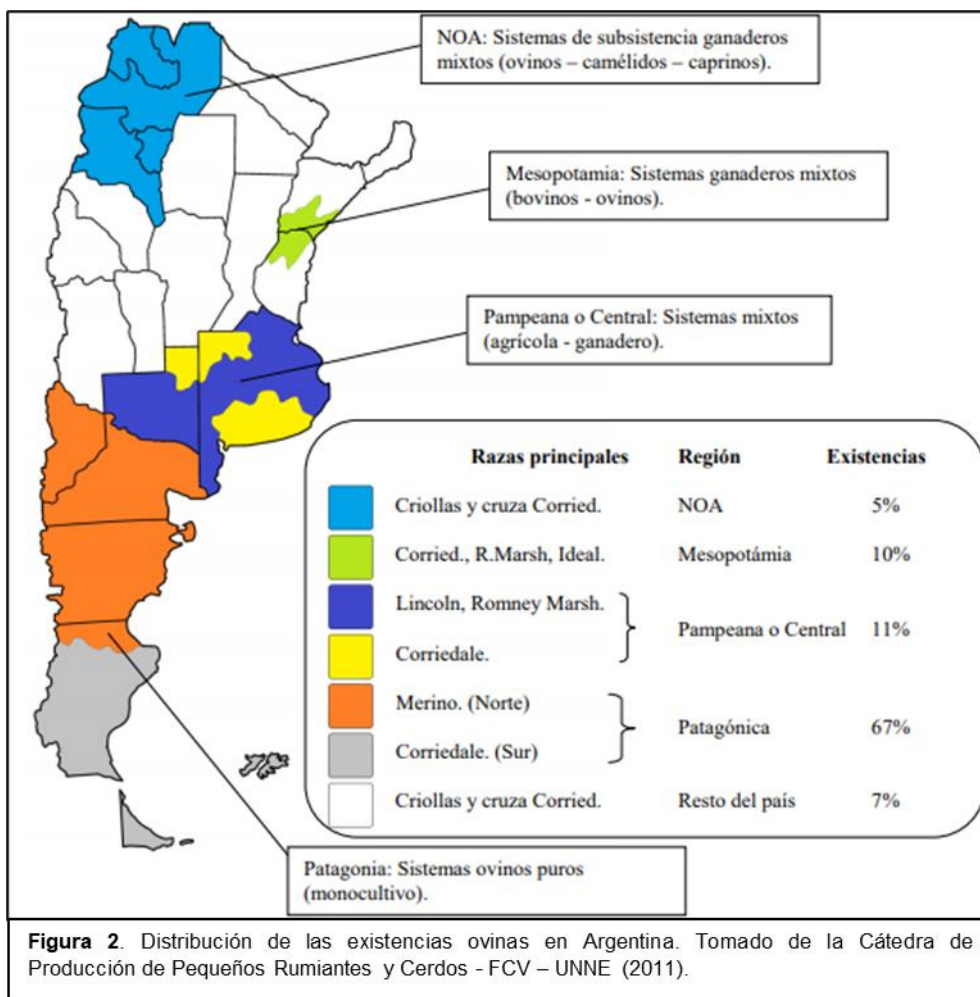
2.1. Producción ovina: panorama actual

En la actualidad, la cría de ovinos (*Ovis aries*) se lleva a cabo en la mayoría de los países del mundo con un *stock* total de alrededor de 1.078 millones de cabezas. En nuestro país, el último censo registró un *stock* de 12.558.904 cabezas, distribuido en 55.843 establecimientos agropecuarios (CNA, 2002) (Figura 1). Esta población se concentra principalmente en la región Patagónica, con el 67% del *stock* nacional. Seguido por la región Pampeana con el 11%, la región Mesopotámica con el 10%, el Noroeste con 5% y por último, el 7% corresponde al resto del país.



Los establecimientos que desarrollan esta actividad se clasifican según su *objetivo de producción*, en productores de lana, de carne, de leche, o mixtos (lana-carne, carne-leche, etc.); según el *tipo de explotación ganadera* que realizan, en explotaciones

extensivas, semi-intensivas o intensivas; o según la *importancia de la producción* respecto a otras actividades, en sistemas agrícolas, sistemas ganaderos o agrícola-ganaderos, o de subsistencia (Cátedra de Producción de Pequeños Rumiantes y Cerdos - FCV - UNNE, 2011) (Figura 2).



En función de la tradición lanera de nuestro país, más del 50% del *stock* ovino argentino corresponde a razas productoras de lana (*Merino e Ideal-polwarth-*) y doble propósito, es decir, productoras de carne y lana (*Corriedale, Romney Marsh, Lincoln y Criolla*). Sólo dos razas son netamente productoras de carne, la *Texel* y la *Hampshire Down*, y en los últimos años se han comenzado a criar razas destinadas a la producción de leche (*Frisona, Manchega y Pampinta*) (SENASA; Sitio Argentino de Producción Animal) (Figura 2).

La llanura Pampeana, región de relevancia para el presente trabajo, posee alrededor del 11 % de la población ovina. En la provincia de Bs. As. el *stock* ovino asciende a 1.700.000 cabezas. En esta zona el ovino se integra con otras explotaciones

ganaderas bovinas y agrícolas, encontrándose muy pocos establecimientos que explotan al ovino como único recurso.

2.2. Nutrición ovina

El ovino es uno de los animales domésticos más eficientes a nivel productivo, es de fácil manejo, no requiere de grandes instalaciones o equipamiento complejo, consume forrajes naturales al tiempo que controla malezas, no demanda demasiada cantidad de alimento suplementario y produce diversas fuentes de ingreso (carne, leche, fibras, cueros y sebo) con un rápido retorno de la inversión (SENASA; Sitio Argentino de Producción Animal). Sin embargo, existen diversos factores que son determinantes para mantener su adecuado crecimiento, producción y reproducción, entre los cuales se destaca la necesidad de una adecuada nutrición (Romero y Bravo, 2012).

Los ovinos son animales rumiantes, es decir, digieren los alimentos en dos etapas: primero los consumen y luego realizan la rumia, que consiste en la regurgitación del material ingerido (Redondo, 2003; Krause y col., 2013). Estas variaciones anatómicas y fisiológicas en el conducto gastrointestinal de los ovinos les permiten aprovechar los nutrientes presentes en los forrajes y pastos de una forma más eficiente en comparación con otros animales (Hofman, 1993). Sin embargo, los minerales constituyen un grupo limitante en la alimentación de los ovinos (Consorcio Manchego, 2018). Sus requerimientos son diferentes a los de otras especies y varían de acuerdo con la raza, edad, sexo y estado productivo (Tabla 1; NRC, 1985; Mufarrege, 1999).

2.3. Importancia de los minerales para los ovinos

Los denominados “macrominerales” son aquellos que son necesarios en cantidades mayores, expresadas en gramos por animal por día (gr/animal/d) o de porcentaje de materia seca (MS) consumida en la ración de alimento. Se distribuyen en mayor proporción en los tejidos de sostén, como son los huesos. Estos comprenden el calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl) y azufre (S). En cambio, los llamados “microminerales” o “minerales traza” son necesarios en cantidades muy pequeñas, expresadas en mg por cabeza por día (mg/animal/d) o en partes por millón (ppm) de MS. Forman parte del sistema enzimático y hormonal, por ejemplo, el Hierro (Fe), constituyente de la hemoglobina. Se ha demostrado que pueden tener tanto efectos beneficiosos como perjudiciales, dependiendo de su equilibrio, sobre las funciones reproductivas en pequeños rumiantes (Vázquez, 2018). En este grupo se

destacan el Fe, manganeso (Mn), selenio (Se), cobre (Cu) y zinc (Zn) (Minatel y col., 1998; 2000) (Tabla 1).

Tabla 1. Requerimientos minerales en ovinos expresados en g/100 g MS de la ración (%) (Ca-S) y en miligramos/kg MS (ppm) (Co-Zn). Rangos altos corresponden a animales en lactancia o crecimiento, mientras que los bajos a animales en mantenimiento o con bajo nivel de producción. Tomado de Csiro (1990).

