

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA RIOJA
SEDE UNIVERSITARIA CHAMICAL



CARRERA

INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES PARA ZONAS ÁRIDAS

CÁTEDRA

SEMINARIO DE TITULACIÓN

TITULO

CALIDAD NUTRITIVA DEL FORRAJE DE *Opuntia ficus Indica* (L.) Mill
SOMETIDA A FERTILIZACION EN CONDICIONES DE SECANO

NOMBRE DEL AUTOR

RAUL FERNANDO DIAZ

AÑO

2017

ASESOR

Tutor:

Ing de RNRZA. Armando Ricarte

Aclaración de firma

Título Profesional

TRIBUNAL EVALUADOR DEL TRABAJO DE SEMINARIO

Presidente: Nombre y apellido
Título Profesional

Miembro: Nombre y apellido
Título Profesional

Miembro: Nombre y apellido
Título Profesional

Fecha de aprobación de la Práctica Profesional Supervisada:

Cuerpo Docente de Práctica Profesional

Profesora
Maria Ines Zalazar
Ing. de RNRZA (Mgter)

DEDICATORIA

Al mis Padres Raúl y Ramona.

Por el cariño, apoyo incondicional siempre y la motivación permanente para seguir adelante y no bajar los brazos nunca. Pero en especial a mi madre por que tuvo la capacidad de vencer un montón de obstáculos y darme la posibilidad de seguir estudiando. Gracias.

A mis hermanos Soledad y Emiliano.

Por lo momentos compartido, por las alegrías que vivimos cada vez que nos juntamos, pero sobre todo por ser un pilar fundamental cada vez que los necesito.

A la memoria de mis abuelos Pablo y Nélida

Que desde alguna estrella me guían y me dan fuerza para seguir adelante.

También dedicado a la memoria de Ing. Orlando Bazán

*Un compañero de trabajo, un amigo y sobre todo un referente local del cultivo de *Opuntia ficus indica*.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a gracias a Dios por darme fuerza siempre para levantarme después de cada tropezón y poder continuar con la lucha diaria de la autosuperación personal.

*Al director de la práctica profesional supervisada. Ing. Armando Ricarte, más que jefe inmediato y compañero de trabajo, un gran amigo. Gracias por la confianza depositada en mí, las enseñanzas transmitidas y sobre todo gracias por guiarme en todo momento en el desarrollo de la práctica.

*Al Med.Vet. Tomas Vera gracias por su amistad, enseñanzas transmitidas, tiempo compartido, consejos, compañerismos y sobre todo gracias por la gestión de recursos para poder ejecutar el experimento.

*Al profesor Luis Alberto Leal por su amistad, cariño y motivación permanente.

*Al Biol. Fernando Biurrun y su señora Biol. Elizabeth Pagliari excelentes amigos, personas grandiosas, gracias por abrirme la puerta de su casa y darme una mano siempre.

*Al decano de la Sede Universitaria Chamental Ing. José Vera Díaz por su amistad y motivación permanente.

*A la directora de carrera Ing. Maria Inés Zalazar por la predisposición de tiempo y respuestas inmediatas luego de cada consulta

*A todo el personal de administración del INTA La Rioja, Simón, Juan Carlos, Jorge, Felipe, y Emanuel por su amistad, compañerismo y sobre todo por facilitar siempre los trámites y poder llevar adelante las actividades de la forma que estaban planificadas.

*Al Ing. Agr. Pedro R. Namur (hijo), por la información facilitada y ayuda en la redacción.

*Al Ing. Carlos Ferrando, por información facilitada, por la motivación permanente y sobre todo por su amistad

*A la Ing. Roxana Edith Ávila, por la información facilitada, consejos estadísticos y su amistad.

*Al Ing. Lisandro Blanco por su amistad, compañerismo y logística cuando surgen dudas con temas afines.

*A la Ing. Karina Leal por el compromiso y seriedad con la que trabaja, y por proporcionar en tiempo y forma los resultados de los análisis de calidad.

*Al Ing. Diego Pereyra por su amistad, compañerismo acompañamiento y asesoramiento con el muestreo de suelo.

*Al Geol. Amaro Romero por su amistad e información facilitada.

*Al Ing. José Molina por su amistad y motivación permanente.

*A la Ing. Agr. Graciela Leguizamón de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) por la información facilitada.

* Al Ing. Hugo Gallardo coordinador del Proyecto Regional Llanos Sur La Rioja (CATRI-1233206) por facilitar el financiamiento de algunos insumos para llevar a cabo actividades planificadas en la práctica profesional supervisada.

- *Al Ing. Hugo Carrizo coordinador de Proyecto Regional Llanos Norte La Rioja (CATRI-1233205) por facilitar el financiamiento de algunos insumos para llevar a cabo actividades planificadas en la práctica profesional supervisada.
- *A la Ing. Patricia Chagra coordinadora del proyecto específico PNPA-1126032 Generación e integración de conocimientos para incrementar la producción de rumiantes menores por el aporte financiero para llevar a cabo actividades planificadas en la práctica profesional supervisada
- *Al Ing. Luis Guzmán por su amistad (más que un amigo un hermano) y sobre todo por la ayuda con la redacción.
- *A la Med Vet. Gabriela Brunello, por su amistad, compañerismo, motivación permanente, información facilitada, sobre todo por la calidad de persona y el apoyo logístico siempre.
- *Al Lic. Juan Agüero por su amistad, compañerismo y motivación permanente.
- *Al Ing. Darío Recalde por su amistad y motivación.
- *Al Ing. Daniel Vera por su amistad y motivación permanente.
- *Al Ing. Leo Riva de Neyra por su amistad compañerismo e información facilitada.
- *Al Lic. Domingo Garay por su amistad y compañerismo.
- *A Walter Agüero (Chichi) por la amistad, compañerismo, días y horas de estudio compartidas.
- *A Valeria Pizarro por ser una de las mejor amiga que encontré durante en el cursados de la carrera, excelente persona gracias por todo.
- *A Javier Florindo por su amistad, compañerismo, horas de mate y estudio compartidas sobre todo por lo consejo gran amigo.
- *A Alicia Sancho por su amistad y compañerismo.
- *Al Profe Oscar Aguilera por el compañerismo y amistad.
- *Al Med Vet Juan Paz por su amistad y horas de trabajo compartidas.
- *Al Ing. Carlos Vera por su amistad y momento compartidos.
- *Al Ing. Emanuel Luna Toledo por la amistad y compañerismo.
- *Al Ing. Ernesto Pelliza por su amistad y la información facilitada.
- *A todo el personal de apoyo de campo de la Estación Experimental del INTA La Rioja por su amistad y compañerismo, en especial a Rubén Nieto y Jorge Vera por la colaboración en todo momento durante la ejecución de la práctica profesional supervisada.
- *A la Lic. Gabriela Chávez por su amistad, compañerismo y enseñanza.
- *Al Ing. Jose Tessi por su amistad y compañerismo.
- *Al Ing. Raúl Corzo por el asesoramiento, su amistad y motivación.
- *Al personal de servicios generales del INTA La Rioja Valeria y Sandra por la amistad y compañerismo.
- *Al Biol. Alejandro Agüero por su amistad y motivación permanente.
- *A la Ing. Mónica Dorado, por sus aportes en la escritura inicial del proyecto.
- *Al Ing. Miguel Bolaño por su amistad y motivación a seguir con la carrera.
- *A todo el personal administrativo de la Sede Universitaria Chamental por la predisposición siempre que tuve que hacer un trámite.
- *Al Ing. Hugo Ayan por asesoramiento su amistad y motivación.

*A Sr. José Arguello y su Sra. Ana por su amistad, motivación permanente y por cuidar de mí como si fuesen mis padres adoptivos.

*A los amigos encontrados en el transcurso del cursado de la carrera Maximiliano Cesar, Agustina Díaz, Julieta Romero, Damián Torres, Alejandro Romero, Zulma Fernandez, Jimena Ríos, Mari Quintero, Sandy, Clarita Romero, Jony Collante, Leo Domínguez Belén Caligaris. y Johana Zarates.

