

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo**

**Modalidad: Proyecto**

**RELACIÓN ENTRE BIOMASA AÉREA Y PRODUCCIÓN  
PRIMARIA NETA CON LAS VARIACIONES  
ESTACIONALES DE PRECIPITACIONES Y  
TEMPERATURAS EN PASTIZALES DEL SUR DE LA  
PROVINCIA DE CÓRDOBA.**

**Cerutti, Alberto Alejandro**

**DNI: 36.603.104**

**Director: Ing. Agr. Noemi Mónaco.  
Co-Director: Microbióloga Valeria Santa.**

**Río Cuarto – Córdoba**

**Junio/2016**

**Universidad Nacional de Río Cuarto**  
**Facultad de Agronomía y Veterinaria**  
**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**TITULO DEL TRABAJO FINAL: Relación entre biomasa aérea y producción primaria neta con las variaciones estacionales de precipitaciones y temperaturas en pastizales del sur de la provincia de Córdoba.**

**Autor: Alberto Alejandro Cerutti.**

**DNI: 36.603.104**

**Director: Ing. Agr. Noemi Mónaco.**

**Co-Director: Microbióloga Valeria Santa.**

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:**

**Ing. Agr. Noemi Mónaco.** \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. Cesar Omar Nuñez.** \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. María José Rosa.** \_\_\_\_\_

**Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.**

**Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.**

---

**Secretario Académico**

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Agradezco enormemente a toda mi familia por su apoyo, a mis amigos y a mis compañeros de universidad por acompañarme a lo largo de la carrera. En especial a Sofía, por su comprensión, paciencia y amor. El apoyo incondicional de estas personas permitió que pudiese alcanzar esta meta tan importante.

También agradecer y reconocer a la UNRC y docentes que proporcionaron las herramientas académicas para mi formación humana y profesional. Destacando el esfuerzo realizado por los docentes de la Cátedra de Ecología Vegetal que pusieron a mi disposición su tiempo y sus conocimientos para la elaboración y evaluación del proyecto, algo fundamental para la realización del mismo.

Este trabajo se lo dedico a mis padres, a mi hermana y a Sofía.

Quedando a disposición para toda aquella persona que considere de interés la temática abordada.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	1
ÍNDICE GENERAL	2
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FORMULAS	5
RESUMEN	6
SUMMARY	7
INTRODUCCIÓN	8
ANTECEDENTES	10
HIPOTESIS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Descripción del área de estudio:	14
Caracterización edáfica:	15
Caracterización climatológica:	16
Caracterización de la vegetación:	19
METODOLOGÍA	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
Biomasa Verde	27
Biomasa Seca	32
Mantillo	36
Productividad Primaria Neta.	38
Carga animal.	43
CONCLUSIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Mapa de localización geográfica del ensayo	14
Figura N° 2: Fotografía satelital área del ensayo y parches de vegetación herbácea.	14
Figura N° 3: Precipitaciones medias mensuales y temperaturas medias mensuales históricas precipitaciones mensuales y temperaturas mensuales del ciclo bajo estudio.	17
Figura N° 4: Diferencia de precipitaciones históricas-ensayo.	18
Figura N° 5: Diferencia de temperaturas históricas-ensayo.	18
Figura N° 6: Comportamiento mensual de BMV, BMS y Mantillo.	22
Figura N° 7: Comportamiento estacional de BMV, BMS y mantillo.	25
Figura N° 8: Comportamiento BMV según precipitaciones del ensayo.	28
Figura N° 9: Comportamiento BMV según temperaturas del ensayo.	28
Figura N° 10: Correlación entre BMV y Precipitaciones.	30
Figura N° 11: Correlación entre BMV y Temperatura.	30
Figura N° 12: Comportamiento BMV según las precipitaciones estacionales.	31
Figura N° 13: Comportamiento BMV según las temperaturas estacionales.	32
Figura N° 14: Comportamiento BMS según precipitaciones del ensayo	33
Figura N° 15: Comportamiento BMS según temperaturas del ensayo.	34
Figura N° 16: Correlación entre BMS y precipitaciones.	35
Figura N° 17: Correlación entre BMS y temperatura.	35
Figura N° 18: Comportamiento del mantillo según las precipitaciones.	36
Figura N° 19: Comportamiento del mantillo según las temperaturas.	36
Figura N° 20: Correlación entre mantillo y precipitaciones.	38
Figura N° 21: Correlación entre mantillo y temperatura.	38
Figura N° 22: Comportamiento mensual de la Producción Primaria Neta.	39
Figura N° 23: Comportamiento estacional de la Producción Primaria Neta.	41
Figura N° 24: Comportamiento PPN según precipitaciones del ensayo.	42
Figura N° 25: Comportamiento PPN según temperaturas del ensayo.	43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Valores mensuales de BMV (Test DGC).	23
Tabla N° 2: Valores mensuales de BMS (Test DGC).	24
Tabla N° 3: Valores mensuales de Mantillo (Test DGC).	24
Tabla N° 4: BMV según las estaciones. (Test DGC).	26
Tabla N° 5: BMS según las estaciones. (Test DGC).	26
Tabla N° 6: Mantillo según las estaciones. (Test DGC).	27
Tabla N° 7: Producción Primaria Neta según los meses. (Test DGC).	40
Tabla N° 8: Producción Primaria Neta según las estaciones. (Test DGC).	41
Tabla N° 9: Valores en EV según categoría.	44

## ÍNDICE DE FORMULAS

Formula N° 1: Producción Primaria Neta Aérea.	20
Formula N° 2: Receptividad.	21
Formula N° 3: Carga Animal.	21

## RESUMEN

Los pastizales naturales del planeta constituyen reservorios de flora y fauna muy importantes que proporcionan además, enormes beneficios tanto ecológicos como económicos a los seres humanos. Para mantener y mejorar la condición de los mismos es necesario estudiarlos y entender tanto su composición como su evolución a lo largo del tiempo. Aplicando también un manejo sustentable que permita aprovechar los recursos en el presente, manteniendo y mejorando la condición de los mismos para las generaciones futuras. En el presente proyecto se analizó el comportamiento de variables climáticas y la productividad del pastizal buscando comprobar si hay una relación significativa entre la producción de biomasa y producción primaria neta de un pastizal y las variaciones de temperaturas y precipitaciones. Para ello se realizó el relevamiento de un pastizal natural ubicado a las orillas del Río Chocancharava, en la localidad de Rio Cuarto. A lo largo de un año se realizaron muestreos mensuales (Septiembre 2014 - Agosto 2015), en cada fecha de muestreo, se tomaron 10 muestras al azar, con cuadrantes de 0,5 x 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>), cortando a una altura entre 5 y 7 cm con tijeras de tusar para medir la disponibilidad forrajera. Luego, se separaron las muestras en: biomasa verde (BMV), biomasa seca (BMS) y mantillo, secándolas en estufa a peso constante, determinando luego la biomasa disponible. Se realizaron pruebas estadísticas para darle una mayor validez a la hipótesis. A partir del procesamiento de los datos se obtuvo que los mayores valores de BMV se presentan en los meses estivales y los menores en los meses invernales con una cantidad de 8772 kg/ha en todo el ciclo. Por otro lado los mayores valores de BMS se dieron en los meses otoñales y los mínimos en verano con un aporte total de 6663 kg/ha. El mantillo presentó un comportamiento similar a la BMV, con los mayores picos en meses estivales, resultado de los aportes de biomasa seca del ciclo de crecimiento anterior con un total de 6004 kg/ha. En cuanto a la productividad, el pastizal del ensayo tiene un marcado crecimiento primaveral, dado que en esta estación es donde la PPN fue mayor. Sumando los incrementos positivos de PPN mensuales se logró a nivel anual 1206,6 kgMS/ha\*año. El pastizal del ensayo tuvo una capacidad de carga animal de 0,14 animales/hectárea o 7,14 hectáreas/animal para cubrir los requerimientos energéticos de una vaca de 400 kg de peso y en el caso de los novillos se necesitaron 7,7 hectáreas/animal. Se concluye que la precipitación y la temperatura explican una parte significativa de la variabilidad en la producción de biomasa aérea del pastizal.

Palabras clave: pastizal natural, biomasa, productividad primaria, variables climáticas, receptividad.

## SUMMARY

Natural grasslands of the planet are reservoirs of flora and fauna very important that also provide enormous ecological and economic benefits both to humans. To maintain and improve the condition of the same is necessary to study and understand both its composition and its evolution over time. Also applying sustainable management that could exploit the resources in this, maintaining and improving the condition of it for future generations. In this project the behavior of climatic variables and productivity of pasture looking check if a significant relationship between biomass production and net primary production of a pasture and variations in temperature and precipitation was analyzed. To do the survey of a natural pasture located on the banks of the River Chocancharava in the town of Rio Cuarto was performed. Throughout monthly samplings a year (September 2014 - August 2015) were performed at each sampling date, 10 samples were taken at random, with quadrants of 0.5 x 0.5 m (0.25 m<sup>2</sup>), cutting at a height between 5 and 7 cm with scissors measuring forage availability. Green biomass (BMV), dry biomass (BMS) and mulch, drying to determine the available biomass, then the samples were separated. Statistical tests were performed to give greater validity to the hypothesis. From the processing of the data it was obtained that the highest values of BMV are presented in the summer months and lower in the winter months with a quantity of 8772 kg / ha in the whole cycle. On the other hand the highest values of BMS occurred in the autumn months and the minimum in summer with a total contribution of 6663 kg / ha. Mulch presented a behavior similar to the BMV, with the highest peaks in summer months, a result of dry biomass input from previous growth cycle with a total of 6004 kg / ha. As for productivity, pasture trial has a strong spring growth, since in this station is where the PPN was higher. I summing the monthly increments PPN positive achievement annual level is 1206.6 kg DM / ha \* year. The pasture of the trial had a stocking capacity of 0.14 animals / ha or 7.14 hectares / animal to cover the energy requirements of a cow of 400 kg and in the case of steers 7.7 hectares were needed /animal.

Keywords: natural grassland, biomass, primary productivity, climatic variables, receptivity.

## INTRODUCCIÓN

Los pastizales naturales comprenden aquellas regiones que se encuentran cubiertas por vegetación herbácea natural o seminatural, predominantemente gramíneas, con o sin plantas leñosas (Sala *et al*, 1986). Se considera pastizal natural a un área que produce forraje, presentan una gran heterogeneidad en la estructura y composición de la vegetación, la cual surge de la combinación de los factores ambientales, tales como clima, suelo, topografía, factores bióticos como ausencia de monte, especies nativas adaptadas y diversos factores de manejo (Whittaker *et al*, 1973).