Mineral	Rango
Ca	0,15-0,26
P	0,13-0,25
Cl	0,08-0,18
Mg	0,06-0,18
K	0,5-1,2
Na	0,07-0,15
S	0,14-0,26
Co	0,11
Cu	8-25
I	0,1-0,8
Fe	40-50
Mn	15-25
Se	0,05
Zn	35-50

2.4. Disponibilidad de los minerales en los ovinos

Existen diferentes factores que determinan la disponibilidad de los minerales para que sean accesibles para los animales. Entre ellos, el suelo es uno de los más importantes, ya que es el medio de sostén de las plantas y fuente de nutrientes. La concentración y composición de minerales en el suelo varía de acuerdo con su origen geológico, edad, procesos pedogénicos a los cuales está sujeto y al uso del mismo. En términos de pH, los suelos ácidos suelen ser más detrimentales, siendo el P y Mg algunos de minerales más afectados. Por otra parte, la humedad o disponibilidad de agua en el suelo participa en la liberación de los minerales, haciendo que se encuentren más disponibles en época de lluvias que en época de secas, aunque existe una mayor concentración de éstos en época de sequía, por el fenómeno de lixiviación. En cuanto al uso del suelo, ciertos fertilizantes alteran los minerales, por lo que los cultivos no pueden asimilarlos y, por lo tanto, tampoco los animales (Bavera, 2006; Troncoso, 2014).

El aporte de nutrientes de las plantas hacia los animales también es variable y depende del tipo de planta (gramíneas o leguminosas), de las partes de la planta que son ingeridas -y en la cantidad en que son consumidas- e inclusive, del método de procesamiento/almacenamiento del alimento (henificado o ensilado). Durante las etapas tempranas de crecimiento de la planta, usualmente existe una rápida tasa de absorción de minerales. A medida que ésta va madurando, el contenido de materia seca se incrementa más rápidamente que la absorción de minerales, provocando una

disminución en la concentración de P, Cu y Zn. Además, el estado vegetativo afecta el consumo voluntario de los animales, a mayor madurez, disminuye el consumo voluntario (Troncoso, 2014; Coria, 2020). Las diferencias más apreciables son las existentes entre las leguminosas y las gramíneas. Las leguminosas suelen ser más ricas en minerales, por ejemplo, son tres o cuatro veces más ricas en Ca que las gramíneas en todos sus estados fenológicos y bajo condiciones ambientales similares, pero son pobres en Na. También las concentraciones de Mg, Zn y Cu son más elevadas en las leguminosas, aunque las diferencias no son tan amplias como sucede con el Ca. Por su parte, las gramíneas suelen ser deficientes en P y Mg. Las gramíneas anuales estivales (sorgo forrajero y maíz) manifiestan una deficiencia relativa de Ca menos pronunciada que los verdes invernales, y son menores sus niveles de P, mientras que las gramíneas perennes presentan en general un mayor contenido de Ca y Mg, y un menor nivel de P que las gramíneas anuales (Coria, 2020).

Finalmente, el incremento registrado en los últimos años en la producción de granos ha generado que la reposición de nutrientes sea inferior a su extracción por parte de los cultivos (García, 2017). En el noroeste de la región pampeana se detectó una disminución de los niveles de Ca, Mg, P y Zn, siendo el Zn el que demostró una mayor caída. Las concentraciones de Ca y Mg aún se encuentran por encima de los rangos críticos, sin embargo, si esta tendencia continúa, es muy probable que se vuelvan deficitarias. La mayor parte de los suelos de la región presentan rangos de *P-Bray* de bajos a medios, por lo que este nutriente puede ser limitante para la producción (Sainz Rozas y col., 2019).

Por dichos motivos, la mayoría de los ganaderos suele suministrar algún tipo de suplemento mineral en la dieta. Entre las formas de uso más extendido se destacan la suplementación directa con grano y los bloques o sales mineralizadas. Éstas últimas deben cubrir, cuando menos, con el 50% de los requerimientos de los microminerales o minerales traza. Asimismo, los compuestos minerales a usar en una sal mineralizada deben ser de una elevada biodisponibilidad; es decir, que biológicamente puedan ser digeridos y absorbidos (Troncoso, 2014; Consorcio Manchego, 2018). Existen otros métodos de suplementación de minerales en forma de inyectables y de bolos intrarruminales, sin embargo, no son de uso frecuente en ovinos (Mufarrege, 1999).

Cuando el aporte de minerales en la dieta no es el adecuado en calidad y/o cantidad se originan las denominadas “deficiencias”, encuadradas dentro de las enfermedades metabólicas o enfermedades de la producción y son responsables de importantes pérdidas económicas (Bavera, 2006). Es por ello, que el establecimiento de un método diagnóstico que permita conocer el perfil metabólico de un grupo representativo de animales resulta de vital importancia para conocer el estatus

nutricional y en la detección temprana de trastornos de la salud (Payne y col., 1970; Schweinzer y col., 2017).

Hipótesis y Objetivos

3. Hipótesis

Los ovinos del noroeste de la provincia de Buenos Aires presentan un buen estatus mineral.

4. Objetivos

3.1. Objetivos generales

Determinar el estatus mineral de distintos grupos de ovinos del área de influencia de la UNNOBA.

3.2. Objetivos específicos

- Registrar características generales de cada establecimiento productivo que puedan ser relevantes para explicar el estatus mineral del rodeo.
- Evaluar la presencia de deficiencias o excesos de determinados minerales en los ovinos.
- Establecer la existencia de variaciones estacionales en el estatus mineral de los ovinos.

Materiales y métodos

2. Materiales y Métodos

2.1. Selección de establecimientos y muestreos

Se seleccionaron cuatro Establecimientos Productivos Ovinos (EPOs) en la región del noroeste de la Provincia de Buenos Aires. La selección se realizó en base a distintos criterios, entre ellos, que estuvieran ubicados dentro del área de influencia de la UNNOBA y que difieran entre sí en las características del rodeo y el manejo del mismo, así como en las características de sus suelos.

EPO 1: establecimiento “*El Paraíso*” (ID: “*Los Toldos*”). Está ubicado en la localidad de Baigorrita, partido de General Viamonte ($34^{\circ}48'22,11''S$ $60^{\circ}59'33,23''O$, Figura 3). Se trata de un establecimiento productivo mixto, agroecológico, con una superficie de 50 ha dedicadas a la cría ovina. Dicha superficie posee un suelo perteneciente a la unidad cartográfica LN1, Consociación series Lincoln, fase bien drenada (80%), Norumbega (15%) y La Oriental (5%) (Carta de suelos de la República Argentina, INTA), tratándose de un Hapludol Típico (USDA- Soil Taxonomy, v. 2006).



Figura 3. Mapa del EPO 1, Los Toldos.

EPO 2: establecimiento “*Don Francisco*” (ID: “*Patitucci*”). Está ubicado en la localidad de Hunter, partido de Rojas ($34^{\circ}13'7,97''S$ $60^{\circ}31'15,41''O$, Figura 4). Se trata de un establecimiento productivo mixto, con una superficie de 1,8 ha destinadas a la cría de ovinos. El 90% de dicha superficie posee un suelo perteneciente a la unidad cartográfica AD, Consociación serie Arroyo Dulce, fase ligeramente erosionada (50%) y

Arroyo Dulce (50%), tratándose de un Argiudol Típico (USDA- Soil Taxonomy, V. 2006). El 10% restante corresponde a la unidad cartografía AD2, Consociación serie Arroyo Dulce, fases severamente erosionada (50%) y moderadamente erosionada (50%) (Carta de suelos de la República Argentina, INTA).



Figura 4. Mapa del EPO 2, Patitucci.

EPO 3: establecimiento “*San Ramón*” (ID: “*Maguirre*”). Está ubicado en la localidad de Maguirre, partido de Pergamino ($33^{\circ}55'2.69''S$ $60^{\circ}17'16.76''O$, Figura 5). Se trata de un establecimiento productivo mixto, con una superficie de 37,5 ha destinadas a la cría de ovinos. Estas hectáreas presentan un suelo que es un Argiudol típico (USDA- Soil Taxonomy, V. 2006), sin embargo, existen diferencias dentro de la superficie, respecto a las unidades cartográficas que las compone: 20 hectáreas pertenecen a la unidad cartográfica Co10, Complejo Arroyo de los Ingleses; otras 10 hectáreas pertenecen a la unidad cartográfica AD2x, Consociación Serie Arroyo Dulce, Fase moderadamente erosionada y engrosada (75%) y Arroyo Dulce, fase engrosada y poco anegable (25%); y por último, 7,5 hectáreas pertenecen a la unidad cartográfica AD1, Consociación Serie Arroyo Dulce, Fase ligeramente erosionada (100%) (Carta de suelos de la República Argentina INTA).