*Y a todos lo que me olvido perdón.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2. 1 ANTECEDENTES DE <i>OPUNTIA FICUS INDICA</i> Y USOS DE FERTILIZANTES EN ESTE CULTIVO.	3
2. 2 ANTECEDENTES DEL ABONO ORGÁNICO (ESTIÉRCOL DE CABRA)	8
3. OBJETIVOS	11
3. 1 OBJETIVO GENERAL	11
3. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. 3 HIPÓTESIS	11
4. MATERIALES Y METODOS	12
4. 1 ÁREA DE ESTUDIO	12
4. 2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO Y CÁLCULO DE TAMAÑO MUESTRAL	12
4. 3 - MODELO ESTADÍSTICO	13
4. 4 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ESTIÉRCOL DE CABRA	14
4. 5 CÁLCULO DE DOSIS Y APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE FERTILIZACIÓN	15
4. 5. 1 Fertilizante mineral Urea al 46% nitrógeno	15
4. 5. 2 Fertilizante orgánico (estiércol de cabra).....	15
4. 6 APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS UTILIZADOS EN LA FERTILIZACIÓN	16
4. 7 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS A LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO: CONTROL DE PLAGAS Y MALEZAS.	18
4. 7. 1 Control de insectos:.....	18
4. 7. 2 Control de malezas.....	18
4. 8 MUESTREO DE CLADODIOS PARA ANÁLISIS DE CALIDAD	19
4. 8. 1 Acondicionamiento del material para análisis.....	19
4. 9 MUESTREO DE SUELO DE LA PARCELA AL FINAL DEL CICLO DE CRECIMIENTO	20

4. 10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE DATOS DE CALIDAD NUTRICIONAL DEL CLADODIO DE <i>O. FICUS INDICA</i>	21
6. DISCUSIÓN	28
7. CONCLUSIONES	30
8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	31
ANEXO 1	37
ANEXO 2	38
ANEXO 3	39
ANEXO 4	40
ANEXO 5	41
ANEXO 6	42
ANEXO 7	43
ANEXO 8	44
ANEXO 9	45
ANEXO 10	46

“Declaro que el material incluido en este trabajo es, a mi mejor saber y entender, original, producto de mi propio trabajo y que este material no ha sido presentado, en forma parcial o total, como un Trabajo de seminario o tesis en esta u otra institución”

Raúl Fernando Díaz

Calidad nutritiva del forraje de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill sometida a fertilización en condiciones de secano

RESUMEN

Opuntia ficus-indica, es una forrajera introducida de alta eficiencia en el uso del agua y buena productividad, que se encuentra distribuida en regiones áridas y semiáridas del país. Debido a su bajo contenido en proteína bruta y alto contenido de agua, es considerada una forrajera de emergencia para rumiantes. Los cambios nutricionales en relación con las estaciones climáticas, conducen a disminuciones importantes en los principales parámetros que definen la calidad del recurso forrajero nativo, conduciendo a incorporar estrategias de suplementación de los animales en pastoreo. El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad nutricional del forraje de *O. ficus indica* sometida a diferentes tipos de fertilización en condiciones de secano.

El estudio se llevó a cabo en el periodo primavera-verano 2015/2016, en el campo experimental del INTA La Rioja, sobre una plantación de 12 años edad. Se fertilizaron 12 plantas por tratamiento con urea y estiércol de cabra. Se usó un diseño completamente aleatorizado, en donde los tratamientos estudiados fueron: T0) control, T1) estiércol de cabra (16 kg/planta), T2) urea al 46% N (0,391 kg/planta) y T3) combinación T1+T2, (estiércol de cabra 8 kg + 0,195 kg de urea/planta). Se tomaron muestras de cladodios jóvenes, para los análisis de calidad. Los valores medios obtenidos para los parámetros PB, FDN y FDA se analizaron mediante ANAVA. Los resultados muestran que los valores más altos de PB se encontraron en T2=9,52%,

mientras que en T1=7,37% y en T3=7,86%. La aplicación de urea produce un incremento significativo ($p<0,05$) en el % de PB, de *O. ficus indica* con respecto a los tratamientos donde se usó estiércol de cabra, no encontraron diferencias significativas en los valores de los parámetros FDA y FDN. Debido a la diferente tasa de mineralización de los fertilizantes utilizados, la urea permitiría un aprovechamiento del nitrógeno de manera más rápida que el fertilizante orgánico, para este último su efecto significativo podría encontrarse en el mediano plazo.

Palabras claves: *Opuntia ficus-indica*, proteína bruta, urea, estiércol de cabra, calidad nutricional.

Nutritive quality of forage *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill fertilized under rainfed conditions

ABSTRACT

Opuntia ficus-indica is an introduced fodder with high efficiency in the use of water and good productivity, which is distributed in arid and semi-arid regions of the country. Due to its low crude protein content and high water content, it is considered an emergency fodder for ruminants. Nutritional changes in relation to climatic seasons lead to important decreases in the main parameters that define the quality of the native forage resource, leading to the incorporation of grazing supplementation strategies. Nutritional changes in relation to climatic seasons lead to important decreases in the main parameters that define the quality of the native forage resource, leading to the incorporation of grazing supplementation strategies. The objective of this work was to evaluate the nutritional quality of the forage of *O. ficus indica* submitted to different types of fertilization under rainfed conditions. The study was carried out in the spring-summer period 2015/2016, in the experimental field of INTA La Rioja, on a plantation of 12 years old. Twelve plants were fertilized by treatment with urea and goat manure. A completely randomized design was used, where the treatments studied were: T0) control, T1) goat manure (16 kg / plant), T2) urea 46% N (0,391 kg / plant) and T3) T1 + T2 combination , (Goat manure 8 kg + 0.195 kg urea / plant). Young cladodes were sampled for quality analyzes. The mean values obtained for PB, FDN and FDA parameters were analyzed by ANAVA. The results show that the highest BP values

were found in T2 = 9.52%, while in T1 = 7.37% and in T3 = 7.86%. The application of urea produced a significant increase ($p < 0.05$) in the% of PB of *O. ficus indica* with respect to treatments where goat manure was used, did not find significant differences in the values of the parameters FDA and FDN. Due to the different rate of mineralization of the fertilizers used, urea would allow nitrogen to be used more quickly than organic fertilizer; for the latter, its significant effect could be found in the medium term.

Keywords: *Opuntia ficus-indica*, crude protein, urea, goat manure, nutritional quality

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la actividad productiva en la región de Los Llanos de La Rioja, se caracteriza por la presencia de ganadería extensiva mixta, bovina, caprina y ovina, en la mayoría de los casos conviviendo en un mismo ambiente las tres especies.

La actividad ganadera se realiza en base al pastizal natural, en donde los bovinos se alimentan principalmente de gramíneas y las cabras de latifoliadas y leñosas forrajeras, debido al hábito alimentario de cada especie, ya que los bovinos son pastoreadores y los caprinos principalmente ramoneadores. La producción caprina posee una significativa importancia como actividad complementaria de los sistemas ganaderos extensivos de producción de carne, comprometiendo a más del 95 % de los productores ganaderos que habitan esta región (C.F.I ,1987).

Los cambios cuantitativos y cualitativos del recurso forrajero nativo, han conducido a incorporar estrategias de suplementación de los animales en pastoreo, principalmente con alfalfa, maíz y alimentos balanceados, incrementando los costos de producción. La suplementación de bovinos, caprinos y ovinos, principalmente en períodos de sequía y épocas de balance energético negativo (bache forrajero), puede hacerse utilizando alimentos de bajo costo, aportado por cultivos adaptados a condiciones de déficit hídrico como *O. ficus-indica*. Esta cactácea es un alimento voluminoso, “siempre verde” de bajo contenido en proteína por presentar valores inferiores al 6%, nivel mínimo requerido para dieta en rumiantes, por debajo de estos valores el consumo de alimento se reduce (Perkins, 1957, Platt *et al*, 1964, citado por Roing, 2013; Cantú Brito J. 2008). La NRC 1996 indica que el contenido mínimo de una dieta para rumiante debe ser

superior a 8% de proteína bruta por este motivo los cladodios de *Opuntia* es un alimento limitado en nutrientes para rumiantes (Arroquy y Ochoa 2005). Algunos autores coinciden que *Opuntia* tiene algunas características positivas como forraje (fuente de fibra, energía, minerales y agua), sin embargo, su contenido de proteína es bajo (Aranda Osorio, Miranda Romero, Flores Valdez, Hernández Mendo, García Uriza y Flores Brito. s/f). En un análisis proximal y nutritivo que se realizó de *Opuntia ficus-indica* var. COPENA F-1 se comunican valores de 4,4 % de proteína cruda para plantas cultivadas en una huerta de cinco años de edad en la región de Zacatecas (México) (Reveles-Hernández y Flores-Ortiz. 2010). *O. ficus indica* (tuna sin espina) es utilizada principalmente en la alimentación de bovinos y caprinos en la región de Los Llanos de La Rioja. (Chagra Dib, et al, 2005, Ricarte *et al* 2011 y Ferrando *et al* 2015), se encuentra difundida en toda el área de Los Llanos Riojanos, en superficies reducidas que no superan una hectárea. La utilización principal que el poblador rural realiza de esta planta, es el aprovechamiento del cladodio como forraje para el ganado doméstico (Ricarte et al 1993) y la fruta para consumo en fresco. *O. ficus indica* se destaca por su elevado contenido de agua, digestibilidad y aporte de importantes cantidades de minerales y vitaminas, por ello se la considera un forraje de emergencia para los rumiantes domésticos, según lo indica Firew Tegegne (2001). Con una mirada puesta en esta problemática surge la necesidad de estudiar a la fertilización nitrogenada como una alternativa para mejorar la calidad nutricional de esta especie.

2. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes de *Opuntia ficus indica* y usos de fertilizantes en este cultivo.

La agricultura en secano en los Llanos de La Rioja es de pequeñas superficies y con pocas especies adaptadas a las condiciones climáticas de la región, incluyendo plantas, C4 y CAM principalmente de los géneros *Cenchrus*, *Atriplex* y *Opuntia*. El cultivo de *Opuntia* es una interesante alternativa para mejorar la producción de áreas marginales. Este cultivo en la región de los Llanos de La Rioja se realiza en condiciones de secano, en donde el poblador rural utiliza los cladodios como forraje para el ganado doméstico y el fruto para consumo humano y elaboración de algunos productos artesanales como el “arope” (Reynoso, Gómez, Ricarte y Aguirre, 1998).