Cubren una cuarta parte de la superficie del planeta, ayudando a mitigar el calentamiento global y evitan la erosión de los suelos, sin embargo los pastizales son un ecosistema seriamente amenazado por la agricultura, la ganadería y la actividad forestal. Con sus 39 millones de kilómetros cuadrados en el mundo (casi una cuarta parte de la superficie terrestre continental), los pastizales representan uno de los ecosistemas más extensos del planeta. Distribuidos en casi todos los continentes, se destacan por su importancia: el sistema de praderas o prairies de las Grandes Planicies de América del Norte, las estepas del este de Europa (pusztas) y de Mongolia, los grassvelds de Sudáfrica, las planicies de Nueva Zelanda, y las pampas y campos de Argentina, Uruguay y Brasil. El problema es que su conservación está seriamente amenazada porque en él están asentadas dos de las actividades productivas más importantes del mundo: la agroganadería y la industria forestal. De hecho, en estas regiones se produce gran parte de las semillas, la carne, la leche, la lana, el cuero y la madera que se consume en el mundo (D'Atri, 2007).

La superficie ocupada por los pastizales en Argentina comprende una amplia variedad de climas, suelos y vegetación. Ocupan aproximadamente un 60% del territorio continental, donde se desarrolla principalmente la cría bovina, ovina y caprina. Parte de los pastizales (30 mill. de has.) están constituidos por comunidades con montes y bosques nativos, en los que existe un desarrollo actual y potencial de sistemas de uso múltiple como los silvopastoriles (INTA, 2011).

El pastizal es el principal recurso forrajero en una parte del territorio Nacional cuya actividad esencial es la cría de animales domésticos. La vegetación natural brinda además servicios ambientales tales como diversidad, hábitat de fauna, estabilidad de cuencas, provisión de agua y oxígeno, etc. cuya disponibilidad puede verse seriamente afectada por actividades como el pastoreo y la extracción forestal no controladas. En la Argentina la ganadería bovina tiene como principal componente de la alimentación los pastizales naturales desarrollándose en sistemas de producción

predominantemente extensivos, con desbalances estacionales entre oferta y demanda de forraje (INTA, 2011).

En general, toda el área cubierta por pastizales naturales del país, se encuentra en distintos grados de degradación con respecto a la situación de equilibrio en que se encontraba antes de la colonización. Con la llegada de la explotación forestal del hombre y la ganadería doméstica, se rompe el equilibrio original y comienza un proceso de degradación (De León, 1992).

Con respecto al manejo de los pastizales naturales, se deben incluir dos conceptos básicos, el primero en relación a la producción ganadera que otorga sustentabilidad económica a las empresas rurales y el segundo, en relación a la conservación del recurso natural (pastizal) que permite la continuidad de esta producción en el tiempo (Aguilera *et al*, 1999).

El objetivo de un manejo adecuado, es la planificación del uso de los pastizales, tendientes a obtener una máxima producción animal, económicamente sostenida, compatible con la conservación y/o mejoramiento de los mismos. Para ello se deben tener conocimientos sobre: adecuación de la carga animal, descansos y sistemas de pastoreo, lo cual surge a partir del estudio de los pastizales naturales y de su evolución en el tiempo (De León, 1992).

El conocimiento de la biomasa aportada por un pastizal natural es de suma importancia para definir su utilización y manejo. Esta determinación puede realizarse por metodología tradicional (corte, secado y pesado de material vegetal, métodos destructivos) (Fernández, 2004) o por métodos indirectos como estimaciones visuales, medidas de altura, volúmenes de los pastos, fotografías, uso de imágenes satelitales (Medina *et al*, 2009).

## ANTECEDENTES

Menghi *et al.* (2000) en un estudio entre 1995 y 1999 analizó la variación anual e interanual en la producción y su relación con el clima de un pastizal inundable en la estepa pampeana (Argentina central). La variación mensual en la producción de biomasa total (Bt) de la comunidad mostró una tendencia particular cada año. El comportamiento se caracterizó por fluctuaciones estacionales con valores y pendientes máximos en la primavera y otros de menor magnitud en distintos meses del verano; luego, la cantidad de Bt tiende a estabilizarse o a decrecer a partir del otoño. Aunque se detectó producción de biomasa verde en gran parte del año, el balance para la comunidad resultó positivo sólo durante el período primaveral-estival; tanto la menor cobertura de especies invernales como la mayor movilidad del mantillo en el ambiente más seco y ventoso durante el mismo, explicarían ese resultado. Dentro de los límites temporales del estudio se observó mayor variabilidad en las lluvias que en la temperatura. La lluvia varió en la cantidad acumulada en la estación de crecimiento, en la oportunidad y en la regularidad de ocurrencia. El inicio de la producción primaveral-estival de biomasa verde se produjo independientemente del comienzo de las lluvias y estuvo condicionado en mayor medida por la temperatura. La variación de la producción durante el ciclo y sus promedios estacional y anual, en cambio, mostraron fluctuaciones correspondientes de forma inversa con las de la precipitación acumulada, indicando una contribución negativa de la misma a la producción del pastizal; esa variable y los grados días en conjunto explicaron el 49% de su variabilidad.

Wysiecki (1993) encontró que en pastizales de La Pampa las gramíneas constituyeron el 92% del material herbáceo vivo, correspondiendo el resto a dicotiledóneas. La productividad primaria neta mostró una distribución bimodal coincidente con precipitaciones abundantes y temperaturas favorables para el crecimiento. Los periodos sin producción pueden relacionarse con las bajas temperaturas durante el invierno y las altas temperaturas y falta de agua en el verano. Los factores a los cuales se les atribuyó la variación interanual de la productividad primaria aérea son: la falta de agua en el suelo durante el otoño por recargas deficitarias en primavera y la acumulación de biomasa seca, la cual disminuye la interceptación de luz de los macollos lo que disminuye la productividad.

Martín *et al.* (2009) en un estudio desde 2002 a 2009, en un pastizal templado en Santa Fe, encontró que la máxima producción de fitomasa aérea se registró en el verano, seguida por la primavera, el otoño y fue mínima en el invierno, evidenciando un crecimiento bimodal de la producción anual, con un máximo en el verano (39% del total), mínimo en el invierno (14%) y

similares para las restantes estaciones climáticas (24 y 23% para la primavera y otoño, respectivamente). Se evidenció una importante influencia de las precipitaciones anuales sobre la producción acumulada de fitomasa aérea y las estivales son las que poseen mayor capacidad para determinar la productividad primaria. La estacionalidad de la producción está mayormente descripta por las precipitaciones y la relación entre el aporte porcentual de especies dominantes presentes. Además hay una baja asociación con los valores de las temperaturas medias registradas.

Lezana (2013) en un pastizal natural del centro norte de Entre Ríos observó que los factores generadores de la variabilidad temporal de la productividad primaria neta son las temperaturas mínimas en otoño e invierno y las precipitaciones en primavera y verano. La temperatura es un parámetro estable, con escasa variabilidad interanual, mientras que las precipitaciones presentan importante variación entre años. La variabilidad temporal de la PPNA se manifestó a diferentes escalas, estacionalmente las bajas temperaturas registradas desde mediados de otoño e invierno actuaron como factores limitantes a la acumulación de materia seca, mientras que en primavera y verano, con temperaturas elevadas, la producción fluctúa en un amplio rango en función de las precipitaciones. Interanualmente la variabilidad puede ser aún mayor, y la ocurrencia de períodos secos o húmedos impacta directamente sobre el crecimiento del pastizal.

Arias (2006) concluyó que en un pastizal de la provincia de Corrientes, la suma de las precipitaciones de Diciembre, Enero y Febrero es la variable que mejor explica la variabilidad interanual de la PPNA total de la estación de crecimiento, no habiendo relaciones significativas con la temperatura media anual o con las precipitaciones totales del período. Sin embargo entre meses la temperatura explica una mayor proporción de los cambios en la PPNA. Esto se debería a que la temperatura es la variable que mejor se relaciona en los meses más frescos donde las producciones son más bajas y menos variables. En cambio en los meses de verano, que son los más variables y más productivos, son las precipitaciones las que mejor describen la productividad. Los aumentos lineales de la PPNA con el aumento de las precipitaciones mostrarían que existe una capacidad de producción potencial no realizable debido a la falta de agua. Esto fue estacional ya que lluvias en otros meses no aumentaron la PPNA. Es por esto que no se encuentran relaciones entre la PPNA y las precipitaciones totales.

Sanchez *et al.* (2009) encontró que el comportamiento de la descomposición de la hojarasca, estuvo relacionado con los factores climáticos que prevalecieron durante el período experimental y, que es posible explicar este proceso a partir de la acción conjunta de la temperatura, la humedad relativa y la precipitación.

Menghi *et al* (1998) describió y analizó la estructura y producción de fitomasa aérea de un pastizal inundable no pastoreado en la estepa pampeana demostrando que existe una significativa relación entre la producción de fitomasa y algunas variables meteorológicas. La variación temporal en la fitomasa total mostró un patrón bimodal, con pulsos productivos máximos desfasados entre las poáceas (primaveral), dicotiledóneas (estival) y ciperáceas-juncáceas (otoñal). Encontró además picos positivos de la producción de fitomasa verde y PPN en verano y otoño.

Vecchio *et al.* (2008) estableció la receptividad ganadera de un establecimiento de La Pampa Deprimida, combinando imágenes satelitales, destinadas a medir la superficie ocupada por distintas comunidades, con mediciones puntuales de biomasa, para estimar la productividad primaria neta aérea (PPNA) y la proporción de ésta que puede ser consumida por los animales (Índice de Cosecha, IC). La receptividad de cada potrero se estimó como el promedio de las receptividades de las comunidades que lo componen, ponderado por la superficie ocupada por cada una de ellas. La receptividad de cada comunidad fue calculada como el producto entre su PPNA y su IC dividido por el consumo individual anual.

## **HIPOTESIS**

Existe una relación significativa entre las variaciones de temperaturas y precipitaciones a lo largo del año con la producción de biomasa aérea de un pastizal natural y su producción primaria neta.

## **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la relación entre la producción de biomasa aérea y producción primaria neta de un pastizal natural ubicado en la localidad de Río Cuarto y las variaciones de temperaturas y precipitaciones a lo largo del año.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar el área de estudio en cuanto a los recursos físicos y biológicos que influyen en la producción de biomasa.
- Adquirir destreza en la utilización del método tradicional simple para la determinación de biomasa disponible.
- Evaluar la evolución de la biomasa disponible a lo largo de un año en el pastizal natural y su variación estacional.
- Evaluar la evolución de la producción primaria neta a lo largo de un año en el pastizal natural y su variación estacional.
- Calcular la Producción Primaria Neta Aérea, Producción Forrajera y Receptividad del pastizal natural bajo estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio:

El presente proyecto se realizó durante el periodo comprendido entre octubre 2014 y septiembre 2015, en la provincia de Córdoba (figura N°1) entre la localidad de Río Cuarto y Las Higueras, en un relicto de un pastizal natural, que se observa en la figura N° 2, el cual limita con la Universidad Nacional de Río Cuarto siendo sus coordenadas: 33° 06' 59.80" S y 64° 17' 48.80" W.



Figura N°1: Mapa de localización geográfica del ensayo.