Figura 5. Mapa del EPO 3, Maguirre.

EPO 4: establecimiento “*Las Magnolias*” (ID: “UNNOBA”). Está ubicado en la localidad de Junín ($34^{\circ}28'49.41''S$; $60^{\circ}52'29.07''O$, Figura 6). Se trata de un establecimiento productivo mixto, con una superficie de 3,2 ha dedicadas a la cría ovina. Esta superficie posee un suelo perteneciente a la unidad cartográfica Ju15, Asociación series Junín, fase moderadamente bien drenada (60%), Fortín Tiburcio (20%) y Rancagua (20%) (Carta de suelos de la República Argentina, INTA), tratándose un Hapludol Típico (USDA- Soil Taxonomy, V. 2006).



Figura 6. Mapa del EPO 4, UNNOBA

En el transcurso del 2019 se llevaron a cabo dos muestreos en cada EPO, correspondientes a las estaciones verano y otoño. Se extrajeron muestras de sangre de 10 animales elegidos al azar por medio de la técnica de punción de la vena yugular (Robles y col., 1996). Los animales muestreados se trataban de:

- EPO 1: ovejas de la raza *Hampshire Down* de 7 meses de edad.
- EPO 2: ovejas adultas, de 4 dientes y “boca llena” de la raza *Texel*.
- EPO 3: ovejas adultas, de 4 dientes y “boca llena” de la raza *Corriedale*.
- EPO 4: ovejas adultas, de 4 dientes y “boca llena” de la raza *Hampshire Down x Texel*.

Además, para cada EPO se elaboró un registro con datos generales del establecimiento (raza y tamaño del rodeo, dieta, plan sanitario, características del suelo, etc.) y con datos particulares del periodo de muestreo (estado general del rodeo, condiciones climáticas, especies y estado fenológico de la pastura administrada, etc.).

3.2. Procesamiento de las muestras

La sangre colectada se colocó en un tubo falcon estéril y se obtuvo el suero para las determinaciones de Ca, P, Mg, Cu y Zn. Para esto último, se dejaron los tubos en un cuarto a temperatura ambiente, en posición vertical, hasta que la sangre se coaguló y se inició la retracción del coágulo (30-40 minutos después de obtener la muestra). Posteriormente, se centrifugaron los tubos a 2500-3000 rpm (5-10 min) en una centrífuga (Neofuge 13r, Heal Force) para separar el suero del coágulo (Berrett y Hebert, 1979; Cseh, 1994). Las alícuotas de suero se conservaron en frío (-20°C) hasta su análisis bioquímico.

3.3. Análisis bioquímico de las muestras

Las mediciones de la concentración de los distintos minerales se realizaron en colaboración con Grupo de Salud Animal de la EEA Balcarce (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), siguiendo el protocolo establecido en Fernández (2019). A continuación, se explica detalladamente la metodología empleada para cada uno de los minerales analizados:

- **Ca:** la muestra de suero se diluyó con cloruro de lantano (LaCl_3), el cual controla las interferencias químicas en la determinación. Se diluyeron 0.25 mL de suero

en 0.50 mL de LaCl_3 al 1% + 9.25 mL de agua desionizada. La longitud de onda utilizada fue 422.7 nm.

- *P*: se tomaron 0.02 mL de suero y se diluyeron en 4 mL de agua desionizada y 1 mL de reactivo de ácido ascórbico, necesario para el desarrollo del color. Luego de 30 minutos de reacción, se realizó la lectura de la absorbancia a 820 nm en un espectrofotómetro UV-Vis y se calculó la concentración de P en la muestra en función de una curva construida con estándares de concentración conocida (Cseh, 1994).
- *Mg*: se tomaron 0.2 mL de suero y se diluyeron en 9.8 mL de agua desionizada. La longitud de onda utilizada fue 285.2 nm.
- *Cu*: se tomó 1 mL de suero y se diluyó en 4 mL de agua desionizada. La longitud de onda utilizada fue 324.8 nm.
- *Zn*: se tomó 1 mL de suero y se diluyó en 4 mL de agua desionizada. La longitud de onda utilizada fue 213.9 nm.

Las determinaciones de Ca, Mg, Cu y Zn se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica (EAA), utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer AAnalyst 700. Las diluciones y condiciones empleadas para cuantificar estos minerales son las establecidas por el fabricante (Perkin Elmer 2000).

Para establecer si la concentración de los minerales analizados se encontraba o no en rango se utilizaron los siguientes valores de referencia (Tabla 2):

Tabla 2. Rangos normales en ovinos de los minerales analizados expresados en mg/100 ml (Ca-Mg) y en miligramos/kg MS (ppm) (Cu y Zn). Tomados de: Ca, P y Cu (Fernández, comunicación personal), Mg (Kaneko, 1989) y Zn: (Underwood & Suttle, 1999).

Mineral	Rango
Ca	11.5-12.8
P	3.5-7.5
Mg	1.8-3.2
Cu	0.75-1.35
Zn	0.8-1.2

3.4. Análisis estadístico

Con el fin de determinar si existía una asociación entre el estatus mineral de las ovejas (“variable respuesta Y”) y la estación del año en que se realizaron los muestreos (“variable explicativa X”) se realizó la prueba estadística Cochran-Mantel-Haenzel en la

plataforma Infostat (Di Rienzo y col., v. 2019). La información se organizó en la forma de tablas de contingencia seleccionando las variables “Condición” y “Estación” como criterios de clasificación. La variable “EPOs” se modeló como una variable control (Z) para definir distintos estratos, correspondientes a los 4 establecimientos muestreados, y la variable “Recuentos” (número de animales) como frecuencias absolutas. Se obtuvo, asimismo, las Tablas y estadísticos parciales para cada nivel de Z.

La hipótesis nula evaluada a través de este test fue acerca de la independencia entre el estatus mineral y la estación del año.

Resultados

4. Resultados

4.1. Caracterización de los EPOs

EPO 1: el rodeo general estaba compuesto por 250 ovejas, 10 carneros y 200 corderos de las razas *Hampshire Down*, *Texel* y *Criolla*. Los animales pastoreaban en parcelas separadas por boyero eléctrico. La base forrajera era pastura a base de festuca (*Festuca arundinacea*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) de un año de antigüedad y sembrada al voleo, sin fertilizar, sobre rastrojo de trigo y de maíz. La suplementación constaba de una mezcla de elaboración propia del productor, compuesta de 50 g de sal, 50 g de cenizas, 500 g de azufre y 500 g de tierra de diatomea, suministrado *ad libitum* en bateas. En cuanto al manejo general del rodeo, la edad promedio del primer servicio es entre los 7 y 8 meses. El servicio se realiza durante todo el año, no hay destete, no se capa y no se descola. Se desparasitan las ovejas luego de la parición, aunque a los corderos no se los desparasita. La última aplicación de clostridial había sido hace 4 años. Al momento del muestreo de otoño las ovejas muestreadas ya estaban servidas (Tabla suplementaria 1).

EPO 2: el rodeo estaba compuesto por 35 ovejas, 1 carnero y 36 corderos de la raza *Texel*. La base forrajera era una pastura a base de festuca (*Festuca arundinacea*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) de un año de antigüedad. En paralelo, los animales pastaban en una pastura natural, en la cual la especie predominante era gramón (*Cynodon Dactylon*) y en el muestreo de otoño, también lo hacían sobre un rastrojo de maíz. Cabe mencionar que se observó una marcada preferencia de los animales por la festuca respecto al trébol blanco. El suplemento constaba de maíz y sal dispuestos en bateas *ad libitum* y además se aplica un inyectable anual, un reconstituyente calcificante con vitaminas y aminoácidos (Oli-Vit Se, Agropharma). Respecto al manejo del rodeo, el servicio es estacionado (10 de marzo/30 de junio), no cuenta con abortos y las enfermedades diagnosticadas suelen ser acidosis, por exceso de grano en la dieta, y urolitiasis en los carneritos. Se desparasita el rodeo completo en forma regular, se aplica clostridial, se descola y se destetan los corderos. Durante el primer muestreo, las ovejas tenían sus crías al pie (Tabla suplementaria 1).