Plantas como *O. ficus indica* desarrollaron características adaptativas tales como el metabolismo ácido crasuláceo (CAM), que incluye la apertura estomática nocturna cuando la demanda evaporativa es baja, promoviendo de esta manera una alta eficiencia en el uso del agua. También destaca la presencia de órganos fotosintetizadores que almacenan grandes cantidades de agua por unidad de área; en éstos, el tejido almacenador de agua (hidroparénquima) y el tejido fotosintetizador (clorénquima) están muy próximos, lo que reduce la distancia para el movimiento de agua, con importantes consecuencias en las relaciones hídricas diarias de esos tejidos. Estas adaptaciones mencionadas anteriormente les permiten a las plantas CAM sobrevivir y contribuir significativamente a la producción de biomasa de comunidades áridas y semiáridas (Salazar y Véliz, 2007).

El género *Opuntia*, es extremadamente importante para la ganadería en zonas secas, ya que puede ser una fuente de agua y alimento para los rumiantes domésticos, (Dos Santos y Albuquerque, 2001). La investigación sobre el potencial forrajero de los cactus, se centró hasta la última década en la caracterización nutricional de cladodios a través de análisis inmediatos y algunas pruebas de alimentación. Los cactus que pertenecen al orden Caryophyllales y a la familia de las Cactáceas, se caracterizan por la presencia de brotes cortos y espinas especializadas. *O ficus- indica*, conocida a nivel local como “tuna” (Braun, Cordero y Ramacciotti, 1980), es una especie originaria de América del Norte, que crece en zonas semiáridas, frías y en el trópico seco (Coriolan, 2006).

Estudios recientes indican que este cultivo responde de forma favorable a la fertilización, principalmente de nitrógeno y fósforo, registrando aumentos notorios en la producción de cladodios y frutos de tuna de 200 a 300 %, cuando los tunales se fertilizan con aplicaciones moderadas de nitrógeno y fósforo (Azócar, 2000). Cambios en la composición química del forraje de *O. ficus indica*, también se observaron cuando se aplicó diferentes niveles de nitrógeno. Trabajos realizados por Ochoa., Leguizamón, Lobos, Nazareno y Targa (2008), reportan que la toma de CO₂ y el crecimiento de las plantas está influenciado por los niveles de macronutrientes como nitrógeno (N), potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S); además de micronutrientes del suelo. Las fertilizaciones nitrogenadas de algunas variedades sin espinas, mostraron incremento significativo en los valores de N en cladodios de plantas fertilizadas con niveles medios y altos (medio 100 kg ha⁻¹ y alto 200 kg ha⁻¹).

Otro autor, como Pimienta Barrios (1990) indica que la tuna es una planta que responde favorablemente a la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos. Estos últimos liberan rápidamente los nutrientes y satisfacen las necesidades inmediatas de las plantas, mientras que el estiércol, por presentar descomposición lenta, abastece gradual y continuamente el suelo de elementos nutritivos. Por otra parte, los fertilizantes orgánicos proporcionan elementos menores que normalmente no se aplican con los químicos; y a largo plazo, mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Ricarte, Díaz, Leal y Vera (2013), en estudios realizados en los Llanos de La Rioja, reportan valores de 6,29 % de PB en plantas sin fertilizar y valores de 9,0% en fertilizadas con 200 kg de N ha⁻¹. A su vez Investigaciones realizadas por Tegegne (2003) en Etiopia, mencionan que es posible mejorar significativamente el porcentaje de PB aplicando tratamientos de fertilización con N (224 Kg/ha⁻¹), logrando valores medios del 13,10 %, para cladodios jóvenes. Arroquy y Ochoa (2004), en estudios sobre la calidad nutricional de 21 especies de *Opuntia* en Santiago del Estero (Argentina), obtuvieron en promedio valores de PB del 3,78±0,6% y de FDN del 46,6±3,3%, no difiriendo entre las especies estudiadas y presentando valores mínimos de 2,58% y máximos del 5,25%, por lo que concluyen que a pesar de tener buen valor nutritivo, requieren mejores valores en PB para poder ser utilizado como alternativa forrajera de rumiantes, los mismo autores muestran que el porcentaje de proteína para *O. Ficus indica* de diferentes procedencia se mantuvo entre 3,3% y 4,4%. Similares valores de PB fueron encontrados por Flores y Bauer (1977) en cladodios de 6 meses de edad, alcanzando un promedio del 5,28 % en diferentes especies de este género. Además, los

mismos autores presentan el análisis bromatológico para *O. ficus indica* encontrando valores de PB del 3,80 % y de fibra del 7,62 (citado por Pimienta Barrios, 1990). Estudio similar de repuesta de la planta a fertilización en condiciones de secano por Reynoso et al, (1998) muestran incremento de variables productivas donde se aplicó fertilización mineral y combinada con estiércol de cabra.

Las dosis de estiércol y fertilizante mineral que se deben aplicar varían con la edad de las plantas, siendo mayores en las plantaciones adultas que en las jóvenes. Romero (1986), aconseja una relación cuantitativa de 3: 3:1 de nitrógeno, fósforo y potasio para plantas adultas cultivadas en secano y en suelos pobres.

Estudios realizados por (Grünwaldt Guevara y Grünwaldt, 2014) en la llanura de Mendoza, muestran variaciones en los contenidos de nutrientes, en tres clases de edades de cladodios, para siete clones forrajeros de *Opuntia*. Estos mostraron altos valores de materia orgánica: 84,4% y digestibilidad *in vitro* de la materia seca: 78,9% y bajo contenido de proteína bruta (PB): 4,0%. Altas dosis de fertilizante casi duplicaron el contenido medio de PB de los cladodios del cruzamiento entre *O. ficus-indica* (L.) Mill. y *O. lindheimerii* Engelm, cuando el mismo fue comparado con el tratamiento en que no se agregaron fertilizante.

En la región de los Llanos de La Rioja a pesar de la antigüedad que tiene este cultivo, no es común la utilización de labores culturales y prácticas de manejo que permitan incrementar la calidad y productividad del cultivo de *O. ficus indica*.

Son escasos los trabajos de investigación realizados y que se puedan extrapolar a esta región agroecológica por lo que se desconocen muchos aspectos.

Trabajos realizados por (Braun et al 1980) donde se evaluaron productividad de tunales en un área del departamento Chamental, arrojaron resultados más que interesantes sobre densidad poblacional, producción de frutos, productividad de cladodios, pero no así de calidad nutricional del forraje y respuesta de la tuna sin espina a fertilización nitrogenada en condiciones de secano.

Trabajos realizados en la localidad Santafesina de Cafferata por Saavedra(2016) donde evaluó la aplicación de efluentes sobre maíz, previo a la siembra, el objetivo central estuvo puesto en el análisis y comparación de distintos tratamientos, en el ensayo se midió respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de efluentes sumado a la fertilización nitrogenada, los resultados muestran un efecto positivo del efluente sobre los rendimiento del maíz, destacando una dosis baja de 7.500 kg/ha y la de efluentes combinado con fertilizante nitrogenado.

2. 2 Antecedentes del abono orgánico (estiércol de cabra)

La ganadería caprina en sistemas extensivos es una de las principales actividades productivas con las que subsiste el pequeño productor obteniendo como principal producto de este sistema cabrito lechal, leche residual, queso y subproductos como el cuero y guano.

El guano o estiércol de cabra es utilizado por excelencia en la fertilización de producciones orgánicas ya que aporta los principales elementos para los cultivos de la vid y hortícolas. (Ricarte, 2015 comunicación personal). La cantidad de fertilizante que se debe aplicar a un cultivo o parcela es una de las principales decisiones que tiene que tomar un productor antes de establecer un cultivo a campo o aplicar fertilizaciones de mantenimiento a un cultivo establecido.

Se estima que es considerable el costo con fertilizantes comerciales, siendo recomendable remplazar estos por abonos orgánicos de existencia dentro de las unidades de producción. Indudablemente resulta de interés conocer los valores de los principales macronutrientes que contienen los abonos obtenidos de corrales caprinos (chiqueros) de la región y en función de estos datos dosificar la cantidad de abono a aplicar al cultivo. Aunque la producción de estiércol en las actuales explotaciones caprinas tiene una significación económica apreciable, su mayor valor reside en la posibilidad de mejorar suelos degradados a través de la aplicación de enmiendas.

El estiércol o guano de cabra es considerado un excelente abono y comparte con el de oveja el máximo de poder fertilizante entre los abonos animales u orgánicos.

Su riqueza en nitrógeno, en fósforo y en potasio lo convierte en un abono orgánico nitro-fosfo-potásico de gran valor para ciertos cultivos. Su gran calidad depende de la pureza en estiércol, de su compactación y de su secado, sin el agregado de vegetales de las camas u otras impurezas.

Se comprende la preferencia que goza el guano o estiércol de caprino, tanto por su riqueza en elementos químicos fertilizantes, como por la compactación que sufre en el piso de corrales, lo que disminuye las pérdidas de nitrógeno por evaporación. (Maubecin, 1990).