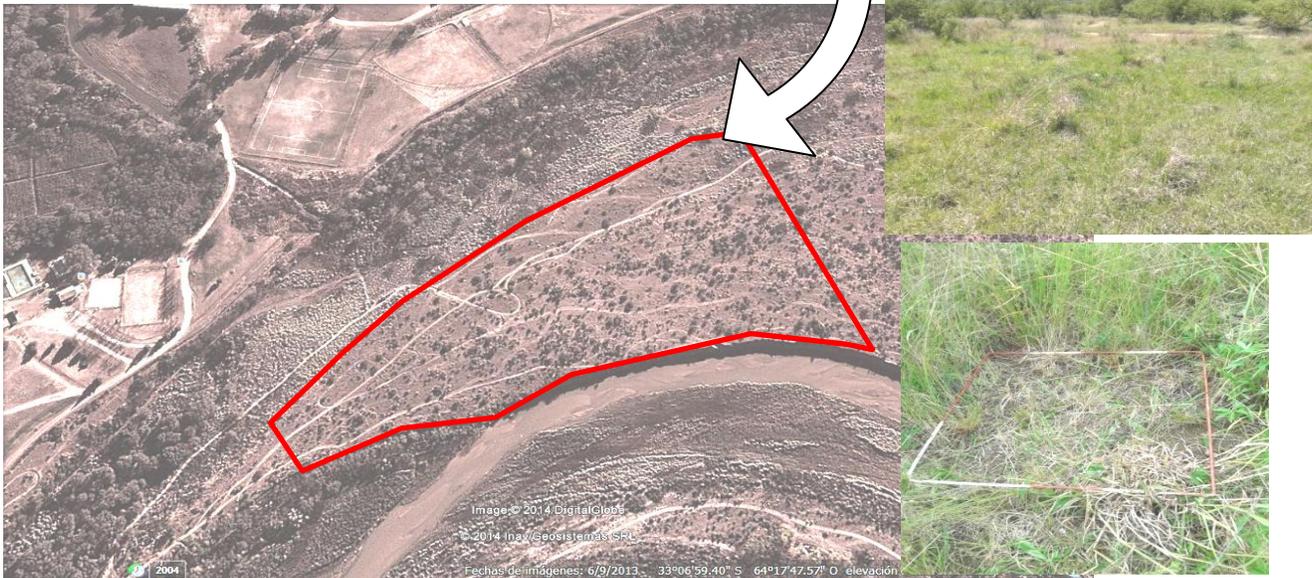


Figura N°2: Fotografía satelital área del ensayo y de parches de vegetación herbácea.

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la provincia geomorfológica Llanura Chaco-pampeana y dentro de ésta, en la Región Eólica-Loésica Sub-húmeda y en la Asociación Geomorfológica “Faja aluvial del río Chocanchavara” (Degiovanni *et al.* 2005). Se ubica en la denominada Pampa Loésica Alta, que se sitúa entre la Pampa loésica plana por el Este y la

Depresión periférica y la Pendiente oriental por el Oeste. Se trata de un plano alto, llamado plataforma basculada, con pendiente regional hacia el Este bastante uniforme y que disminuye en el mismo sentido. Sobre el límite occidental los valores de las pendientes varían entre 3 a 0,5% siendo este último valor el dominante de la porción oriental.(Jarsun,1993).

Estructuralmente y a nivel regional, esta unidad constituye un bloque elevado o basculado hacia el Este por fallas geológicas del basamento profundo, parcialmente cubierto por depósitos de piedemonte y luego por una potente sedimentación eólica. Superficialmente sólo se encuentra el loess franco limoso muy homogéneo. No se observa la presencia de depósitos fluviales, ya que por razones topográficas, esta gran unidad geomorfológica de la Provincia ha quedado fuera de la influencia de los derrames y abanicos provenientes de las sierras chicas de Córdoba. (Jarsun,1993).

Como formas menores del paisaje, y en donde se encuentra el pastizal estudiado, se observan líneas de escurrimiento deprimidas de origen estructural. Normalmente, los colectores principales regionales y secundarios actuales de escorrentías intermitentes, adaptan sus diseños a estas geoformas longitudinales. (Jarsun,1993).

La pendiente disminuye gradualmente hacia el Este, con valores de gradiente que van del 3% al 0,5%, siendo este último valor es el dominante de la porción oriental. Los procesos erosivos (principalmente hídricos) son intensos y generalizados en toda la unidad, sobre todo en el Oeste donde se producen no sólo en forma laminar y de surcos, sino también en forma de cárcavas profundas y aisladas. (Rodríguez, 1997).

### **Caracterización edáfica:**

El loess, material originario de estos suelos, posee un porcentaje elevado de limos y es rico en carbonato de calcio. Estos caracteres del material, sumados a las condiciones climáticas de una planicie subhúmeda a semiárida y la vegetación natural bajo la cual evolucionaron, confieren a los suelos las características más sobresalientes que condicionan su utilización y definen sus potencialidades. (Jarsun, 1993).

Los Haplustoles son los suelos dominantes de la región, se caracterizan por ser suelos altamente productivos, profundos, bien drenados, fértiles, con un horizonte superficial rico en materia orgánica y con el complejo de cambio dominado por el calcio teniendo una buena estructura. Sin embargo, el alto contenido en limo les confiere cierta fragilidad e inestabilidad estructural, que se manifiesta por una tendencia al encostramiento y al "planchado", punto inicial de los escurrimientos y de los procesos erosivos. (Jarsun, 1993).

Analizando más puntualmente el área bajo estudio se trata de un Haplustol fluvéntico, de textura franca gruesa. Es un suelo bien drenado, desarrollado a partir de sedimentos fluviales de texturas contrastantes francas, franco limosas y franco arcillo limosas. Se caracteriza por poseer capas en profundidad o subsuperficiales donde aumenta abruptamente la materia orgánica. Ocupa las terrazas del Río Cuarto y derrames altos suavemente ondulados en las proximidades de la ciudad de La Carlota, provincia de Córdoba. (INTA, 1993).

Presenta un horizonte Ap de color oscuro, está bien provisto de materia orgánica, posee textura franco limosa y estructura en bloques. Sigue un subhorizonte A de textura y estructura similar que se extiende hasta 34 cm. Desde aquí hasta 58 cm continúa un horizonte de transición (AC) apenas edafizado, color algo más claro y limoso que presenta material calcáreo libre en la masa del suelo. Desde ésta última profundidad y hasta 71 cm aparece una capa más oscura con mayor contenido de materia orgánica que tiene textura franco limosa, estructura en bloques con tendencia laminar. Entre 71 y 90 cm continúa una capa franco limosa a limosa y desde 90 a 110 cm otra de textura franco arcillo limosa y de color muy oscuro. El perfil culmina con la capa 5 franco limosa que se extiende en profundidad. (INTA, 1993).

### **Caracterización climatológica:**

El área bajo estudio está ubicada en el dominio climático semihúmedo, con un régimen pluviométrico tipo monzónico, concentrando más del 80% de las lluvias en el semestre cálido. La precipitación media anual es de 782,5 mm (Serie 1981 - 2010). (Servicio de agrometeorología).

El régimen térmico es templado con una temperatura media del mes más cálido (Enero) de 22,7°C y 9,4°C la del mes más frío (Julio), con una media anual de 16,3°C (Serie 1981 - 2010). (Servicio de agrometeorología).

La fecha media de la primera helada meteorológica (temperatura del aire igual o menor a 0°C registrada en el abrigo meteorológico a 1,5m de altura) es el 25 de mayo ( $\pm 14,3$  días), mientras que la fecha extrema de la primera helada el 29 de abril. Asimismo la fecha media de la última helada es el 12 de septiembre ( $\pm 20,3$  días), con una fecha extrema de última helada el 4 de noviembre. Esto indica que el período libre de helada alcanza una amplitud media de 256 días. Sin embargo, considerando las heladas extremas, tempranas y tardías, estos períodos se reducirían a 176 días (Seiler *et al.*, 1995).

Los vientos prevalecen frecuentemente del N y NE y su mayor velocidad se registra durante el periodo comprendido entre fines de agosto y octubre (Fabricius y Rotondo, 1993). El granizo es un fenómeno que se presenta normalmente en el período estival.

En la figura N° 3 se hizo una comparación entre las precipitaciones y las temperaturas medias mensuales históricas (1981-2010) con el comportamiento de estas mismas variables climáticas en el periodo en el que se realizó el ensayo. Esto se realizó con la intención de saber si se trató de un periodo similar al promedio histórico o si alguna de las variables climáticas bajo estudio tuvo un comportamiento notablemente diferente.

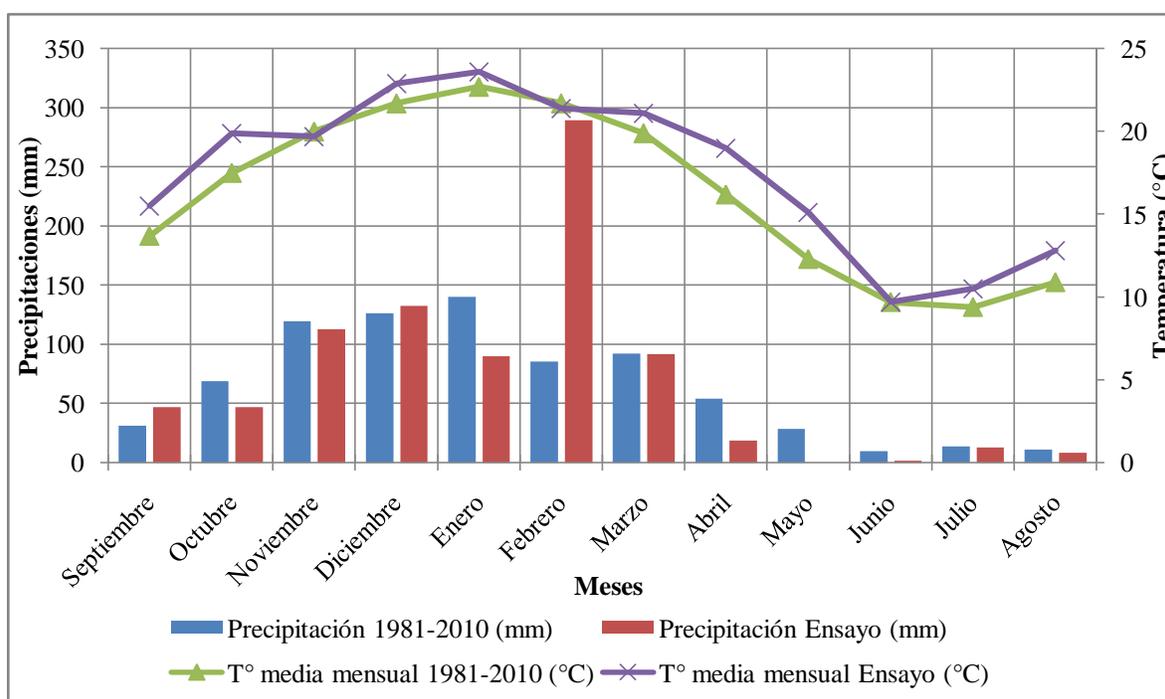


Figura N°3: Precipitaciones medias mensuales y temperaturas medias mensuales históricas (periodo 1981-2010), precipitaciones mensuales y temperaturas mensuales del ciclo bajo estudio.