EPO 3: el rodeo estaba compuesto por 121 ovejas, 4 carneros y 114 corderos de la raza *Corriedale*. La base forrajera era una pastura natural donde las especies predominantes en el primer muestreo (12/03/2019) se trataban de gramón (*Cynodon dactylon*), pasto miel (*Paspalum dilatatum*) y cola de zorro (*Chloris virgata*). Estas especies también se encontraban presentes durante el segundo muestro (4/06/2019), con la inclusión de pasto de invierno (*Poa annua*). Asimismo, a todas las hembras se las

suplementaba con maíz partido en pre-servicio. En cuanto al manejo general del rodeo, la edad promedio del primer servicio es al año de edad. El servicio es estacionado y no se descola. Se realizan de dos a tres desparasitaciones anuales posteriormente a llevarse a cabo un recuento de HPG. Se aplica clostridial una vez al año. No se habían diagnosticado enfermedades hasta la fecha del último muestreo. Durante el muestreo de otoño, algunas de las ovejas muestreadas habían parido o estaban próximas a parir (Tabla suplementaria 1).

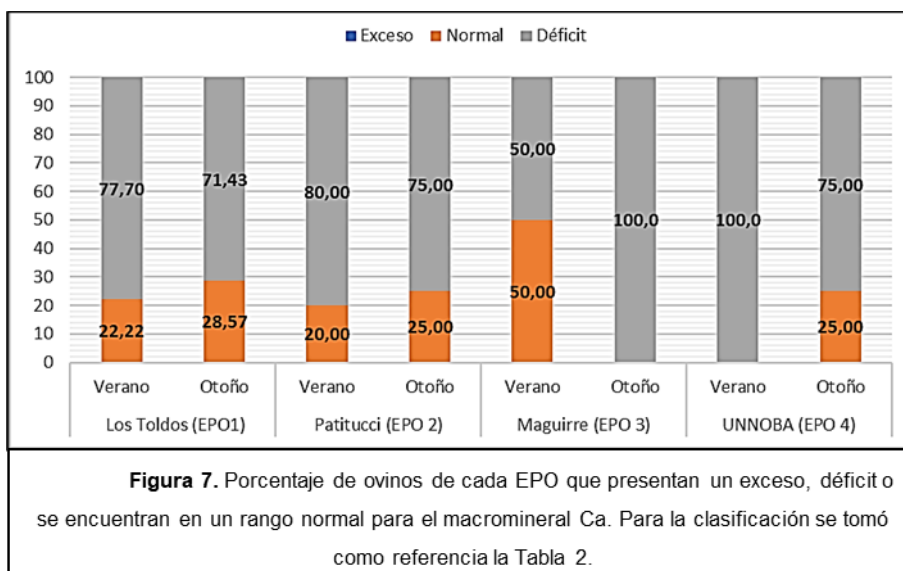
EPO 4: el rodeo estaba compuesto por 35 ovejas, 2 carneros y 23 corderos de las razas *Hampshire Down*, *Texel*, *Santa Inés* y distintos grados de cruzamiento de *Hampshire Down* x *Texel*. Durante el primer muestreo (13/03/2019), la base forrajera constaba de una pastura natural sobre un rastrojo de trigo, donde la especies que predominaban eran: rama negra (*Conyza sp.*), eleusine (*Eleusine indica*), capín (*Echinochloa colona*), cebollín (*Cyperus rotundus*) y chufa (*Cyperus esculentum*), estas dos últimas especies predominaban en una zona del potrero propenso al anegamiento y su consumo fue casi nulo respecto a las demás especies. Durante el segundo muestreo (22/05/2019), las especies predominantes sobre el rastrojo de trigo fueron perejilillo (*Bowlesia incana*), capiquí (*Stellaria media*) y raigrás (*Lolium perenne*). Se suplementaba con una ración diaria de maíz molido y se colocaban piedras de sal tres veces al año. Respecto al manejo general del rodeo, el servicio es estacionado (15/3-30/6). Los parámetros reproductivos del establecimiento son los siguientes: porcentaje de preñez del 63%, intervalo de parto-concepción de 8 meses y edad promedio del primer servicio de 8 meses. Se desparasita y se aplica antibióticos cada 4 meses, se suministra clostridial una vez por año y se descola. Durante el primer muestreo, los corderos todavía no habían sido destetados (Tabla suplementaria 1).

4.1 Estatus mineral de los ovinos

4.1.1. Calcio

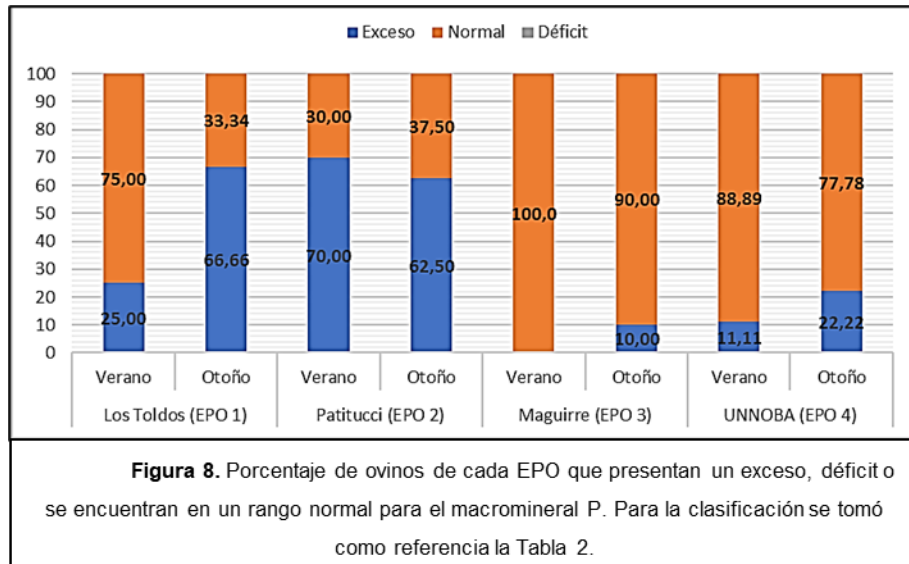
En todos los EPOs se observó un porcentaje elevado de animales con hipocalcemia, cuyos porcentajes rondaron entre 50,0% y 100,0% (Figura 7). La mayor diferencia entre estaciones se registró para el EPO 3, el cual sufrió un aumento del 50,0% en el número de animales con deficiencias en otoño (100,0%), respecto a lo observado en verano (50,0%). De forma similar, el 100,0% de los animales muestreados en la EPO 4 presentaron un déficit de calcio en verano, que luego disminuyó un 25,0% en el otoño

(75,0%). Para las demás EPOs no se encontraron variaciones estacionales tan marcadas. Cabe mencionar que, a diferencia de lo que sucede en el resto de las EPOs, donde el porcentaje de animales con déficit disminuye de verano a otoño, en Maguirre esta tendencia se vio invertida.



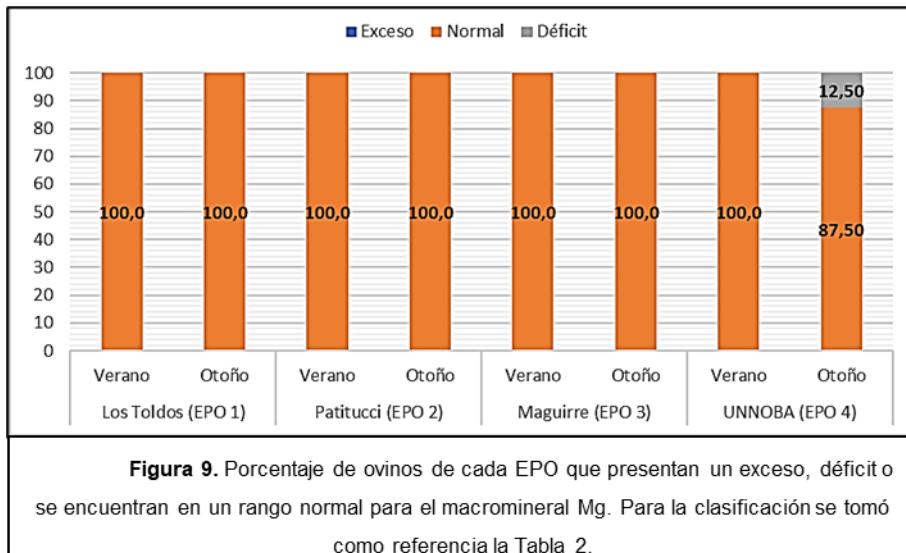
4.2.2 Fósforo

En todos los EPOs se hallaron animales con hiperfosfatemia, aunque los porcentajes asociados a esta condición demostraron ser muy variables, oscilando entre 10,0% – 70,0% (Figura 8). La EPO que presentó el mayor porcentaje de animales con exceso de este macromineral fue la EPO 2, el cual se mantuvo prácticamente constante entre ambas estaciones del año (70,0% en verano y 62,5% en otoño). La EPO 1 fue la que mayor variación estacional registró, con porcentajes de 25,0 y 66,7% en verano y otoño, respectivamente. Las EPOs 3 y 4 arrojaron los menores porcentajes de animales con exceso de fósforo y las menores variaciones entre estaciones. A excepción de la EPO 2, el resto exhibieron porcentajes menores de hiperfosfatemia durante el verano.