El guano de cabra se produce, como resultado del manejo (encierre nocturno) y tipo de corral (empalizada, ramas) que se usa para el manejo de la majada caprina y ovina.

En este corral, las cabras encerradas pasan la noche depositando guano y la orina en capas sucesivas sobre el piso y comprimiéndolo con las pisadas durante 12 hs o más/día. Retirada la majada del corral a la mañana siguiente la capa de guano y orina sufre una desecación por el sol y el viento. Así se va compactando y desecando una masa de guano que crece en altura hasta que es retirada una vez por año o cada dos años (Ricarte 2015 comunicación personal).

La cantidad de guano acumulado en un corral depende del tamaño de la majada, de la estrategia para evitar que el agua se lo lleve en la época lluviosa y de la calidad de los alimentos consumidos. (Maubecin, 1990).

Se calcula que una cabra produce 2,7 kg de heces + orina/día, (Herrero, Gil, Rebuelto y Sardi, 2014) en un lapso de doce horas aproximadamente por eso se considera que de esta cantidad queda depositado un 50% aproximadamente en el chiquero de encierre.

Análisis químicos del guano de cabra, recolectado de chiqueros, muestran los siguientes resultados: 8,70 % de Nitrógeno, 7,20% de ácido fosfórico, potasio 10,90 % (Maubecin, 1990). Otros autores (Herrero, et al 2014) comunican valores para oveja de 8 % de N, 4,1 % de P y 15,6 % de K.

Se estima que 100 kg de guano de vaca o caballo son reemplazados por 18,5 kg de guano de cabra (Maubecin, 1990).

3. OBJETIVOS

3. 1 Objetivo general

Evaluar la calidad nutricional del forraje de *Opuntia ficus indica* (L.) Mill sometida a diferentes tipos de fertilizantes en condiciones de sequo.

3. 2 Objetivos específicos

1 - Comparar el valor nutricional de cladodios de *O. ficus indica* sometidos a diferentes tipos de fertilizante: I) Fertilización con abono orgánico (estiércol de cabra) II) Fertilización mineral (urea al 46% de Nitrógeno) y III) Fertilización combinada (estiércol de cabra + urea).

2 - Describir la composición química del abono orgánico (estiércol de cabra) utilizado como fuente de nutrientes en este experimento.

3 - Analizar el efecto de los diferentes fertilizantes en la fertilidad actual del suelo en el primer ciclo post aplicación.

3. 3 Hipótesis

La aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos al proporcionar nutrientes que satisfacen los requerimientos y estimulan el desarrollo de las plantas, modificaran la calidad nutricional (PB) de los cladodios de *O. ficus indica* (L.) Mill.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental: Las Vizcacheras del INTA EEA La Rioja (30° 30'38,47"S, 66° 07'30,29"O, Alt. = 413 m.s.n.m), entre los meses de septiembre 2015 y de abril 2016, en este periodo se registro una precipitación de 593 mm. Desde el punto de vista fitogeográfico el campo se encuentra ubicado en la región del Parque Chaqueño Occidental, distrito de Los Llanos (Ragonese y Castiglioni, 1968); así mismo, el área se encuentra incluida en la región ecológica del Chaco Árido de La Rioja (Morello, 1985) Subregión de Bajadas (Calella y Corzo, 2006).

4.2 Diseño del experimento y cálculo de tamaño muestral

Se utilizó una parcela implantada con *O. ficus indica* (L.) Mill.var inermis (tuna sin espinas) de 12 años de edad en un marco de plantación de 3 x 3 m. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con cuatro tratamientos y 12 repeticiones (plantas) por cada tratamiento. El tamaño muestral se determinó usando el Software Infostat versión 2011, con una varianza común dentro de los tratamientos = 5, nivel de significación = 0,05 y mínima diferencia que se quiere detectar = 3 alcanzando una potencia estadística teórica de 75%.

4.3 - Modelo estadístico

Para este modelo las unidades experimentales son homogéneas, y los tratamientos se asignaron completamente al azar a las unidades experimentales.

El modelo lineal para la observación del tratamiento i en la parcela j , Y_{ij} ,

$$\text{Es } Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = (Calidad proteica) es la j -ésima observación (plantas) del i -ésimo tratamiento (tipo fertilizante)

μ = es la media general de las observaciones (% Proteínas bruta)

T_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento (tipo de fertilizante)

E_{ij} = es el error residual

4. 4 Determinación de la composición química del estiércol de cabra

Para evaluar la composición química del estiércol de cabra, se usó el método sistemático o en grillas (Sosa, 2012). La profundidad de muestreo fue entre 0 a 20 cm y se extrajeron 6 muestras del sustrato del chiquero, siendo este estiércol acumulado durante un año por la majada del campo Experimental Las Vizcacheras del INTA EEA La Rioja. Dichas muestras fueron remitidas al laboratorio para análisis químico.

La determinación de la conductividad eléctrica del estiércol de cabra se realizó en una concentración (estiércol/agua destilada) 1: 2,5 con 24 hs de reposo a 24° C al momento de la lectura. Para ello se usó un conductímetro marca HANNA modelo HI 98311.

4. 5 Cálculo de dosis y aplicación del tratamiento de fertilización

4. 5. 1 Fertilizante mineral Urea al 46% nitrógeno

100 kg Urea = 46 kg N

X kg Urea..... 200 kg N

$$X = (200 \cdot 100) / 46$$

$$X = 20000 / 46$$

$$X = 434,7 \text{ kg de urea}$$

- 434,7 Kg de Urea al 46 % de N proporciona al cultivo de *Opuntia* 200 Kg de Nitrógeno.

***Cantidad por planta.**

Cantidad de fertilizante por ha/densidad de planta/ha

434,7/1111 planta (marco de plantación 3 x 3)

Necesitaríamos 0,391 Kg de Urea al 46 % de N/planta (equivalente a 0,180 kg/planta de nitrógeno)

4. 5. 2 Fertilizante orgánico (estiércol de cabra)

Composición química: 1,68 % de Nitrógeno, Fósforo 0,066 % y Potasio 2,72 %.

100 Kg de estiércol de cabra=1,68 kg N

X kg de estiércol de cabra 200 kg N

$$X. = (200 \cdot 100) / 1,68$$

X = 11.904 kg/ha + 50% perdidas por volatilización en el periodo de estabilización

X = 17.857 Kg/ha equivale a 200 kg de Nitrógeno

Determinación de la dosis (cantidad) por planta

17857/1111 (marco de plantación 3 x 3)

Necesitaríamos 16,072 Kg de estiércol de cabra/planta. (Equivalente a 0,180 kg de N/planta)

Luego de analizar los datos de macronutrientes disponible en el suelo de la parcela de *O. ficus indica*, requerimientos del cultivo y recomendaciones encontradas en la bibliografía se estudiaron los siguientes tratamientos.

- **T0** = Sin fertilizar (Grupo control)
- **T1** = Fertilización con abono orgánico N200 P13 K544 (16 kg de estiércol de cabra /planta) equivalente a 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno.
- **T2** = Fertilización mineral N200 P0 K0 (0,180 Kg de N/pl = 0,391 Kg de Urea al 46% de N/planta).
- **T3** = Fertilización combinada estiércol de cabra + Urea N200 P6,5 K272 (8 Kg. de estiércol de cabra + 0,195 Kg de urea al 46% de N/Planta) equivalente a 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

4. 6 Aplicación de los productos utilizados en la fertilización

Se usaron dos fertilizantes: urea granulada al 46% de Nitrógeno (N200 P0 K0) y estiércol de cabra al 1,68 % de Nitrógeno, Fósforo 0,066 % y Potasio 2,72 %. (N200 P13 K544)

La aplicación de la urea se realizó en la proyección vertical de la copa sobre el suelo, incorporando el producto de acuerdo a la recomendación para cultivos frutales

considerando modo de aplicación e indicaciones de uso descritas en mayoría de los marbetes de fertilizantes nitrogenados comerciales.

El estiércol de cabra, al igual que la urea se distribuyó alrededor de la planta a una profundidad de 15cm aproximadamente, luego se cubrió con tierra para evitarla exposición y disminuir pérdidas por volatilización, quedando al alcance del sistema radicular superficial. Por último, se realizó riego de las unidades experimentales, simulando una lluvia de 20mm primavera estival, para lo cual fueron necesarios 20 L de agua por cada planta, uniformando así las condiciones de inicio del experimento y disminuyendo pérdidas por volatilización (Anexo 4).

4. 7 Actividades complementarias a los tratamientos en estudio: Control de plagas y malezas.

Para contribuir con la sanidad de las unidades experimentales en evaluación se realizó un control de insectos plagas, y malezas.

4. 7. 1 Control de insectos: Si bien en la actualidad el cultivo de la tuna no tiene insecticidas registrados en Argentina, para su protección contra las plagas a fin de desarrollar esta técnica se han probado diferentes insecticidas, dosis y momento de aplicación. La aplicación de insecticidas por recomendaciones de la bibliografía se orienta en dos momentos y con dos propósitos diferentes en primera instancia sería para prevenir el ingreso de larvas a los cladodios y en el segundo momento controlar larvas que ya ingresaron a los cladodios. Si bien el control químico no es común en los sistemas productivos de los pequeños productores puede resultar viable en grandes extensiones y en cultivos altamente tecnificados (Lobos. 2012).