La precipitación anual registrada durante el período de realización del ensayo fue de 852,7 mm, presentando 70,5 mm sobre la media histórica. También, como se observa en la figura N°4, se dieron registros mensuales significativamente mayores a los promedios mensuales, destacando principalmente Febrero con una diferencia positiva de 203,8 mm. Por otro lado los menores registros con respecto a la media se dieron durante Enero, Abril, Mayo y Octubre. Los restantes meses tuvieron un comportamiento similar a los promedios mensuales.

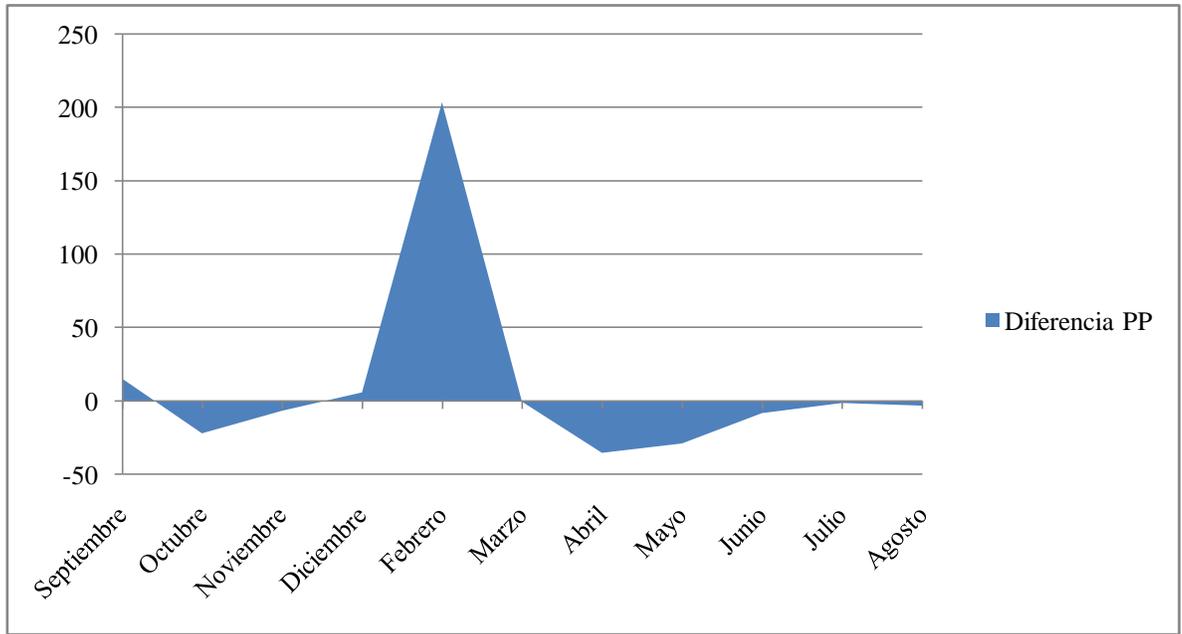


Figura N°4: Diferencia de precipitaciones históricas-ensayo

Los registros de temperaturas medias mensuales obtenidas durante el ensayo se mantuvieron por encima de los valores históricos, como se ve en la figura N°5, destacándose los meses de Abril, Mayo y Octubre en los que la temperatura media mensual supero por más de 2,4 °C a la media mensual histórica.

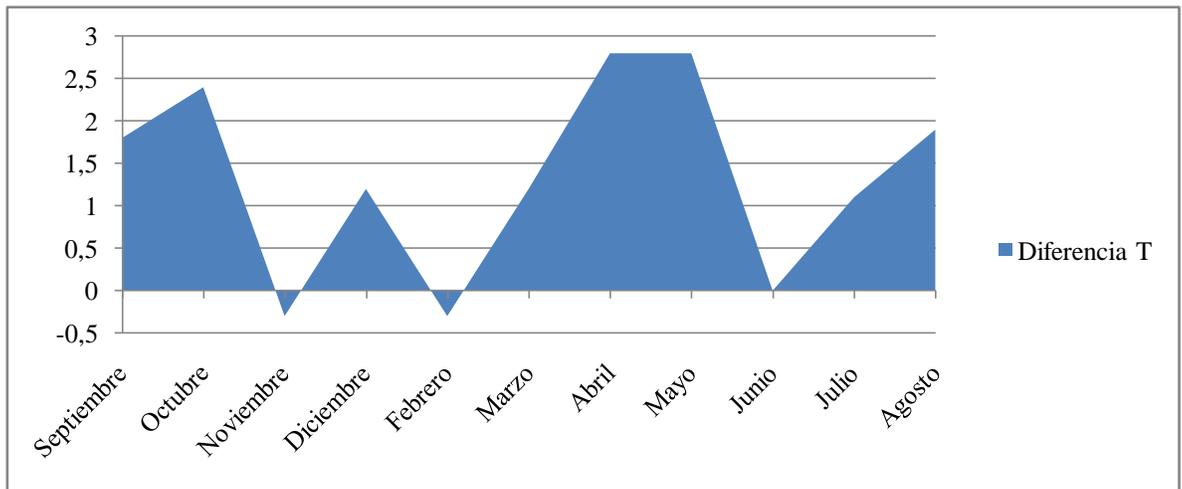


Figura N°5: Diferencia de temperaturas históricas-ensayo.

Se puede inferir que desde el punto de vista térmico y pluviométrico, es un área apta para el desarrollo de la vegetación de ambientes templados.

## Caracterización de la vegetación:

La provincia de Córdoba forma parte de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, del Espinal y Pampeana, de Norte a Sur. (Cabrera, 1976).

El pastizal analizado está ubicado en la Provincia Fitogeográfica del Espinal. El tipo de vegetación dominante es el bosque xerófilo, parecido al de la Provincia Chaqueña, pero más bajo. Hay además palmares, sabanas graminosas, estepas, etc. Caracteriza esta provincia la dominancia de especies arbóreas del género *Prosopis*, acompañadas por otros árboles de la provincia Chaqueña. Dentro de esta provincia, el lugar de estudio se ubica en el Distrito del Algarrobo. (Cabrera, 1976).

El Distrito del Algarrobo se extiende desde el centro de Santa Fe, a través de Córdoba, en forma de banda diagonal que corre de nordeste a sudoeste, hasta el norte de San Luis. La comunidad climax es el bosque de algarrobo, unas veces algarrobo negro (*Prosopis nigra*), otras algarrobo blanco (*Prosopis alba*) acompañados por el tala (*Celtis spinosa*), el chañar (*Geoffroea decorticans*), y otros árboles característicos de la provincia. (Cabrera, 1976).

En los sitios en los que las actividades agrícolas han sido abandonadas se presentan pastizales dominados generalmente por especies de la región pampeana. Dentro de estos parches de vegetación herbácea se encuentra Chloris (*Chloris cilata*), Gramon (*Cynodon dactylon*), Linaria (*Linaria vulgaris*), Pasto cuaresma (*Digitaria sanguinalis*), Pasto horqueta (*Paspalum notatum*), Gramilla blanca (*Paspalum vaginatum*), Llantén (*Plantago lanceolata*), Pasto plomo (*Gamochaeta filaginea*), Pasto ilusión (*Eragrostis lugens*), Poa (*Poa ligularis*). (Poloni, 2012).

En los contactos de esta región con la zona serrana, se observan especies típicas de las montañas bajas. A lo largo de los cauces de algunos ríos y otros ambientes relativamente húmedos, aparecen: sauce criollo, sauce mimbre, saúco, tala falso, cina-cina. El Bosque de “Tala” (*Celtis ehrenbergiana*) es un bosque xerófilo de poca altura y densidad variable. Predomina netamente el Tala que es un árbol de 3 a 10 metros de altura con tronco tortuoso, leño muy duro y hojas caducas. Otras especies arbóreas son *Acacia caven* “Espinillo”, *Scutia buxifolia* “Coronillo”, *Schinus longifolius* “Incienso”, *Jodina rhombifolia* “Sombra de toro”, que es hemiparásita, *Phytolacca dioica* “Ombú” y *Sambucus australis* “Sauco”. (Cabrera, 1976).

## METODOLOGÍA

Se caracterizó el pastizal natural según sus recursos abióticos (precipitaciones, temperaturas y características edáficas) y sus recursos bióticos (especies nativas e introducidas). Los datos referidos a precipitaciones y temperaturas fueron aportados por la cátedra de Agrometeorología de la Universidad Nacional de Río Cuarto para el período en estudio y también se obtuvieron promedios históricos para analizar el comportamiento de estas dos variables (Periodo 1981-2010). La caracterización edáfica se obtuvo a partir del Atlas de Suelos de la República Argentina y además se realizó una calicata en el lugar de estudio. La vegetación nativa se caracterizó a partir de la información de las Regiones Fitogeográficas Argentinas (Cabrera, 1976).

La recolección de datos se realizó mensualmente sobre parches de vegetación herbácea, dejando de lado especies arbustivas, subarbustivas y arbóreas. En cada fecha de muestreo, se tomaron 10 muestras en sitios al azar, con cuadrantes de 0,5 x 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>).

La disponibilidad forrajera se determinó según la metodología tradicional, cortes a ras del suelo en cada cuadrante arrojado al azar, con tijera de tuzar, luego se separó este material en compartimentos verde (BV), seco (BS) y mantillo (M) para llevar a estufa hasta peso constante y determinar así la biomasa disponible (gr/m<sup>2</sup>). (Fernandez, 2004).

Luego, los datos de biomasa verde disponible obtenidos en cada corte y el tiempo transcurrido entre corte y corte se utilizaron para calcular la Producción Primaria Neta, según la siguiente fórmula (Milner y Hughes, 1968):

Formula N°1: Producción Primaria Neta Aérea.

$$PPN = \frac{BV2 - BV1}{T2 - T1}$$

Donde:

PPN= Producción Primaria Neta Aérea.

BV2= biomasa verde final.

BV1= biomasa verde inicial.

T2- T1= días transcurridos entre cada uno de los períodos de muestreo.

Los resultados se expresaron en (kg/ha \*año).