4.2.3. Magnesio

Únicamente el 12,5% del rodeo de la EPO 4 presentó hipomagnesemia durante el otoño. En las demás EPOs no se registraron valores por fuera del rango normal de este macromineral en ninguna de las estaciones muestreadas (Figura 9).

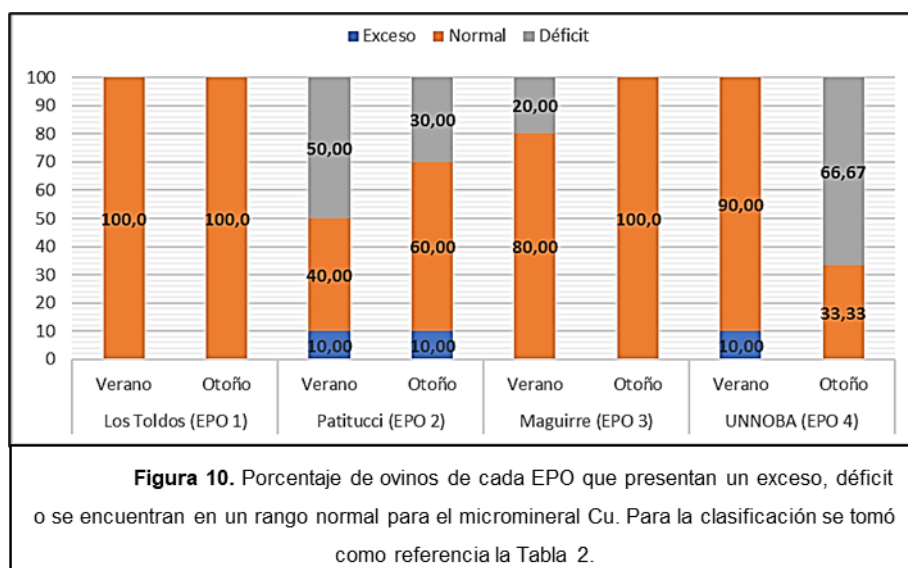


4.2.4. Cobre

Únicamente la EPO 2 presentó deficiencias de cobre en ambas estaciones del año, con porcentajes de 50,0% en verano y de 30,0% en otoño (Figura 10). Esta tendencia entre estaciones también se observó en la EPO 3, registrándose valores de 20,0% y luego de 0,0%. Contrariamente, la EPO 4 mostró un aumento del 66,7% en el número de animales con deficiencias en otoño respecto al verano (0,0%) siendo, asimismo, la EPO que mayor variación estacional exhibió.

Por otra parte, también se registraron valores de este micromineral por encima del rango normal para dos de las EPOs. Éstas fueron las EPO 2 y 4, ambas con porcentajes de 10,0%. Sólo la EPO 2 mantuvo este porcentaje en las dos estaciones muestreadas, mientras que la EPO 4 se normalizó hacia el otoño.

Por último, la EPO 1 mostró niveles de cobre normales en la totalidad del rodeo (100,0%) en ambas estaciones del año.

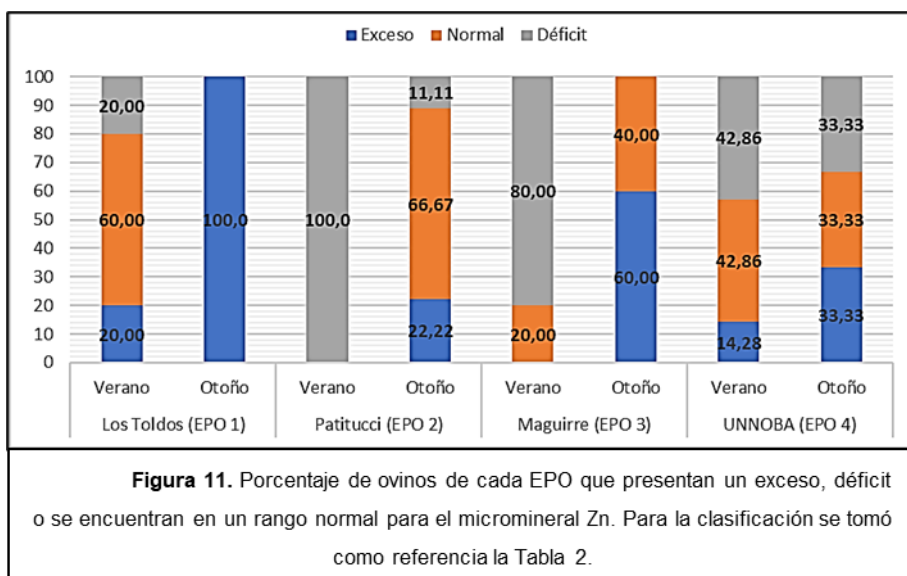


4.2.5. Zinc

Al igual que para el cobre, se hallaron animales en las tres condiciones sanitarias (exceso, normal y déficit) respecto al zinc (Figura 11). En las cuatro EPOs se observó un exceso de este micromineral en al menos una de las estaciones muestreadas. En

todos los casos, los valores más elevados se dieron en otoño, siendo la EPO 1 la que presentó el porcentaje más alto (100,0%) y la mayor variación estacional (80,0%). A la EPO 1 le siguió la EPO 3, con un 60,0% en otoño, y luego las EPOs 2 y 4.

Por el contrario, las deficiencias más marcadas de zinc se encontraron durante el verano, siendo la EPO 2 la EPO con el porcentaje más elevado de ovinos en esta condición (100,0%) y la que mayor variación estacional registró (88,9%). Posteriormente, la EPO 3 mostró un déficit de 80,0% en verano, mientras que en el otoño no se detectaron animales con deficiencia. Siguiendo esta tendencia, la EPO 4 presentó porcentajes de deficiencias de 42,9% y 33,3% en verano y otoño, respectivamente. Finalmente, la EPO 1 fue la EPO que exhibió el menor porcentaje de deficiencias (20,0%), únicamente durante el verano.



En la sección suplementaria, se encuentran detalladas las concentraciones absolutas de cada mineral para cada EPO y estación del año (Tablas suplementarias 2-5).

5. Análisis estadístico

La prueba de hipótesis de Cochran-Mantel-Haenzel permitió establecer que, en general, no existe una asociación significativa entre el estatus mineral de las ovejas y la estación del año en la que se realizó el muestreo. A continuación, se muestran los valores p del estadístico Chi cuadrado Pearson para cada uno de los minerales evaluados (Tabla 3). A excepción del zinc, el cual arrojó un valor p significativo (<0.0001), el resto de los minerales presentó valores p mayores al nivel de significación ($\alpha=0.05$), por lo tanto, no se encontraron evidencias para rechazar la hipótesis nula de independencia entre las variables.

Tabla 3. Niveles de significancia obtenidos para la asociación entre el estatus mineral y la estación del año. En negrita se indican aquellos valores p del estadístico Chi cuadrado de Pearson que resultaron significativos ($\alpha=0,05$).

Mineral	p
Ca	0,5711
P	0,4009
Mg	0,3000
Cu	0,6872
Zn	<0,0001

Posteriormente, en lugar de considerar los establecimientos como un conjunto, se analizaron los valores p de cada uno de los cuatro estratos de la variable “EPOs”. De esta manera, se pudo determinar que, para ciertos minerales, uno o más de los establecimientos evaluados presentaban una asociación significativa entre las variables “Condición” y “Estación”, tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Niveles de significancia encontrados para la asociación entre el estatus mineral y la estación del año, estratificados por la variable "EPOs". En negrita se indican aquellos valores p del estadístico Chi cuadrado de Pearson que resultaron significativos ($\alpha=0,05$). EPO 1: Los Toldos, 2: Patitucci, 3: Maguirre y 4: UNNOBA.