Control químico: Para el control de insectos se aplicó, insecticida organofosforados sistémico emulsionable (Glacoxan D-Sist concentrado), que actúa por contacto e ingestión tanto de partes del vegetal tratado como de los jugos succionados en el caso de insectos chupadores. Se usó a razón de 10 cm³/l de agua. Con repeticiones periódicas cada 30 días, durante 4 meses diciembre, enero, febrero y marzo.

4. 7. 2 Control de malezas

Las malezas compiten con el cultivo por el uso del agua y nutrientes y pueden ser hospedadores de algunas plagas. Existen dos alternativas que pueden ser utilizadas en formas separadas o conjuntas en el control de las mismas (Ochoa. et al. 2008).

4. 7. 2. 1 Control químico: Se utilizó un herbicida total (Glacoxan) para malezas de hoja ancha y angosta de acción total, para control post emergente de malezas, en una dosis de 30 cm³ por litro.

4. 7. 2. 2 Control mecánico: se usó control mecánico para el caso puntual de malezas anuales eliminándolas con pala o de forma manual.

4 .8 Muestreo de cladodios para análisis de calidad

Las muestras para calidad fueron colectadas de acuerdo al procedimiento de muestreo para determinar el contenido de nitrógeno en *O. ficus indica* de (Guevara, Trione, Estevez y Cony, 2006) técnica que consiste en tomar submuestras del rectángulo central del cladodio de las plantas de *Opuntia*, ya que esta área representa fielmente el contenido promedio de N de toda la planta.

Se tomaron 12 submuestras de cada cladodio logrando un pool de 3 cladodios por planta, se repite de igual manera para las doce líneas en la cual se distribuyen los 4 (cuatro) tratamientos (ver anexo imagen 4).

4. 8. 1 Acondicionamiento del material para análisis

Las muestras fueron colectadas en bolsas de papel se secaron en estufa a 65° C hasta alcanzar peso constante, luego se entregaron al laboratorio de calidad de forraje del INTA EEA La Rioja para su posterior análisis químico y determinación de los

parámetros de calidad, proteína bruta, fibra detergente neutra y fibra detergente acida (PB, FDN, FDA).

Para determinar digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS) y energía metabolizable (EM) se determinó usando la formulas usadas por (Di Marco.2011). a partir de la fibra detergente ácida (FDA).

- $\% \text{DIVMS} = 88.9 - (\% \text{FDA} \times 0.779)$
- $\text{EM (Mcal)} = 3.61 \times \text{DIVMS}$

4. 9 Muestreo de suelo de la parcela al final del ciclo de crecimiento

El muestreo de suelo para analizar la fertilidad actual y potencial del suelo luego de la aplicación de dos tipos de fertilizantes, se realizó en el mes de mayo del 2016 al finalizar el primer ciclo de crecimiento de la planta.

Para ello se tomaron muestras del suelo entre 0 y 20 cm de profundidad usando una pala barreno, en la proyección vertical de la copa, a 20 cm del tronco de la planta. Se repitió la misma metodología para las 48 plantas del ensayo, después se eligieron 4 muestras por tratamiento (n=4) y por último se procedió al acondicionamiento y envío de muestras al laboratorio de suelo para su posterior análisis.

Se solicitó un análisis de suelo al Laboratorio Jarsun espectrofotometría de precisión, para cada una de las muestras enviadas.

4. 10 Análisis estadístico e interpretación de datos de calidad nutricional del cladodio de *O. ficus indica*.

Para los datos de calidad nutricional de cladodios se seleccionó el análisis estadístico adecuado para cada parámetro. Al ser un diseño completamente aleatorizado (DCA) y balanceado igual cantidad de repeticiones por cada tratamiento se optó por un ANAVA para lo cual se comprobó que se cumplan los 3 supuestos: normalidad, homogeneidad de varianza y homocedasticidad, luego se procedió a realizar un test de comparación de medias, el método seleccionado fue el test de Tukey con un α de 0,05.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 1. Composición química del estiércol de cabra del chiquero del Campo Experimental Las Vizcacheras (Media \pm desvío estándar (DE), y coeficiente de variación (CV) n=6)

Parámetros	Media \pm D.E.	CV %
Materia orgánica (%)	28,86 \pm 1,13	3,93
Carbono (%)	16,74 \pm 0,65	3,91
Nitrógeno total (%)	1,68 \pm 0,06	3,73
Fósforo extraíble (%)	0,066 \pm 0,0042	6,36
Potasio de intercambio (%)	2,72 \pm 0,37	13,58
Sulfato (%)	0,19 \pm 541,05	27,67
Nitratos (ppm)	312,33 \pm 80,29	25,71
Nitrógeno de Nitratos (ppm)	70,5 \pm 18,12	25,71
Nitrato de potasio (ppm)	499,73 \pm 128,46	25,71

Tabla 2: Valores de sales totales en gr/l y pH del estiércol de cabras.

Conductividad eléctrica (gr/l) **	1,28 \pm 0,13	9,63
pH en H ₂ O (1:2,5)	9	

**Las determinaciones de sales totales se obtuvieron a partir de la conductividad eléctrica del estiércol de cabra, en una concentración (estiércol/agua destilada) 1: 2,5 con 24 hs de reposo a 24° C al momento de la lectura.

Tabla 3: Valores medios de % de humedad, en sub muestras de estiércol, obtenidas de diferentes sectores del chiquero: bajo techo y zona descubierta por horizonte (agosto 2015).

Profundidad/sector	% de humedad	
	0 - 10 cm	10 - 20 cm
Sector techado	41,4	38,5
Sector descubierta (sin techo)	49,4	41,4

Tabla 4: Proteína bruta en %, por tratamiento obtenidos de cladodios de *O. ficus indica* (Valores medio \pm DE y coeficiente de variación CV %, n= 12).

Tratamientos	Media \pm DE	CV
T0 - Control (sin fertilizar)	7,25 \pm 1,17	16,20
T1 - Fertilizante orgánico (estiércol de cabra), equivalente 200 kg ha ⁻¹	7,37 \pm 0,92	12,41
T2 - Fertilizante mineral Urea al 46% de N, 200 de Nkg ha ⁻¹	9,52 \pm 1,14	12,02
T3 - Fertilización combinada estiércol de cabra + Urea. Dosis equivalente a200 Kg de N ha ⁻¹	7,86 \pm 1,22	15,5

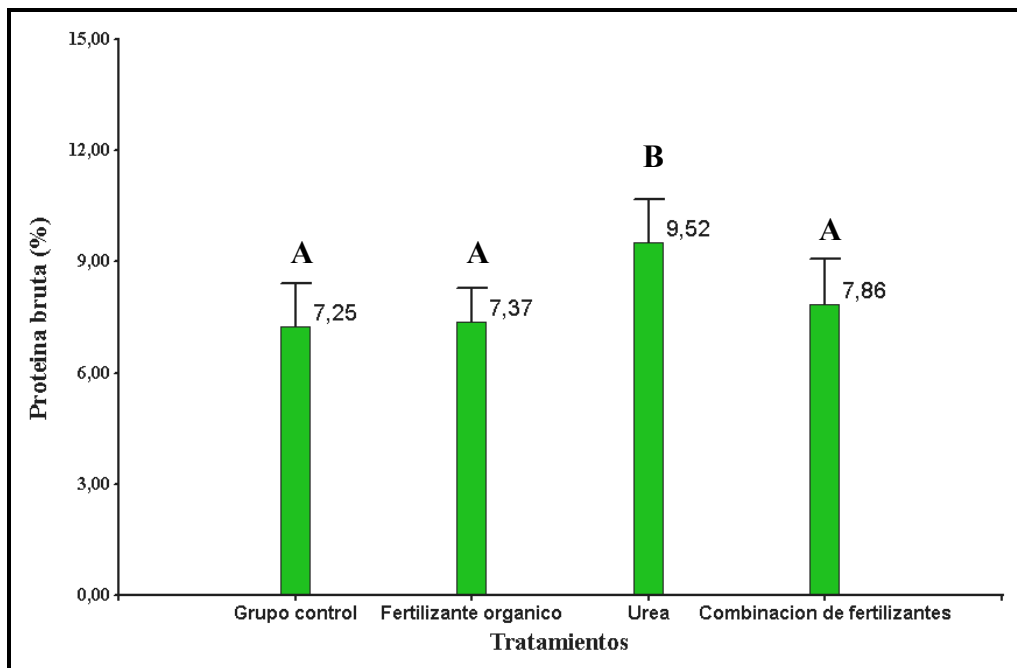


Grafico 1: Efecto de diferentes tratamientos de fertilización sobre el % de proteína bruta de *O. ficus indica* en condiciones de secano. T0) sin fertilizar (grupo control) T1 fertilizante orgánico (estiércol de cabra), T2) Urea y T3) fertilización combinada estiércol de cabra + urea, (Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)).