La Receptividad del pastizal natural es la densidad máxima de animales que puede mantenerse en un área determinada, en un cierto nivel de producción, sin deteriorar el recurso (Scarnecchia, 1990). Se expresa en Equivalente Vaca (EV/ha). El EV es el promedio anual de los requerimientos energéticos de una vaca de 400 kg de peso, que gesta y cría un ternero hasta el destete a los 6 meses de edad con 160 kg de peso, incluido el forraje consumido por el ternero. Equivale a los requerimientos de un novillo de 410 kg de peso que aumenta 500 g diarios. Un E.V. representa en términos de energía 18,54 Mcal de Energía Metabolizable. La receptividad se calcula con la siguiente formula (Golluscio, 2009):

Formula N°2: Receptividad.

$$R = \frac{PPNA \times IC}{CIA}$$

Dónde:

R = Receptividad (cabezas.ha-1)

CIA = Consumo individual anual (kg MS consumidos.cabezas-1.año-1)

PPNA = Productividad Primaria Neta Aérea (kg MS.ha-1.año-1)

IC = Índice de Cosecha (kg consumidos.kg producidos-1) (50 %)

Para el cálculo de la Carga Animal se necesitó la Receptividad (EV/Hectárea) y los Requerimientos (EV/Cabeza) de esta forma se podrá calcular la cantidad de individuos, bovinos en este caso, que pudo soportar una hectárea a lo largo del año. Se utilizó la siguiente fórmula:

Formula N°3: Carga Animal.

$$CA = \frac{\text{Receptividad} \left( \frac{EV}{Ha} \right)}{\text{Requerimientos} \left( \frac{EV}{Cab} \right)} = \frac{\text{Cabezas}}{\text{Hectarea}}$$

La Receptividad se calculó a partir de los datos anteriores y los Requerimientos se sacaron de Tablas de Requerimientos. (Cocimano *et al.* 1975)

A partir de los incrementos periódicos de biomasa verde disponible (gr/m2) se calculó la producción primaria neta, producción forrajera y receptividad y se analizó la dinámica temporal de la producción calculada en este período de tiempo. Se efectuaron análisis gráficos y estadísticos con respecto a los datos obtenidos.

Para el análisis estadístico de las variables se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) de efectos fijos (Steel y Torrie, 1997), utilizando para ello el programa Infostat. (Di Renzo *et al.* 2008)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que los valores de biomasa verde, seca y mantillo junto con la productividad primaria neta fueron el objeto de estudio del presente trabajo y que a partir del procesamiento de dichas variables se obtuvieron otros resultados en la investigación, se realiza a continuación un análisis de los mismos.

El comportamiento mensual de la Biomasa Verde (BMV), Seca (BMS) y Mantillo se presenta a continuación en la figura N°6.

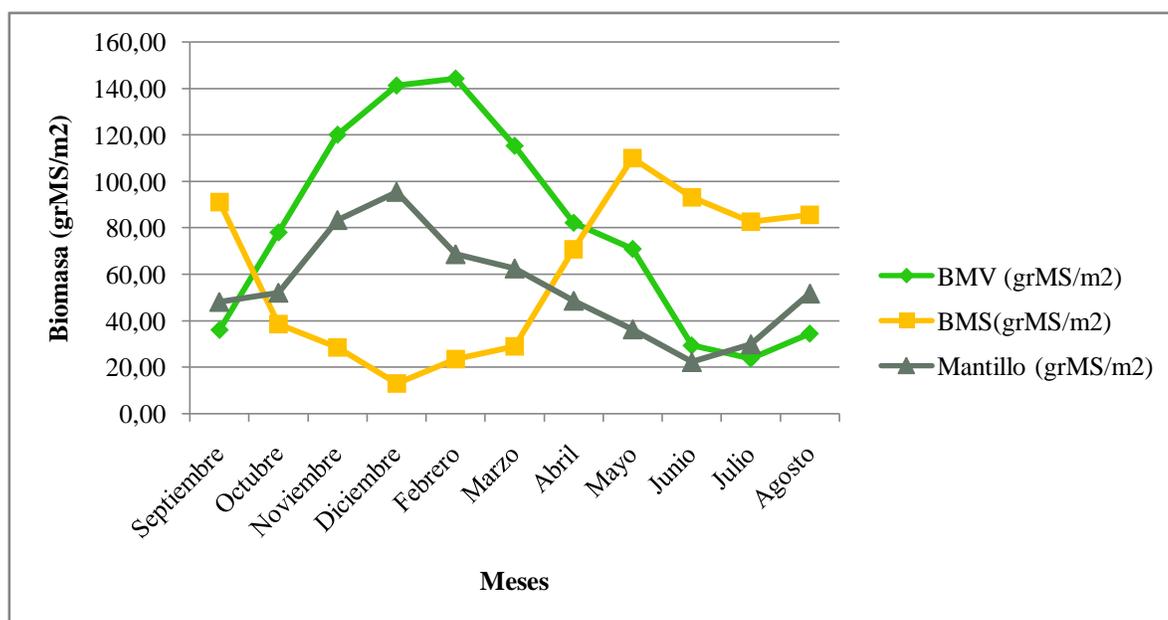


Figura N°6: Comportamiento mensual de BMV, BMS y Mantillo.

Como se ve en la figura N°6 la producción mensual de BMV presento una variación significativa a lo largo del periodo bajo estudio. En la tabla N°1 se muestra que los mayores valores de este compartimiento se presentaron en los meses de febrero y diciembre abarcando juntos el 32,6% de la producción total de BMV. Por otro lado el menor valor se dio en los meses de julio, junio, agosto y septiembre representando, el conjunto, un 14,1% del total. Se obtuvo un total de 877,2 gr/m<sup>2</sup> o 8772 kg/ha de biomasa verde. El anterior valor es similar al encontrado por Menghi *et al* (2000). La diferencia en la producción de BMV entre los diferentes meses del año es

estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) por lo que las diferentes precipitaciones y temperaturas dadas en los meses tienen un impacto en el comportamiento de esta variable.

Tabla N°1: Valores mensuales de BMV (Test DGC).  $p < 0.0001$ .

Biomasa Verde	
Tratamiento	Medias (grMS/m <sup>2</sup> )
Febrero	144,46 a
Diciembre	141,46 a
Noviembre	120,28 b
Marzo	115,48 b
Abril	82,32 c
Octubre	78,18 c
Mayo	71,04 d
Septiembre	36,16 e
Agosto	34,56 e
Junio	29,44 e
Julio	23,8 e

En lo que respecta a la producción de BMS hay una fluctuación notable según se observa en la tabla N°2 donde el mayor valor se observó en el mes de mayo con un 16,5% de la producción y el mes que se dio una menor producción fue en diciembre con un 2% del total. A lo largo del ensayo se produjo un total de 666,3 gr/m<sup>2</sup> o 6663 kg/ha de biomasa seca. La diferencia que existe en la producción de BMS entre los diferentes meses del año es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) como se ve en la tabla N°2, entonces las precipitaciones y temperaturas que se dieron en los meses tienen un impacto en las fluctuaciones de esta variable.

Tabla N°2: Valores mensuales de BMS (Test DGC).  $p < 0.0001$ .

Biomasa Seca	
Tratamiento	Medias (grMS/m <sup>2</sup> )
Mayo	110,06 a
Junio	93,06 b
Septiembre	91,06 b
Agosto	85,74 b
Julio	82,73 b
Abril	70,84 c
Octubre	38,58 d
Marzo	29,1 d
Noviembre	28,48 d
Febrero	23,6 d
Diciembre	13,04 e

El Mantillo también tuvo un comportamiento variable, como se ve en la tabla N°3, dándose el mayor valor en el mes de diciembre representando un 15,9% del total y los menores en los meses de junio, julio y mayo que representan, en conjunto, un 14,8% del total. En lo que respecta a los valores totales se registraron 600,4 gr/m<sup>2</sup> o 6004 kg/ha de mantillo, valor muy superior al hallado por Menghi *et al* (2000). La diferencia en la producción de mantillo entre los distintos meses del año es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) por lo que los cambios de temperatura y precipitaciones en el ciclo bajo estudio influyeron en esta variable.

Tabla N°3: Valores mensuales de Mantillo (Test DGC).  $p < 0.0001$ .

Mantillo	
Tratamiento	Medias(grMS/m <sup>2</sup> )
Diciembre	95,56 a
Noviembre	83,46 b

Febrero	68,78 c
Marzo	62,64 c
Octubre	52,22 d
Agosto	51,84 d
Abril	48,76 d
Septiembre	48,26 d
Mayo	36,46 e
Julio	30,04 e
Junio	22,4 e

Seguendo el comportamiento de la Biomasa Verde (BMV), Seca (BMS) y Mantillo, pero esta vez tomando como referencia las estaciones a lo largo del periodo bajo estudio se observan fluctuaciones en todos los compartimientos como se ve en la figura N° 7.

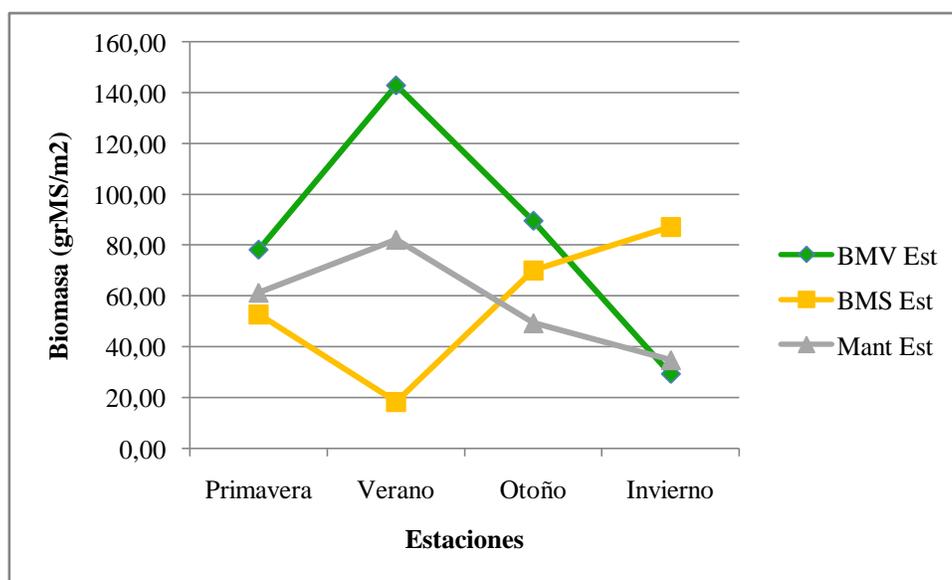


Figura N°7: Comportamiento estacional de BMV, BMS y mantillo.

Con respecto a la BMV, en la figura N°7 se muestra que hay variaciones estacionales con valor y pendiente máxima en el verano, significando el 42% del total anual. Mientras tanto la primavera y el otoño presentaron producciones intermedias y similares representando, en conjunto,

el 49,4% del total. Por otro lado en el invierno se recolecto la menor cantidad de biomasa verde que equivalía a un 8,6% de lo producido a lo largo de todo el ciclo. Lo antes mencionado se observa en la tabla N°4. Estos valores son similares a los encontrados por Martin *et al* (2009) y Wysiecki (1993).Entonces se puede decir que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p<0.05$ ) en lo que respecta a la producción de BMV cuando se toman como referencia las estaciones.

Tabla N°4: BMV según las estaciones. (Test DGC).  $p=0.0117$ .

Biomasa Verde	
Estación	Medias (grMS/m <sup>2</sup> )
Verano	142,96 a
Otoño	89,61 b
Primavera	78,21 b
Invierno	29,27 c

En cuanto a la BMS, y como se observa en la tabla N°5, el máximo valor se dio en invierno, recolectándose el 38,2 % del total. En cuanto a la primavera y el otoño, nuevamente tuvieron un comportamiento similar dándose producciones medias y parecidas que equivalían, en conjunto, al 53,8% del total. En el verano se obtuvo el menor valor de BMS que representó el 8% del total anual. Pese a esto no existen diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a la producción de BMS según las estaciones.