Mineral	EPO	p
Ca	1	0,7711
	2	0,7998
	3	0,0098
	4	0,1103
P	1	0,1190
	2	0,7373
	3	0,3049
	4	0,5271
Mg	1	>0,9999
	2	>0,9999
	3	>0,9999
	4	0,2500
Cu	1	>0,9999
	2	0,7558
	3	0,3292
	4	0,0068
Zn	1	0,0907
	2	0,0020
	3	0,0007
	4	0,7188

Discusión

6. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de tesis se registraron niveles de Ca por debajo de lo normal en todos los EPOs, en ambas estaciones muestreadas, lo cual contribuiría a explicar que la variación estacional no fuera estadísticamente significativa. Durante el muestreo de verano, en los EPOs 2 y 4, los corderos aún se encontraban lactando, por lo que resulta razonable que los valores de hipocalcemia en las ovejas sean mayores respecto al otoño. En el EPO 3, en cambio, las ovejas se habían servido a mediados de febrero, por lo que durante el muestreo de otoño estaban cursando el último tercio de preñez, mostrando una tendencia inversa a la de los EPOs anteriormente mencionados. A pesar de que los animales muestreados en el EPO 1 fueron de borregas de 7 meses de edad, éstas también presentaron deficiencias de Ca. En concordancia con estos resultados, Gioffredo (2011) ha propuesto que cualquier categoría animal puede verse afectada por una deficiencia de este macromineral, no obstante, existe una mayor incidencia en hembras que atraviesan su último tercio de preñez, parturientas de hasta 8 semanas, hembras que estén lactando y ovejas viejas. En cuanto a la alimentación, en los EPOs 3 y 4 las especies predominantes en las pasturas eran gramíneas, mientras que en los EPOs 1 y 2 la base forrajera estaba compuesta por trébol blanco (leguminosa) y festuca (gramínea), con una marcada preferencia de las ovejas por esta última. Las gramíneas suelen presentar de tres a cuatro veces menos Ca en su composición que las leguminosas en todos sus estados fenológicos y bajo condiciones ambientales similares (Coria, 2020). Por otro lado, Sainz Rozas y col. (2019) sugieren que en los últimos años las concentraciones de este macromineral fueron disminuyendo en los suelos del noroeste de la provincia de Bs. As. debido al incremento de la producción de granos, actividad desarrollada en todos los EPOs muestreados. Otro factor íntimamente ligado a la hipocalcemia es una alta concentración de P en el suero. En el EPO 2 se habían detectado varios casos de animales con acidosis y urolitiasis (Patitucci, comunicación personal), enfermedades desencadenadas a raíz del exceso de fósforo en la dieta por largos periodos de tiempo. Esta condición genera desbalances en el metabolismo del Ca, una excesiva remoción ósea y cálculos urinarios (Soto y Reinoso, 2012).

Con respecto al P, los EPOs 1 y 2 mostraron un marcado exceso de este macromineral, el cual podría estar relacionado con la dieta suministrada a los ovinos. Si bien la variación estacional no resultó estadísticamente significativa, dicho exceso se acentuó en otoño, meses en los cuales las ovejas se habían alimentado de una pastura sobre un rastrojo de maíz y en el EPO 2, además, se había suplementado con grano de maíz. Se ha observado que el contenido de P en las especies vegetales suele ser mayor

en las legumbres que en las gramíneas (Underwood y Suttle, 1999) y que la hiperfosfatemia en el suero ovino suele estar ligado al exceso de grano en la dieta (Patitucci, comunicación personal). Sumado a esto, Jones y Betteridge (1994) plantean que los animales que pastorean tienen la habilidad de seleccionar aquellas pasturas que presentan una mayor concentración de P.

En lo que se refiere al Mg, no se observaron cambios estadísticamente significativos en los periodos evaluados y los niveles séricos de este mineral se mantuvieron dentro del rango de referencia. Resultados similares fueron obtenidos por Brzezińska y Krawczyk (2010), Román y col. (2017) y Vitulli-Moya y col. (2020) para otros rumiantes pequeños.

En cuanto al Cu, se detectaron deficiencias de este micromineral en tres de los EPOs evaluados. Las deficiencias de Cu suelen ser mayores en primavera-verano, disminuyendo o revertiéndose en otoño-invierno (Mattioli y col., 1996), siendo este el caso de los EPOs 2 y 3. Contrariamente, en el EPO 4 no se encontraron deficiencias en verano; pero sí en otoño. Situación similar a la descrita por Minatel y Carfagnini (2002) que reportaron valores inferiores de Cu en plasma bovino durante los meses de verano, otoño y primavera. A pesar de esta aparente estacionalidad, no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el estatus mineral del Cu y la época del año muestreada. Por otra parte, al momento del muestreo, los animales del EPO 4 se encontraban consumiendo malezas anuales situadas en un lote previamente disqueado. La labranza y resiembra de los campos son factores que colaboran a agudizar las deficiencias de Cu, ya que destruyen las especies perennes, siendo éstas las especies más ricas en dicho mineral (Gioffredo, 2011). Respecto al tipo de suelos, con excepción del EPO 2, la producción ovina en los EPOs 3 y 4 se desarrolla en campos bajos, inundables y posiblemente con un pH alcalino. De forma similar, Repetto y col. (2011) reportaron deficiencias de este micromineral en suelos con dichas características. Asimismo, Balbuena y col. (2003) sugieren que las deficiencias de Cu en estos “bajos” se ve agravada por la elevada concentración de molibdeno que estos presentan, dado que afecta su absorción en la dieta. La ausencia de animales con deficiencia de Cu en el EPO 1 se atribuye al manejo agroecológico del establecimiento, lo que implica que no se utilice intensivamente el suelo, evitando grandes extracciones de nutrientes a través de la producción de granos (Postma y col., 2010).

Todos los EPOs registraron niveles bajos de Zn en los muestreos de verano, valores que mejoraron durante el otoño, siendo este el único mineral para el cual se halló una variación estacional estadísticamente significativa. Las ovejas muestreadas en el EPO 1 correspondían a borregas de 7 meses de edad y presentaron los menores

porcentajes de deficiencia. En el resto de los EPOs, las hembras evaluadas habían alcanzado la adultez (4 dientes y “boca llena”). Conforme con estos resultados, Arelovich y col. (2014) proponen que los animales jóvenes suelen presentar concentraciones superiores de Zn. En términos del tipo de pastura presente en los EPOs 1 y 2, ésta se trataba de trébol blanco y festuca, aunque con una marcada preferencia de los animales por la especie gramínea. Por su parte, en los EPOs 3 y 4, gran parte de la pastura estaba compuesta por gramón, otra gramínea. El Zn suele hallarse en mayores concentraciones en leguminosas en comparación con las gramíneas (Arelovich y col., 2014). Del mismo modo, Corbellini y col. (1998) determinaron el siguiente rango decreciente para la concentración de Zn: leguminosas, gramíneas y grano de maíz. Conformando este último una parte importante de la suplementación de la dieta de los animales de los EPOs 2 y 4. Sumado a lo antedicho, se ha reportado que a medida que las plantas maduran, muestran un decrecimiento en sus niveles de Zn (McDowell, 1997), lo cual explicaría que se registraran los valores más bajos de este micromineral durante los meses de verano, cuando todas estas especies vegetales se encontraban en estado reproductivo. Si bien la interacción suelo-planta es compleja, una baja concentración de Zn en las plantas suele ser reflejo de una deficiencia de Zn en el suelo (Reid y Horvath, 1980), siendo los suelos de la región en estudio, aquellos que registraron una mayor caída a través de los años en la concentración de este micromineral (Sainz Rozas y col., 2019).

Los resultados obtenidos demuestran que las variaciones en el estatus mineral estarían fuertemente ligadas a la alimentación y al estado fisiológico de los ovinos. Considerando que el último tercio de preñez y la lactación son los dos periodos de mayores requerimientos nutricionales (Zárate y col., 2011), sería aconsejable que el rodeo disponga de pasturas con un buen contenido de Ca y Zn, como pueden ser pasturas a base de leguminosas. El pastoreo en parcelas, ajustando la carga animal evitaría que el animal seleccione la especie a ingerir y le daría descanso a la pastura para que se recomponga luego del pastoreo, más aún en años de escasas precipitaciones. Fertilizar la pastura, asimismo, ayudaría a reponer los nutrientes extraídos por el pastoreo y a recomponer el estado óptimo del forraje. Otra herramienta para mejorar la condición corporal de las ovejas sería el destete precoz de sus crías, especialmente en años donde se disponen de potreros de mala calidad nutricional por las escasas precipitaciones. La suplementación con henos de buena calidad siempre es una gran herramienta en periodos de restricciones. Finalmente, se recomienda evitar el exceso en la dieta de granos lo que conllevaría a que los niveles de P aumenten

afectando la disponibilidad de Ca y en algunos casos siendo el desencadenante de enfermedades metabólicas.