Los valores más altos de PB (%) se encontraron en el tratamiento T2 donde se usó urea granulada al 46% de N, con un valor de 9,52 % y encontrándose valores menores al 8% en los dos tratamientos donde se usó abono orgánico T1= 7,37% y en T3= 7,86 % de PB.

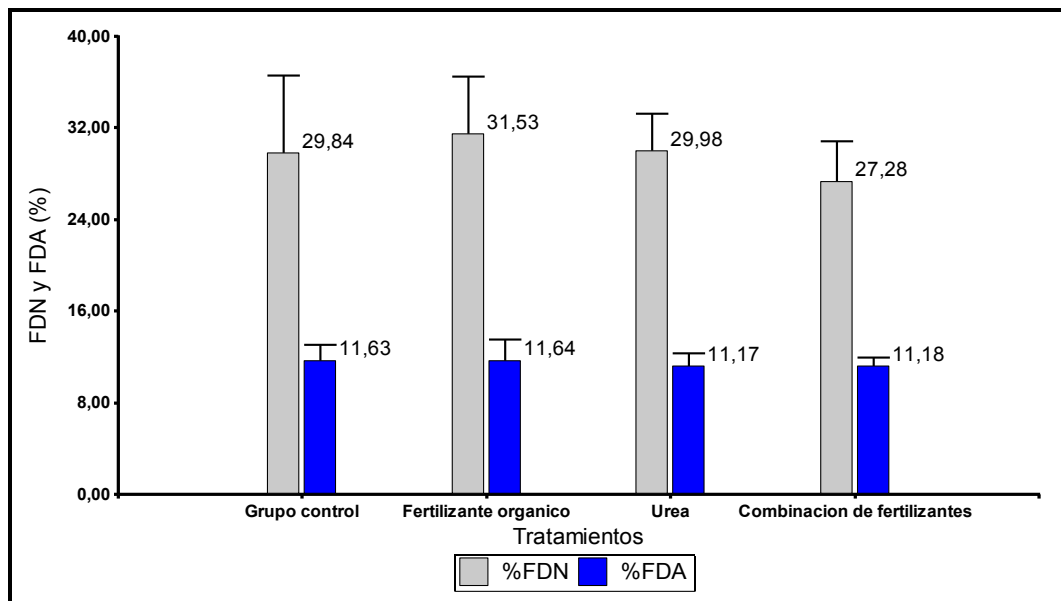


Grafico 2: Efecto de diferentes tratamientos de fertilización sobre el % de Fibra detergente neutra (FDN) y Fibra detergente acida (FDA) de *O. ficus indica*. En condiciones de secado. T0) sin fertilizar (grupo control) T1 fertilizante orgánico (estiércol de cabra), T2) Urea y T3) fertilización combinada estiércol de cabra + urea.

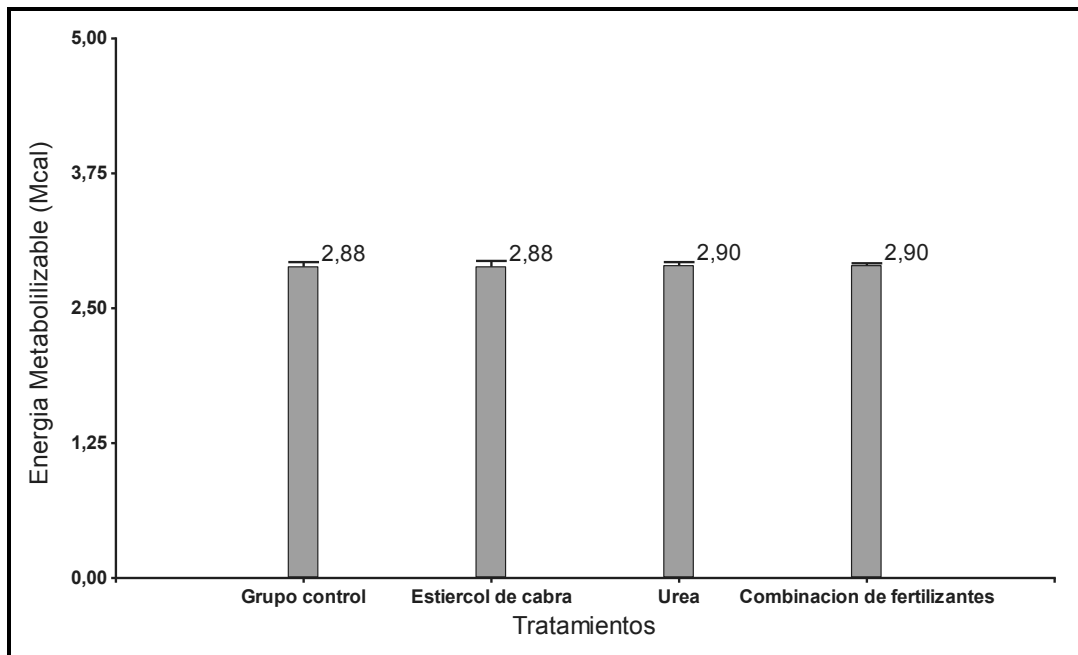


Grafico 3: Efecto de diferentes tratamientos de fertilización sobre los valores de energía metabolizable (Mcal) del forraje *O. ficus indica*.

Los resultados indican un incremento de calidad nutritiva de *O. ficus indica* (% PB) y en caso de fibra detergente acida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN) no se encontró diferencias significativas.

La aplicación de urea al 46% de nitrógeno luego de un evento de lluvia primavera estival de 20 mm, localizado para evitar perdida por volatilización en condiciones de secano produce un incremento significativo ($p < 0,05$) en el % de PB de *O. ficus indica* con respecto al tratamiento donde se usó estiércol de cabra.

Debido a la diferente tasa de mineralización de los fertilizantes utilizados, la urea presenta alta eficiencia cuando se la incorpora al suelo quedando rápidamente el nitrógeno disponible para la planta esto se ve reflejado en el incremento de los valores

de fertilidad actual del suelo (Tabla 5), permitiendo un aprovechamiento del nitrógeno de manera más rápida que el fertilizante orgánico, el cual podría encontrarse disponible en el mediano plazo.

Tabla 5: Valores medios y desviación estándar (DE) de parámetros físicos – químicos de fertilidad actual del suelo al final del ensayo.

Parámetros	Tratamientos			
	Grupo control	Abono orgánico (estiércol de cabra)	Urea	Combinación de fertilizante
Conductividad ext.sat.(mS/cm)	0,25 ± 0,13	0,50 ± 0,19	0,29 ± 0,11	0,37 ± 0,19
Nitratos (p.p.m.)	12,91 ± 6,01	20,15 ± 2,87	32,16 ± 12,67	24,24 ± 6,65
Nitrógeno de nitratos (p.p.m.)	2,91 ± 1,36	4,55 ± 0,65	7,26 ± 2,86	5,47 ± 1,50
Fósforo extraíble Bray1(p.p.m.)	30,11 ± 8,01	56,87 ± 11,71	44,35 ± 7,54	52,50 ± 10,77
Potasio de intercambio (p.p.m.)	412,9 ± 108	792,7 ± 263	592, 8 ± 338	657,9 ± 208
Materia orgánica (%)	0,92 ± 0,18	1,43 ± 0,27	1,21 ± 0,10	1,44± 0,31
Nitrógeno total (%)	0,06 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,02

6. DISCUSION

Como se observa en la tabla N°1 la composición química del estiércol de cabra presenta valores interesantes para los tres principales macronutrientes, aportando 1,68 % de Nitrógeno (N), 0,066 % de Fósforo (P) y 2,72 % de Potasio (K). Por la riqueza en estos elementos se podría decir que es un abono nitro – potásico ya que los mayores porcentajes los aportan estos dos elementos, con una porción inferior de P, en contraposición a los valores encontrados para estiércol de cabra por Maubecin (1990), el cual muestra una caracterización de guano con los siguientes valores 8,70 % de N, 7,20 % P y 10,9 % de K, indicando que su riqueza en nitrógeno, fósforo y potasio lo convierten en un abono orgánico nitro-fosfo-potásico de gran valor para ciertos cultivos. Los resultados de los análisis de contenido de PB, que se muestran en la tabla N° 4 y grafico N° 1, determinan que los valores más altos se encontraron en el tratamiento T2 donde se usó urea granulada al 46 % de N, con un valor de 9,52 %, presentando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) con respecto a los dos tratamientos donde se usó abono orgánico T1= 7,37% y en T3 = 7,86 %. Estos resultados coinciden con la respuesta observada por Reynoso et al (1998) en cultivos de tuna sin espina, fertilizada en condiciones de secano y con tratamientos que incluyen fertilizantes orgánicos y minerales.

Los incrementos en PB observados son coincidentes con los resultados descritos por Ricarte et al (2013), en donde obtuvo porcentajes del orden del 9%, en plantas fertilizadas con Urea, en un sector de los Llanos de La Rioja. Claramente el porcentaje de PB se incrementó luego de la fertilización nitrogenada con este producto químico,

siendo esto en el corto plazo, y en coincidencia con lo mencionado por Tegegne (2013) quien obtuvo valores medios de 13,10 %, luego de la aplicación. Teniendo en cuenta que el porcentaje de PB en cladodios de *O. ficus indica*, sin ser fertilizados, es bajo, como lo muestran estudios realizados por Arroquy y Ochoa (2004), Flores y Bauer (1977), se puede mencionar que la fertilización química con urea produce incrementos significativos en la calidad proteica en los cladodios de tuna, mejorando dicho valor y siendo aprovechable en el corto plazo por la planta, pero podría ser más lenta en el caso de la aplicación de abonos orgánicos ya que no se observaron diferencias significativas en este trabajo, se requiere un mayor periodo de evaluación, para visualizar los efectos del estiércol de cabra.