Tabla N°5: BMS según las estaciones. (Test DGC).  $p=0.1399$ .

Biomasa Seca	
Estación	Medias (grMS/m <sup>2</sup> )
Invierno	87,18 a
Otoño	70 a
Primavera	52,71 a
Verano	18,32 a

En lo que respecta al mantillo existieron diferencias poco significativas entre el verano y el invierno, representando el 36,1% y 15,3% respectivamente del total anual, la primavera y el otoño presentaron valores intermedios entre los porcentajes anteriores. Este compartimiento no tuvo variaciones tan importantes, como se ve en la tabla N°6, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas cuando se considera la producción de mantillo en las diferentes estaciones. Menghi *et al* (1998) en cambio encontró que los picos de esta variable se dieron en primavera y otoño y estos fueron notables a diferencia del pastizal bajo estudio.

Tabla N°6: Mantillo según las estaciones. (Test DGC).  $p=0.0754$ .

Mantillo	
Estación	Medias (grMS/m <sup>2</sup> )
Verano	82,17 a
Primavera	61,31 a
Otoño	49,29 a
Invierno	34,76 a

## **Biomasa Verde**

En las figuras N° 8 y 9 se presenta el comportamiento de la Biomasa Verde, de las precipitaciones y temperaturas mensuales del ciclo bajo estudio.

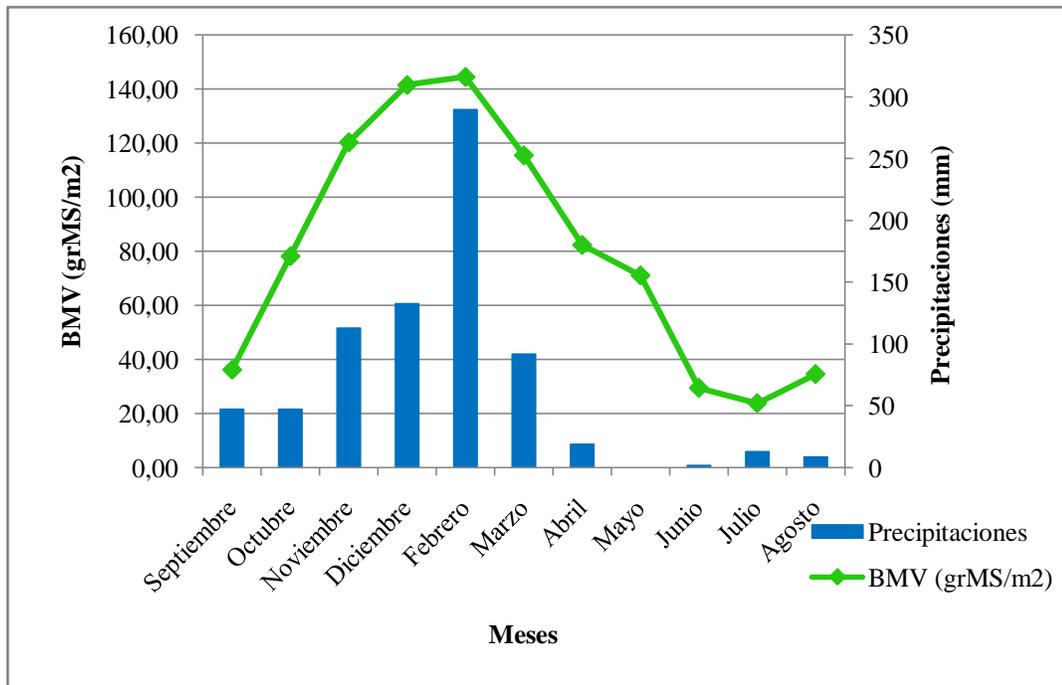


Figura N°8: Comportamiento BMV según precipitaciones del ensayo.

El ciclo bajo estudio se caracterizó por disponibilidad de lluvias considerables a partir del mes de septiembre y por aportes regulares durante toda la estación de crecimiento, con una acumulación al final del ciclo superior a la normal. Destaca el mes de febrero que tiene una diferencia positiva significativa con la media histórica, mientras que los meses restantes tuvieron un comportamiento similar a la media.

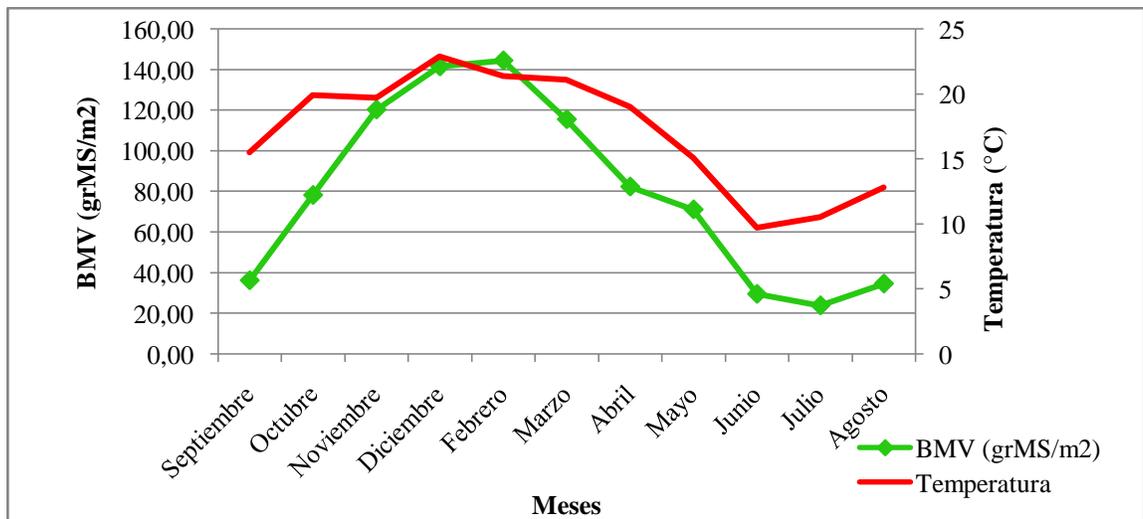


Figura N°9: Comportamiento BMV según temperaturas del ensayo.

La variabilidad anual del régimen térmico denota situaciones de amplitud, principalmente en los meses otoñales con una temperatura mayor a la media histórica.

Los resultados obtenidos indican un comienzo de ciclo con un incremento de BMV a partir de agosto que depende de la acumulación de temperatura previo al inicio de las lluvias, Menghi *et al* (2000) y Lezana (2013) observaron comportamientos similares. Luego, a partir de septiembre, se da un aumento de la BMV siguiendo el comportamiento creciente de las precipitaciones y temperaturas hasta febrero, donde se da el pico de mayor valor. A partir de marzo, y siguiendo a las precipitaciones y la temperatura que disminuyen, los valores de BMV comienzan a disminuir alcanzando el mínimo en el mes de julio. Es decir, la producción de BMV tiene un comportamiento de campana, iniciándose en agosto, produciéndose el pico positivo en febrero y terminando en julio. Esto coincide con lo encontrado por Arias (2006) quien observó que la temperatura promueve el crecimiento del pastizal y la disminución de las precipitaciones lo limitan.

En base a lo anterior, se puede decir que las fluctuaciones mensuales de la BMV responden a un conjunto de factores ambientales entre los cuales las precipitaciones y temperaturas tienen una importante correlación con este compartimiento.

Como se observa en la figura N°10 hay una correlación positiva entre la producción de BMV y las precipitaciones dadas en el ciclo. Se halló que las precipitaciones explican el 77% de la variabilidad de la producción de la biomasa verde. Esto demuestra que este factor climático tiene una influencia estadísticamente significativa en cuanto a la producción de este pastizal natural. Coincidiendo con lo encontrado por Arias (2006), Martín *et al* (2009) y Lezana (2013).

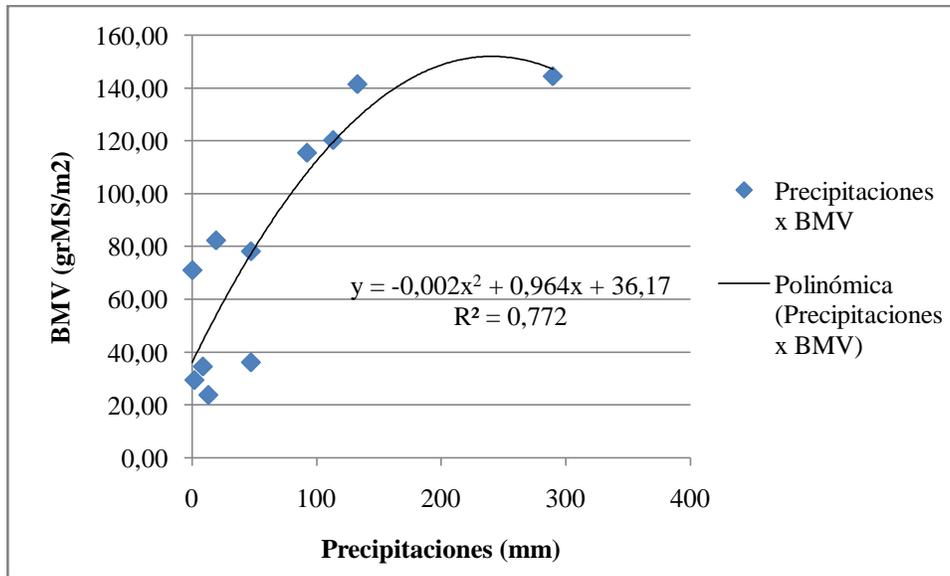


Figura N°10: Correlación entre BMV y Precipitaciones.

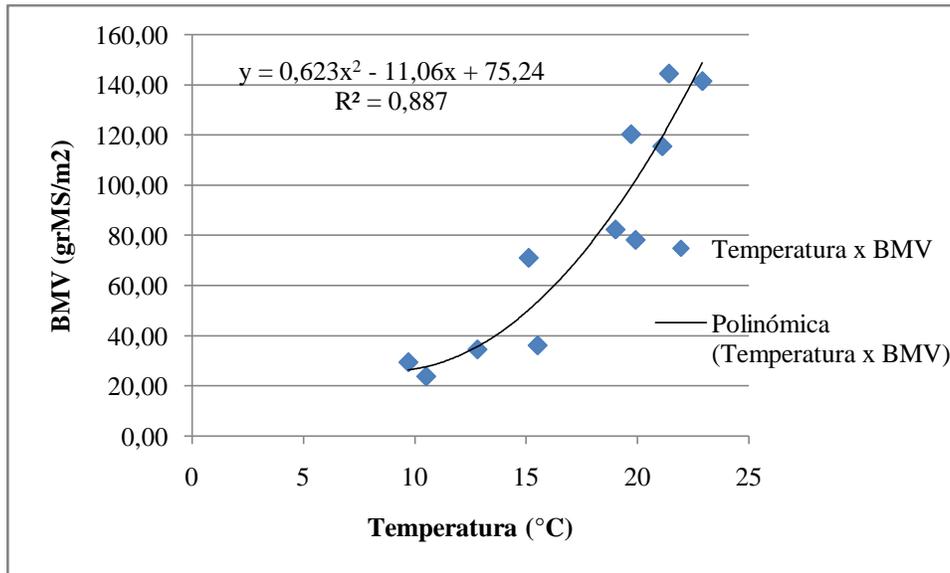


Figura N°11: Correlación entre BMV y Temperatura.