En un futuro, la combinación de los datos obtenidos en el presente trabajo de tesis con el análisis de muestras de pastura, agua y suelo provenientes de los establecimientos evaluados, tanto en las estaciones consideradas como en las restantes (invierno y primavera) será de utilidad para proporcionar un panorama más completo del estatus sanitario mineral de los ovinos del área de influencia de la UNNOBA.

Conclusiones

7. Conclusiones finales

- Se determinó que los distintos grupos de ovinos evaluados presentan alteraciones en su estatus mineral.
- Se estableció que, en general, no existe una asociación estadísticamente significativa entre el estatus mineral de las ovejas y la estación del año en que se realizaron los muestreos.
- El análisis de muestras de pastura, agua y suelo en los EPOs seleccionados, en todas las estaciones del año, proporcionará un panorama más completo del estatus sanitario mineral de los ovinos.

Suplementario

Tabla Suplementaria 1. Estado fisiológico y sanitario del rodeo.

EPOs	Estación	Edad Ovejas	Estado fisiológico del rodeo	Estado general del rodeo
Los Toldos (EPO 1)	Verano	7 meses	Crecimiento	Bueno
	Otoño	10 meses	Gestando	Bueno
Patitucci (EPO 2)	Verano	Boca llena	Lactando	Bueno
	Otoño	Boca llena	Gestando	Bueno
Maguirre (EPO 3)	Verano	Boca llena	Gestando	Bueno
	Otoño	Boca llena	Gestando/Pariendo	Bueno
UNNOBA (EPO 4)	Verano	Boca llena	Lactando	Bueno
	Otoño	Boca llena	Gestando	Bueno

Tabla Suplementaria 2. Concentraciones absolutas de los minerales evaluados en la EPO 1, a través de las dos estaciones del año (verano y otoño). Se señalan con asteriscos aquellas muestras que resultaron insuficientes para su medición.

Los Toldos (verano)					
ID muestra	Ca (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
113	10,6	*	2,54	0,87	*
114	11,7	6,6	2,64	0,95	0,77
115	11,9	6,5	*	0,91	*
116	11	6,1	*	0,9	*
117	11,2	5,9	2,8	1,1	1,16
118	10,3	5,6	2,79	1,1	1,14
119	10,5	7,8	2,62	0,92	1,36
121	9,9	5,5	2,17	0,88	0,93
122	10,3	8,8	2,64	1,18	*
Los Toldos (otoño)					
ID muestra	Ca (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
113	11	11,7	2,57	0,78	3
114	11,8	*	*	*	*
115	*	*	*	0,89	*
116	11	6,9	2,36	*	*
117	*	*	2,78	1	*
118	*	*	*	0,82	*
119	11	8,4	2,54	0,81	2,59
120	12,2	10,1	2,32	0,84	*
121	9,9	7,3	2,61	0,79	1,41
122	10,4	11,1	2,49	1,05	*

Tabla Suplementaria 3. Concentraciones absolutas de los minerales evaluados en la EPO 2, a través de las dos estaciones del año (verano y otoño). Se señalan con asteriscos aquellas muestras que resultaron insuficientes para su medición.

Patitucci (verano)					
ID muestra	Ca (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
112	11,6	8,8	2,43	0,95	*
413	10,6	10,6	2,31	1,29	0,53
414	12,3	6	2,7	0,82	0,58
415	10,2	7,9	2,13	0,82	0,53
416	11	7,5	2,23	1,52	0,34
417	9,9	7,3	2,1	0,71	0,46
418	9,5	9,8	2,23	0,65	0,47
419	8,1	12,7	2,16	0,59	*
420	10,7	11,5	2,43	0,55	0,79
Patitucci (otoño)					
ID muestra	Ca (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
112	12,5	7,2	2,2	0,9	3,31
413	10,9	7,7	2,38	1,42	2,33
414	12,2	7,9	1,95	0,8	0,89
415	10,5	8,3	1,81	0,93	0,76
417	*	9,4	2,44	0,74	0,97
418	10,6	6,7	2,3	0,7	0,88
419	10,7	8	2,39	0,76	0,93
420	9,5	5,9	3,27	0,83	1,01
421	9,8	*	2,21	0,68	1,13

Tabla Suplementaria 4. Concentraciones absolutas de los minerales evaluados en la EPO 3, a través de las dos estaciones del año (verano y otoño). Se señalan con asteriscos aquellas muestras que resultaron insuficientes para su medición.

Maguirre (verano)					
ID muestra	Ca (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
101	12,2	6,5	2,28	0,77	0,85
102	11,5	5,8	1,95	0,78	0,63
103	10,4	6	2,55	0,82	0,61
104	10,7	5,5	1,75	0,72	0,59
105	11,1	5,9	2,11	0,83	0,54
106	10,8	7,5	2,12	0,76	0,65
107	10,9	5	2,55	0,89	0,64
123	11,9	5,5	2,03	0,75	0,96
124	11,7	4,8	1,64	0,74	0,77
125	12,3	5,4	2,28	0,96	0,61

Maguirre (otoño)					
ID muestra	Ca (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
101	11,1	5,1	2,19	0,76	1,78
102	11,3	5,4	2,03	0,76	1,7
103	10,3	5,7	2,69	1,03	1,13
104	10,8	5,3	2,01	0,76	1,87
105	11,3	9,3	1,87	0,94	1,11
106	9,3	7,2	2,69	0,89	1,22
107	10,6	5,3	2,2	0,87	0,91
123	11	4,5	2,42	0,79	1,71
124	9,6	4,6	2,26	0,79	1,25
125	10,8	6,5	2,79	1,05	1,99

Tabla Suplementaria 5. Concentraciones absolutas de los minerales evaluados en la EPO 4, a través de las dos estaciones del año (verano y otoño). Se señalan con asteriscos aquellas muestras que resultaron insuficientes para su medición.

UNNOBA (verano)					
ID muestra	Ca (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
A20	10,2	5,5	2,71	1,47	0,74
31	11,2	7,3	1,36	0,87	0,7
32	9,9	5,6	1,57	1,01	1,01
34	10,2	6,8	2,17	0,79	1,22
36	10,4	5,6	2,21	1,12	0,64
37	*	8,3	2,19	0,77	*
38	10,3	7,4	2	0,68	1,09
39	9,3	*	2,12	1,03	*
41	8,9	4,1	2,12	0,78	*
43	8,3	6,6	2,88	0,76	0,95

UNNOBA (otoño)					
ID muestra	Ca (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
A20	12,4	6,9	2,22	0,63	0,67
31	11,6	6,1	1,91	0,7	1,19
32	10,7	5,9	1,78	0,64	0,61
34	10,7	6,2	1,96	0,81	*
36	11,3	7,9	1,87	0,76	1,31
37	*	7,7	*	0,68	*
38	*	6,9	1,97	*	*
39	9,8	5,4	1,84	0,92	1,75
41	10,5	5,4	1,96	0,56	1,13
43	11,1	*	*	0,55	*