7. CONCLUSIONES

1. La aplicación de fertilizante mineral, urea al 46 % de nitrógeno, influye de manera positiva en el contenido de PB de cladodios de *Opuntia ficus indica*, pero no en otros parámetros de calidad (%FDN, %FDA y EM).
2. Debido a la diferente tasa de mineralización de los fertilizantes utilizados, la urea permitió un aprovechamiento del nitrógeno de manera más rápida que el fertilizante orgánico, en donde para este último su efecto significativo en el parámetro de calidad (PB) podría encontrarse en el mediano plazo.
3. La respuesta de *O. ficus indica* a la fertilización con abonos orgánicos, no fue significativa al ser evaluada en el corto plazo (final de un ciclo de crecimiento), pero si se encontró un leve incrementos en la fertilidad actual y potencial del suelo, por lo que su beneficio podría presentarse en el mediano plazo.
4. Incrementar el valor nutricional de los cladodios de *O. ficus indica* a través de la fertilización química (a corto plazo) u orgánica (mediano plazo), podría ser una importante estrategia para mejorar la calidad de este alimento para rumiantes ya que supera el umbral mínimo.
5. Se sugiere seguir estudiando diferentes alternativas de fertilización de esta especie forrajera, para lograr un alimento de mejor calidad y no solo que sea usado como fuente de energía y agua.
6. Se sugiere estudiar la aplicación del guano previamente compostado para ver efectos a corto plazo.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Álvarez-Sánchez, E.; Vázquez-Alarcón, A.; Castellanos, J. Z.; Cueto-Wong, J. 2006.Efectividad biológica de abonos orgánicos en el crecimiento de trigo Terra Latinoamericana, vol. 24, núm. 2, abril-junio, 2006, pp. 261-268 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.

Aranda Osorio G., Mirada Romero L.A., Flores Valdez C., Hernández Mendo O., García Uriza G. e H. Flores Brito. s/f). Enriquecimiento proteico del nopal para alimentación animal. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Azócar P C. 2000. Utilización de paletas de tuna en la alimentación de rumiantes III. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Azócar, P. 2001. Opuntia as feed for ruminants in Chile. in: Mondragon, C. and Gonzalez, S. (eds.). Cactus (*Opuntia sp.*) as forage: FAO Plant Production and protection Paper, 169 pp73-90

Ben Salem, H., A. Nefzaoui, H. Abdouli and E. R. Orskov. 1996. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica var. inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. Animal Science 62:293–299.

Biurrun, F. N.; Agüero W. D. y D. Teruel. 2012. Consideraciones Fitogeográficas de la Provincia de La Rioja. Laboratorio de Diversidad Vegetal y Fitosociología INTA EEA La Rioja.

Blanco, L.; Biurrun, F. y Ferrando, C. 2005. Niveles de degradación de la vegetación del Chaco Árido. Una aproximación cuantitativa a partir de imágenes satelitales. Ediciones INTA.

Braun, W., Cordero. A. y Ramacciotti, J. 1979. Productividad ecológica de tunales (*Opuntia ficus-indica*) de Los Llanos, provincia de La Rioja. Cuaderno Técnico (IADIZA) 1: 29-37.

Cantu Brito J. 2008. Zootecnia de ganado caprino. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Editorial Trillas. Cap 5. Pag 149.

Calella, H.F. y R.F. Corzo (Ed.). 2006. El Chaco Árido de La Rioja. Vegetación y Suelos. Pastizales naturales. INTA. 1-191. Buenos Aires.

Chagra, D. Leguiza H.D., Vera. T.; Valdivia C y Bazan O. 2005. Utilización de *Opuntia ficus indica* y *Atriplex nummularia* en cabras criollas en lactancia. Actas de la XIX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Tampico, México.

C.F.I. 1987. Desarrollo integral del área de Los Llanos de la Rioja. Provincia de la Rioja. Informe final, anexo 1: 50-61.

Di Marco, O. 2011. Estimación de calidad de los forrajes. Producir XXI, Bs. As., 20(240):24-30. Facultad de Ciencias Agrarias. Unidad Integrada Balcarce INTA Balcarce.

Dos Santos, D. C; y Albuquerque, S. G DE. 2001. *Opuntia* como forraje en el noreste semiárido de Brasil. En: *Cactus (Opuntia spp.) Como forraje*. Editado por Mondragón-Jacobo y Pérez-González. Estudio FAO: producción y protección vegetal 169: 161p. Roma.

Dubeux, J.C. B. JR., Ferreira Dos Santos, M.V., Andrade-Lira, D., Cordeiro Dos Santos, D., Farias, I., Lima, L.E., Ferreira, R.L.C. 2006. Productivity of *Opuntia*

ficus-indica (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. J. of Arid Environment 67(3):357-372.

Etchevehere, P. 1976. Normas de Reconocimiento de Suelos. 2da. Ed. Actualizada. INTA-CIRN, Suelos, Public. N° 52. Castelar, Buenos Aires, Argentina.

FAO. 2003. El nopal (*Opuntia* spp.) como Forraje. Editado por Candelario Mondragón-Jacobo y Salvador Pérez-González. Estudio FAO: producción y protección vegetal 169: 161p. Roma.

Ferrando, C.; Namur P y Bazan O. 2015. La Tuna (*Opuntia ficus indica*) una excelente fuente de forraje y agua para años de sequía. Boletín electrónico de INTA EEA La Rioja.

Ferrando, C.; Blanco, L.; Biurrun, F.; Burghi, V. Y Oriente, E. 2003. Contenido de Proteína Bruta de Latifoliadas Forrajeras Nativas del Chaco Árido. Resumen del 2º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales. Octubre de 2003.

Grünwaldt, J. M.; Guevara, J. C. y E.G. Grünwaldt. 2014. Cactus (*Opuntia* sp) como forraje en las tierras secas de Argentina. Rev. FCA UNCUYO. 2015. 47(1): 263-282.

Guevara, J., Trione, S.; Estevanes, O. y Cony, A. 2006. A sampling procedure to determine the nitrogen content in *Opuntia ficus-indica* cladodes. Journal of the Professional Association for Cactus Development 6:63–72

Guevara, J.C.; Grünwaldt, E.G.; Estevez, O.R.; Bisigato, A.J.; Blanco, L.J.; Biurrun, F.N.; Ferrando, C.A.; Chirino, C.C.; Morici, E.; Fernández, B.;

Allegretti, L.I.; Passera,C.B. 2009. Range and livestock production in the Monte Desert, Argentina Journal of arid environments; Lugar: Kidlington, U.K.; p. 228 - 237

Herrero, M. A.; Gil. S.B.; Rebuelto, M. y Sardi G.M.I. 2014. La producción animal y el ambiente. Conceptos, interacciones y gestión. Pág. 1-221. Bmpress. Buenos Aires. Argentina

Infostat versión estudiantil 2016. En: www.infostat.com.ar

Jaurena, G y M. Wawrzkievicz. 2014. Guía de procedimientos analíticos. Centro de Investigación y Servicios en Nutrición Animal (CISNA), Departamento de Producción Animal. Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires. Pág. 1-66

Maubecin, R. A. 1990. Producción caprina. Pag 1-22. Editor: Maubecin R., Cordoba, Argentina.

Morello, J.; J. Protomastro, L. Sancholuz y C. Blanco. 1985. Estudio macroecológico de los Llanos de La Rioja. Serie del Cincuentenario de la Administración de Parques Nacionales, 5: 1-81. Buenos Aires.

Ochoa, J., Leguizamón, G.; Lobos, E.; M, Nazareno y Targa, M.G. 2008. El cultivo de la tuna y otras Cactáceas en la República Argentina. XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata. 2008

Pereyra, D, 2013. Aproximación a la relación represas ganaderas - pozos calzados y su influencia en la calidad fisicoquímica del agua freática en explotaciones del Chaco Árido Riojano (Tesis de graduación). UNLAR sede Chamental.

Reveles-Hernández M y Flores-Ortiz M. A. 2010. El manejo del nopal forrajero en la producción del ganado bovino. VIII Simposium - Taller Nacional y 1er Internacional

Producción y Aprovechamiento del Nopal. RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial No. 5-2010.

Pimienta Barrios, E. 1990. El nopal tunero 1-246. Primera edición. Universidad de Guadalajara. México.

Ragonese, A. y J. Castigluoni. 1968. La vegetación del Parque Chaqueño. Bol. Soc. Arg. Bot. 11: 133-160.

Reynoso, A.A, Gomez, J. C, Ricarte R. A y E. Aguirre. 1998. Productividad de las plantaciones de tuna (*Opuntia ficus indica*) aplicando diferentes técnicas de manejo. Estudio sobre pastizales naturales y el cultivo de tuna. IZA – UNLaR. Pág. 103.