En la figura N°11 se observa que también existe una correlación positiva entre la producción de BMV y las temperaturas dadas en el ciclo bajo estudio. Según el modelo, las temperaturas explican un 88% de la variabilidad en la producción de biomasa verde. Entonces la temperatura tiene una influencia estadísticamente significativa en cuanto a la producción biomasa verde de este pastizal

La correlación entre las precipitaciones y las temperaturas con la BMV que se halló en este trabajo es mucho mayor a la que obtuvo Menghi *et al* (2000). Quizás esto es producto de que no existe aporte de una napa subterránea o de la escasa capacidad de retención hídrica del suelo sobre

el que se encuentra el pastizal, lo cual hace a esta masa vegetal muy dependiente del aporte de las precipitaciones. En el caso de las temperaturas, estas son más influyentes en el comportamiento de la comunidad vegetal, definiendo su ciclo de crecimiento.

En las figuras N°12 y 13 se ven las fluctuaciones de la Biomasa Verde con respecto a las precipitaciones y temperaturas que se dieron en las estaciones.

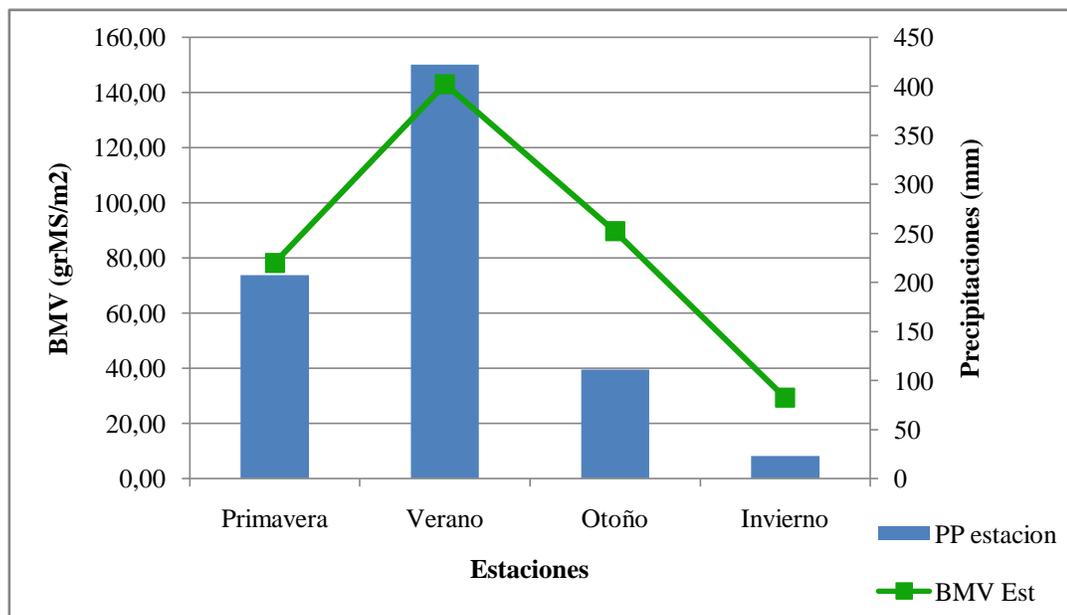


Figura N°12: Comportamiento BMV según las precipitaciones estacionales.

Como se ve en la figura N°12 los mayores valores de precipitaciones se dan en primavera, verano y otoño, esto es propio del régimen monzonico característico de la región en donde se realizo el ensayo.

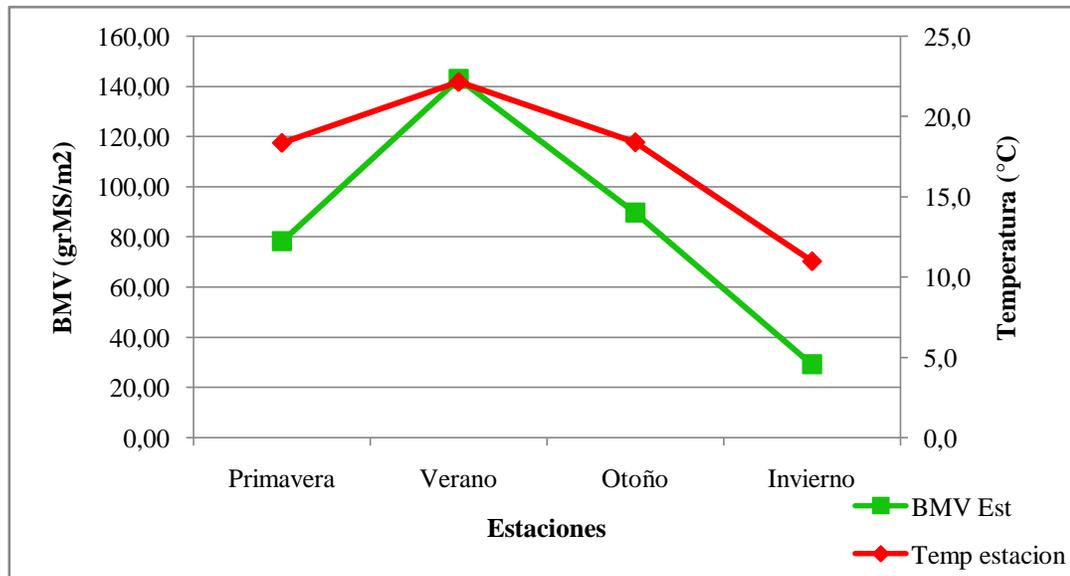


Figura N°13: Comportamiento BMV según las temperaturas medias estacionales.

Por otro lado la temperatura tiene el comportamiento clásico en el cual los mayores valores se dan en verano, los intermedios en primavera y otoño y los mínimos en invierno.

En la figura N°13 se observa un incremento de la BMV desde comienzos de la primavera, llegando a un pico en verano y comenzando a disminuir en otoño, el menor valor se dio en invierno. Es decir, que los cambios en la BMV se relacionan con las fluctuaciones de las precipitaciones y temperaturas a nivel estacional. Martin (2009) encontró un comportamiento similar, destacando una importante asociación entre las precipitaciones y la producción estacional.

Entonces, y según la tabla N°4, las fluctuaciones de la BMV responden de una manera significativa ( $p < 0.05$ ) a las diferentes condiciones ambientales que se dan según las estaciones, dentro de las cuales varían las precipitaciones y la temperatura. Aquellas estaciones con mayores precipitaciones y temperatura presentan mayores valores de BMV.

## Biomasa Seca

En las figuras N° 14 y 15 se presenta el comportamiento de la Biomasa Seca, de las precipitaciones y temperaturas mensuales del ciclo bajo estudio.

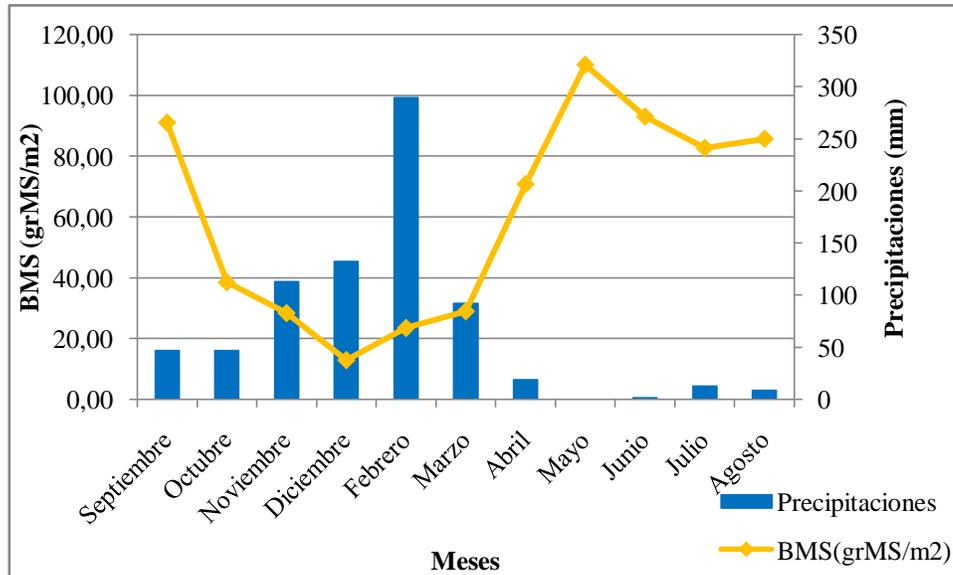


Figura N°14: Comportamiento BMS según precipitaciones del ensayo.

Los valores que se ven en la figura N°14 demuestran que en el inicio del periodo bajo estudio se tenía uno de los valores más elevados de BMS. A partir de septiembre, y con el aumento de las precipitaciones, se dio una reducción progresiva en los valores de este compartimiento. Alcanzando el valor mínimo en el mes de diciembre coincidiendo con buena parte de las precipitaciones primaverales acumuladas en el perfil y un activo crecimiento de la biomasa verde. Luego de pasadas las condiciones primavero-estivales comienza a haber un aumento en los valores de BMS coincidiendo con la reducción de precipitaciones mensuales hasta alcanzar un valor máximo en mayo. Una vez que se supera ese pico hay una disminución en la materia seca hasta un cierto nivel a partir del cual se mantiene estable sin fluctuaciones significativas durante todo el invierno hasta comenzar nuevamente el ciclo.

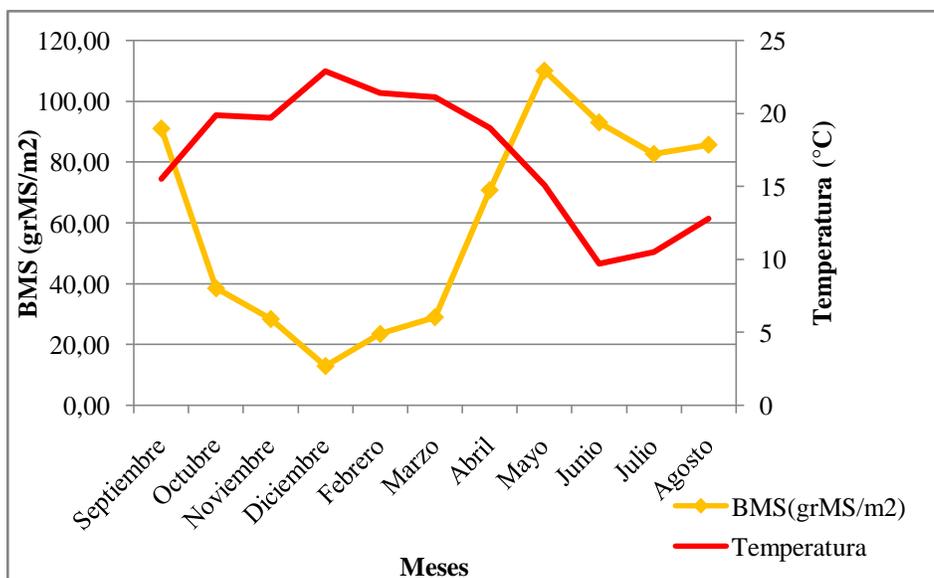


Figura N°15: Comportamiento BMS según temperaturas del ensayo.