Bibliografía

8. Bibliografía

- Arelovich, H. M., Amela, M. I., Martínez, M. F., Bravo, R. D., & Torrea, M. B. (2014). Influence of different sources of zinc and protein supplementation on digestion and rumen fermentation parameters in sheep consuming low-quality hay. *Small Ruminant Research*, 121(2-3), 175-182.
- Balbuena, O., McDowell, L. R., Mahyew, I. G., Toledo, H. O., Luciani, C. A., Stahringer, R. C., ... & Conrad, J. H. (2003). Ataxia enzootica tardía en corderos. Contribución al conocimiento de su etiología en el Chaco (Argentina).
- Bavera G. A. (2006). Elementos Minerales Esenciales. Suplementación Mineral y con Nitrógeno No Proteico del Bovino a Pastoreo., cap. 1 13-19 – Tercera edición- 384 pág. Edición del autor. Rio Cuarto – Sitio Argentino de Producción Animal.
- Berrett, S., & Hebert, C. N. (1979). A semi-quantitative spot test for glutathione peroxidase in blood of cattle and sheep for the assesment of biological selenium status. *The Veterinary Record*, 105(7), 145-146.
- Brzezińska M, Krawczyk M. 2010. The influence of pregnancy and lactation on the magnesium and calcium concentration in goats' blood serum. *J. Elementol.* 15: 31-37.
- Camberos, H. R., Marcilese, N. A., Figueras, H. D., & Valsecchi, R. M. (1965). Estudios preliminares sobre pluricarencia de oligoelementos. *Gaceta Vet*, 27, 99-117.
- Cátedra de Producción de Pequeños Rumiantes y Cerdos - FCV - UNNE (2011). http://www.vet.unne.edu.ar/index.php?option=com_joomdoc&task=document.download&path=Grado/ProduccionPequenosRumiantesyCerdos.pdf
- Censo Nacional Agropecuario (2002). https://datos.gob.ar/dataset/agroindustria-censo--ganaderia-cna-02/archivo/agroindustria_d158d3bf-b09c-436c-8d99-bf7a8923e811
- Coria, M. (2020). Nutrición mineral en ganadería. EEA Cesáreo Naredo, INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/nutricion_mineral_en_ganaderia.pdf.
- Consorcio Manchego (2018). Importancia de los minerales en Ganado ovino. Núm. 49, 1er Trimestre de 2018. <https://agrama.es/wp-content/uploads/2020/05/Revista-49-2.pdf>

- Corbellini, C. N. (1998). Influencia de los micronutrientes en la fertilidad en bovinos lecheros. *Rev. Med. Vet. (complemento)* 79: 8-13.
- Cseh, S. B., Fay, J. P., Sueldo, R. J., & Drake, M. (1994). Una microtécnica simple para el dosaje de fósforo inorgánico en suero bovino. In Congreso Argentino de Producción Animal. 18. 1994 06 22-25, 22-25 jun 1994. Buenos Aires.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Fernández, E. L. (2019). Variación de los niveles sanguíneos de macro y micro minerales, en bovinos para carne expuestos a exceso de ion fluoruro en la alimentación (*Doctoral dissertation*, Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata).
- García, F. O. (2017). El balance de nutrientes. Manejo, deterioro o polución. El papel de la fertilización. Curso agrícola FundaCREA Buenos Aires, 25 de Julio de 2017.
- Gioffredo, J. J. (2011). Sanidad en ovinos y caprinos. Enfermedades metabólicas. Río Cuarto, Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Hofman R.R. (1993). Anatomía del conducto gastro-intestinal. El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición. Editorial Acribia. España. pp.15-46.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (1974). Carta de suelos de la República Argentina.
- Jones, R. J., & Betteridge, K. (1994). Effect of superphosphate, or its component elements (phosphorus, sulfur, and calcium), on the grazing preference of steers on a tropical grass-legume pasture grown on a low phosphorus soil. *Australian journal of experimental agriculture*, 34(3), 349-353.
- Kaneko, J.J. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 4th edition. 1989. Ed:Academic Press, Inc. California. Pp: 932.
- Krause D.O., Nagaraja T.G., Wright A.D.G., Callaway T.R. (2013). Rumen microbiology: Leading the way in microbial ecology. *J. Anim. Sci.* 91:331–341. DOI: 10.2527/jas.2012-5567.
- Mattioli, G. A., Ramírez, C. E., Giuliadori, M. J., Tittarelli, C. M., Yano, H., & Matsui, T. (1996). Characterization of cattle copper deficiency in the Magdalena district. *Livestock Production Science*, 47(1), 7-10.

- McDowell, L. R., J. Velásquez–Pereira, y G. Valle. (1997). *Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales*. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 81 p.
- Minatel, L., Buffarini, M. A., Dallorso, M. E., Homse, A., & Carfagnini, J. C. (1998). Relevamiento mineral de bovinos de la región Noroeste de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim*, 18, 67-75.
- Minatel, L., & Carfagnini, J. C. (2000). Copper deficiency and immune response in ruminants. *Nutrition Research*, 20(10), 1519-1529.
- Minatel, L., & Carfagnini, J. C. (2002). Evaluation of the diagnostic value of plasma copper levels in cattle. *Preventive veterinary medicine*, 53(1-2), 1-5.
- Mufarrege, D. J. (1999). *Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina*.
- National Research Council (1985). *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep*. 5ta Ed. Washington, D. C. USA.
- Payne, J. M., Dew, S. M., Manston, R., & Faulks, M. A. R. G. A. R. E. T. (1970). The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Veterinary Record*, 87, 150-158.
- Producción de Pequeños Rumiantes y Cerdos, Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias. (s/f). Disponible en: <https://ppryc.files.wordpress.com/2011/04/ut1-ovinos-u1.pdf>
- Rabotnikof, C. M., Gonella, C. A., Stritzler, N. P., & Floris, N. R. (1983). Efecto de la Suplementación parenteral de cobre sobre los niveles de cobre en sangre y la Ganancia de peso en novillos en el área de General Villegas. *Rev. Arg. Prod. Anim*, 3(5), 446-457.
- Redondo, P. (2003). *Área de zootecnia y producción animal: Anatomía del aparato digestivo de un rumiante*, Valladolid, España: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola - INEA.
- Reid, R. L., & Horvath, D. J. (1980). Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. *Animal Feed Science and Technology*, 5(2), 95-167.
- Repetto, J. C., Donovan, A., & García, F. (2004). Carencias minerales, limitantes de la producción. *Bs. As. Laboratorios Biotay*, 2(18), 6-7.
- Resource Management Council of Australia, New Zealand. Standing Committee on Agriculture, Resource Management. Ruminants Sub-Committee, & Australian

- Agricultural Council. Ruminants Subcommittee. (1990). *Feeding standards for Australian livestock. Ruminants* (No. 23). Csiro Publishing.
- Román S, Núñez ML, Frutos RZ. 2017. Macro minerales seleccionados en sangre de caprinos del Paraguay: análisis de calcio y magnesio en cabras lecheras de la raza Saanen durante el periodo de transición pre y post-parto. *Rev. Soc. Cient. Paraguay* 22: 75-86.
- Romero, O., & Bravo, S. (2012). Alimentación y nutrición en los ovinos. *Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*.
- Sainz Rozas, H. R., Reussi Calvo, N. I., & Barbieri, P. (2019). Uso del índice de verdor para determinar la dosis optima económica de nitrógeno en maíz. *Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo*.
- Sainz Rozas, H., Eyherabide, M., Larrea, G., Martínez Cuesta, N., Angelini, H., Reussi Calvo, N., & Wyngaard, N. (2020). Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la Región Pampeana. *ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO*, 8(9), 12.
- Schweitzer, V., Iwersen, M., Drillich, M., Wittek, T., Tichy, A., Mueller, A., & Krametter-Froetscher, R. (2017). Macromineral and trace element supply in sheep and goats in Austria. *Veterinárni medicína*, 62(2), 62-73.
- SENASA, Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/ovinos>
- Soto, C., & Reinoso, V. (2012). Suplementación con fósforo en ganado de carne a pastoreo. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(7), 1-13.
- TAXONOMIA DE SUELOS - ACTUALIZACION USDA - SOIL TAXONOMY V. 2014 http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/2014_Keys_to_Soil_Taxonomy.pdf
- Troncoso, H. (2014). Alimentación mineral en pequeños rumiantes. *Entorno Ganadero* N.º 42, BM Editores. Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica, FMVZ, UNAM.
- Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). *The mineral nutrition of livestock* 3rd edition.
- Vitulli-Moya, G., Vázquez, V., Martínez, G. M., Colque-Caro, L. A., Medina-Vallejo, D. M., Suarez, V. H., ... & Micheloud, J. F. (2020). Variación en los niveles séricos de Calcio, Fósforo, Magnesio, Cobre y Zinc durante las distintas etapas productivas en cabras de leche en un tambo caprino del noroeste argentino. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 19(2), 60-64.

Zárate Frutos, R., Pedrozo Prieto, R., Acosta González, R., Lara Nuñez, M., Báez Escalante, M., & A¹, G. C (2011). Perfiles metabólicos en ovejas Texel en los periodos de preservicio, último tercio de gestación e inicio de lactancia.