Ricarte, R. A.; Reynoso. A. A. y J. C. Gomez. 1993. Diagnóstico de las plantaciones de *Opuntia ficus indica* en el departamento Chamental (La Rioja). Presentado en II encuentro nacional de actualización e intercambio sobre el cultivo de la tuna. Facultad de agronomía y agroindustria. UNSE. Santiago del Estero. Argentina.

Ricarte. A.; R, Díaz. K.; Leal y T. Vera. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la calidad forrajera de *Opuntia ficus- indica*, Acta de resúmenes del VI Congreso Nacional de Pastizales Naturales III Congreso del MERCOSUR y II Jornada Técnica de Productores.

Ricarte, A.; R, Díaz. y Vera T. 2013. Efecto de la suplementación de cabras criollas en lactancia, con pellet de alfalfa, maíz, tuna (*Opuntia ficus indica*) y frutos de mistol (*Ziziphus mistol*) sobre la ganancia de peso de cabritos lechales. Actas VI congreso pastizales naturales. pp. 198.

Romero, R. 1986. La tuna una planta altamente rentable. 1-97. Lima, Perú.

Saavedra, A. 2016. ¿Problema o solución? En revista Ganadería y compromiso del IPCVA. Nro. 95 pág. 10 - 12.

Sosa D. A. 2012. Cómo realizar un muestreo de suelo. Ediciones INTA 1-5

Tegegne F. 2003. Capítulo 10: Valor nutricional de *Opuntia ficus-Indica* como forraje de rumiantes en Etiopía. En: El nopal (*Opuntia sp.*) Como Forraje. Editado por Candelario Mondragón-Jacobo y Salvador Pérez-González. Estudio FAO: producción y protección vegetal 169: 161p. Roma.

Trinidad, S. A. Guía de abonos orgánicos. Instituto de recursos naturales. México.

Valdes Cepeda, R. D.; Blanco Marcías, F.; Murillo Amador, B.; García Hernandez, J. L.; Ruis Garduño, R. R, Marquez Madrid, M.; Lopez Martinez, J. D.; Ledesma Mares, J. C y Marcia Rodrigues, F. J. 2003. Fertilización y nutrición en tres variedades de nopal (*Opuntia ficus-indica*). Agrofaz: publicaciones semestrales de investigación científica. Vol3, Nro 2. Pags. 347 – 352.

Vera, G.; Blanco, L. y C. Ferrando. 2003. Relaciones entre la Pobreza Rural y el Deterioro de los Recursos Forrajeros por Prácticas Ganaderas Comunitarias en Los Llanos de La Rioja, Argentina. En: Pobreza y Deterioro Ambiental en América Latina. Ed. G. Escobar. RimispFONTAGRO. Santiago, Chile. Cap.8:175-188

Weiss, I. Mizrahi, Y and Raveh, E. 2009. Synergistic Effects of Elevated CO₂ and Fertilization on Net CO₂ Uptake and Growth of the CAM Plant *Hylocereus undatus* Jashs. 134: 364-371

YPF Ficha comercial. 2016. Fertilizantes nitrogenados Urea granulada al 46 % de nitrógeno (46-0-0). www.ypf.com/ProductosServicios/Documents/UREA.pdf

ANEXO 1



Imagen 1: Poda inicial de la plantación de *O. ficus indica* antes de iniciar el ensayo.



Imagen 2: Parcela de cultivo de *O. ficus indica*, antes de la aplicación de tratamientos de fertilización.

ANEXO 2



Imagen 2: Traslado del estiércol de cabra a la parcela experimental.



Imagen 3: Traslado del estiércol de cabra a la parcela experimental

ANEXO 3



Imagen 4. Aplicación de urea granulada al 46 % de Nitrógeno (foto de la izquierda bolsa de urea en una dosis de 0,180 g de N (391 g de Urea), foto de la derecha, urea esparcida en la proyección de la copa de una planta).



Imagen 5: Pesado de muestra de estiércol de cabra previo a la preparación de solución para determinar conductividad eléctrica.

ANEXO 4



Imagen 5. Riego de las unidades experimentales post aplicación de urea. (Foto de la izquierda: urea esparcida alrededor de la copa de una planta. Foto de la derecha: riego postaplicación de urea)



Imagen 5: Riego post fertilización, simulando una lluvia primavera - estival de 20 mm

ANEXO 5

Esquema 1: Aplicación del abono orgánico (foto 1: pesado de las dosis estiércol de cabra con balanza analógica “Pilón”, Foto 2: barra de medición de peso del pilón indicando una dosis de 8 kg de estiércol de cabra. Foto 3: guano de cabras distribuido alrededor de la planta de *O ficus indica*)

Foto 1



Foto 2



Foto 3



ANEXO 6



Imagen 5: Aplicación del fertilizante orgánico a las plantas de *Opuntia*.



Imagen 7: Planta de *O. ficus indica* luego de un ciclo de crecimiento (octubre-abril) previo a la recolección de las muestras para análisis de calidad.

ANEXO 7



Imagen 8: Vista de las plantas de *O. ficus indica* que recibieron distintos tratamientos de fertilización.



Imagen 9: Técnica de muestreo de los cladodios de *O. ficus indica* para análisis de calidad (Foto 1: extracción tarugos del rectángulo central del cladodio, Foto 2: tarugos en bolsa, Foto 3 y 4: cladodios después de la extracción de tarugos).

ANEXO 8



Lugar en el cual se realizó el muestreo de suelo al final del ensayo.

Imagen 10: Plantas de *O. ficus indica* post aplicación de fertilizante (foto de la izquierda planta del grupo control y foto de la derecha, planta que recibió una dosis de abono orgánico) indicando lugar de muestreo de suelo, para el estudio de fertilidad actual y potencial.

ANEXO 9



Imagen 11: Muestra de suelo y pala barreno utilizado para la toma de muestras.

ANEXO 10

Imagen 12

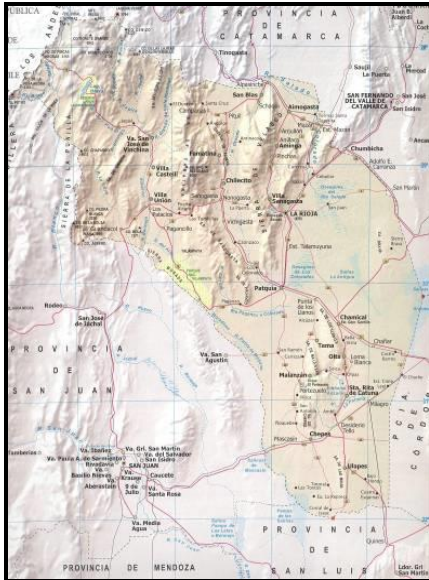


Imagen 13

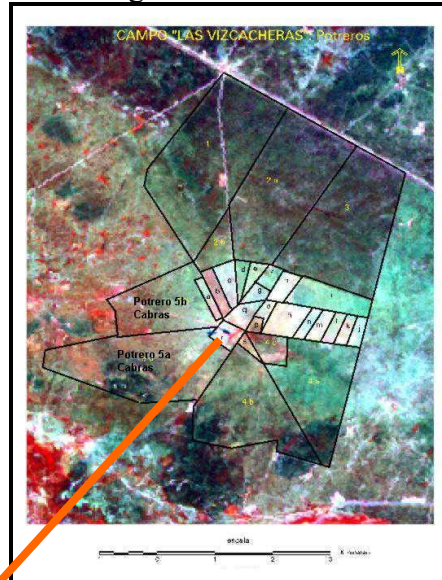


Imagen 14

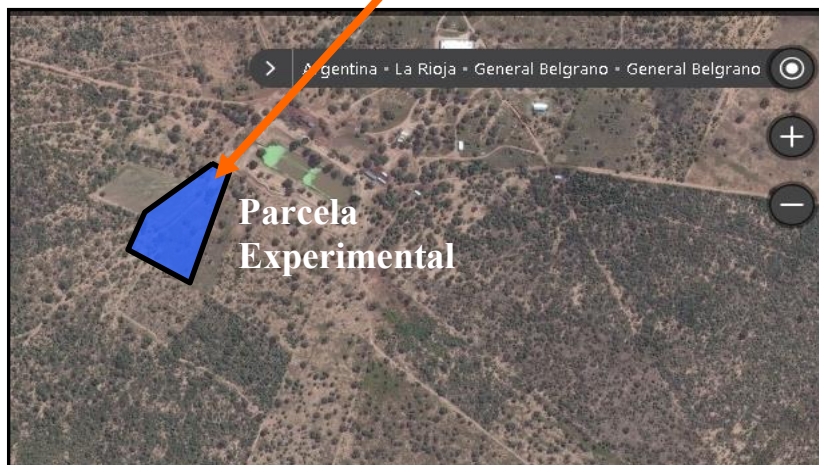


Imagen 12: Mapa político de la provincia de la Rioja.

Imagen 13: Imagen satelital del campo experimental: Las Vizcacheras del INTA EEA.

Imagen 14: Representación gráfica de la ubicación del cultivo de *Opuntia ficus indica* (polígono azul).