Cuando se observa la figura N° 15 y se analizan las fluctuaciones de la BMS junto con la temperatura mensual se percibe un comportamiento inverso. Con los incrementos de la temperatura mensual a partir de septiembre hay una disminución continua de la materia seca, hasta que alcanza el valor mínimo en diciembre donde se da la máxima temperatura media mensual del ciclo bajo estudio. En los meses siguientes y con la reducción progresiva de la temperatura mensual, hay un aumento en la BMS hasta que llega al máximo valor en el mes de mayo, previo al comienzo del invierno.

En base a lo antes expuesto se puede decir que cuando se presentan elevadas temperaturas junto con aportes regulares y abundantes de precipitaciones el valor de la BMS se reduce en este pastizal, situación característica de los meses primavera-estivales. Esto es contrario a lo hallado por Wysiecki (1993) en donde la máxima acumulación de biomasa seca se da en primavera y verano lo cual puede deberse a las diferencias existentes en la composición florística de los pastizales comparados. Menghi *et al* (1998) tuvo picos máximos en primavera e invierno quizás por las diferencias edafoclimáticas del ecosistema en el que realizó el estudio.

Cuando las precipitaciones o temperaturas comienzan a disminuir hay un incremento de la biomasa seca por la senescencia de especies primavera-estivales o el efecto de las heladas tempranas, situaciones muy normales en los meses otoñales. El pico que se da en otoño se debe a que una gran parte de la BMV producida en los meses primavera estivales finaliza su ciclo vegetativo pasando al compartimiento de la BMS. La estabilidad de los meses invernales se debe a

que poca materia seca se descompone debido a la escasa actividad de los microorganismos dada por las bajas temperaturas y escasas precipitaciones.

Como se observa en las figuras N° 16 y 17 existe una correlación negativa de la BMS tanto con las precipitaciones como con la temperatura. Esto coincide con lo expuesto en párrafos anteriores, por lo que a mayores precipitaciones y temperaturas, menos valores de biomasa seca se producirán en el pastizal. Lo anterior es similar a lo encontrado por Sanchez *et al* (2009).

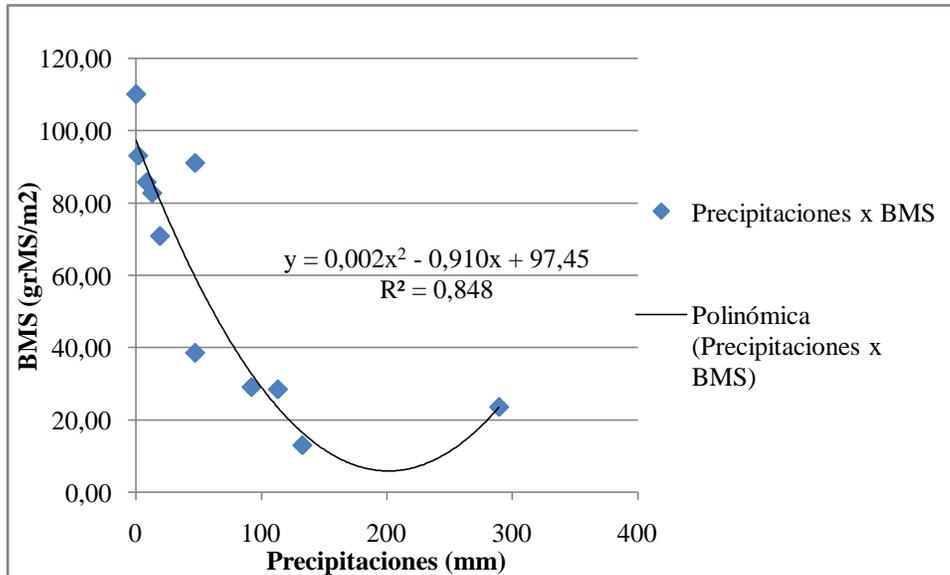


Figura N°16: Correlación entre BMS y precipitaciones.

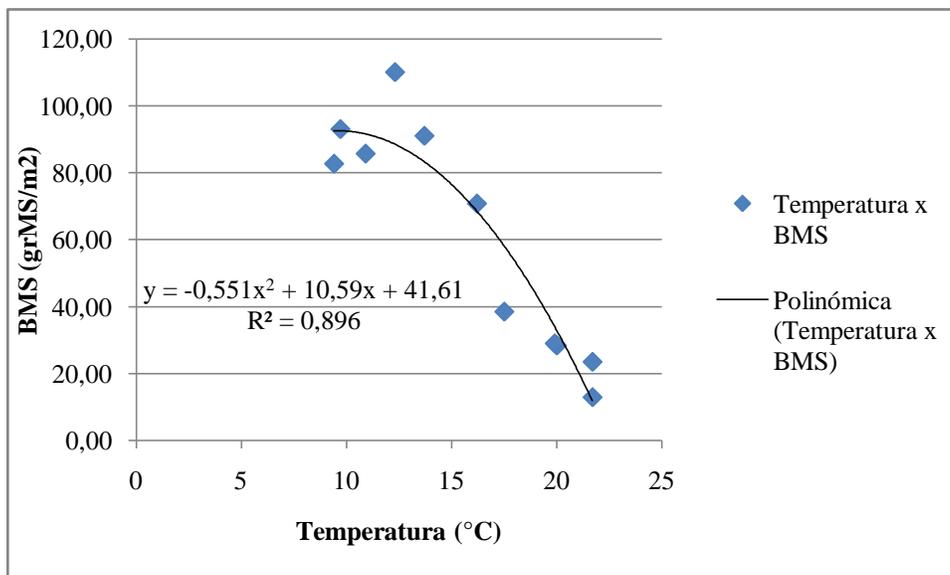


Figura N°17: Correlación entre BMS y temperatura.

## Mantillo

A continuación, en las figuras N° 18 y 19, se presenta el comportamiento del mantillo, de las precipitaciones y temperaturas mensuales del ciclo bajo estudio.

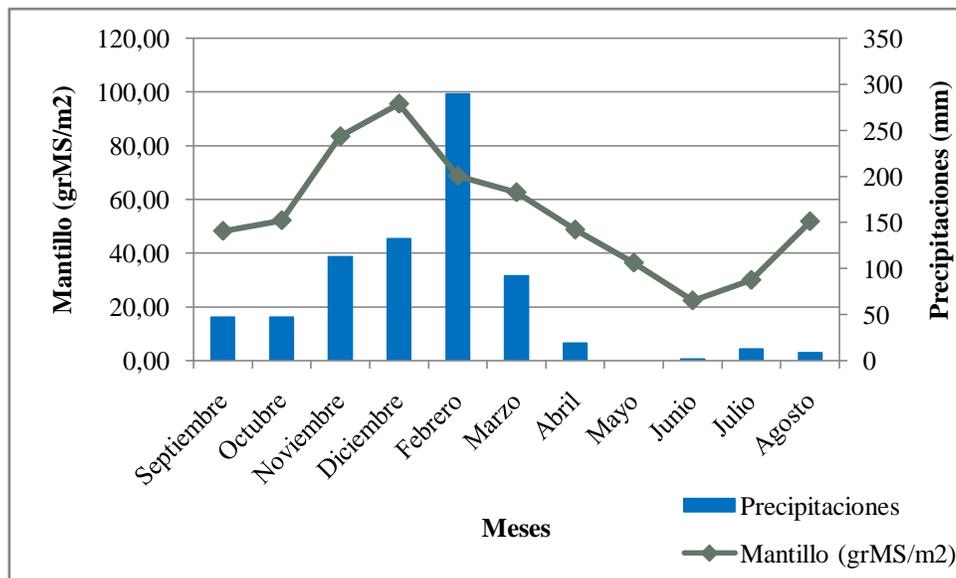


Figura N°18: Comportamiento del mantillo según las precipitaciones del ensayo.

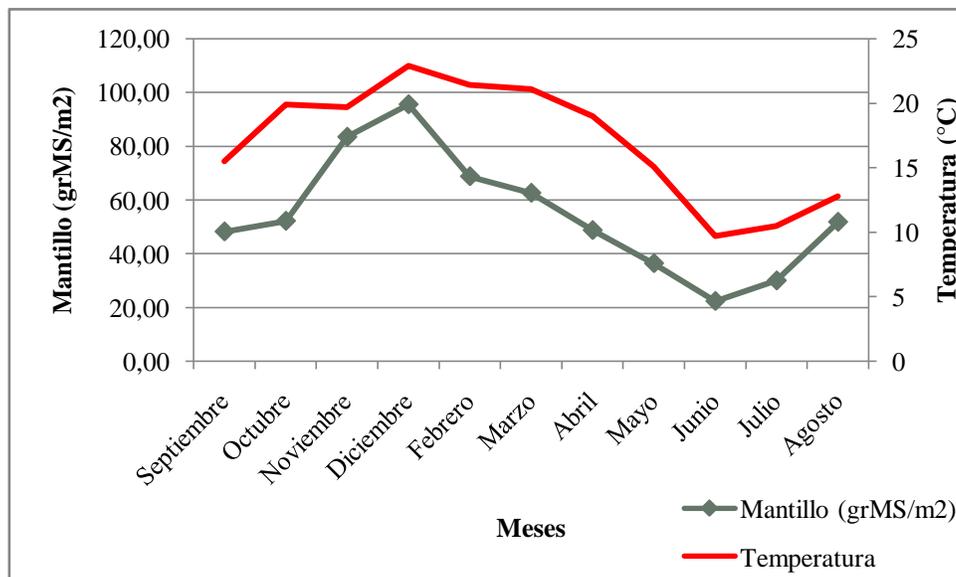


Figura N°19: Comportamiento del mantillo según las temperaturas del ensayo.

Para analizar el comportamiento del mantillo hay que tener en cuenta como las precipitaciones y la temperatura afectan su descomposición y sobre como impactan estos fenómenos en la estructura física de la biomasa.

Los aportes de mantillo que se dieron en el ciclo bajo estudio, presentando su pico en diciembre, provienen del pasaje de la BMS del ciclo anterior, con la que se inició el ensayo, a este compartimiento. Es decir que en el mantillo se ven reflejados ciclos de crecimiento anteriores de la comunidad, por ello el pico se da cuando el valor de BMS alcanza el mínimo, esa biomasa que ya no está en pie pasa a formar parte de la cobertura del suelo.

Como se observa en la figura N° 18 y 19 las condiciones ambientales, en este caso temperatura y precipitaciones, al inicio del ciclo bajo estudio fueron favorables para el aumento del mantillo. Esto fue principalmente porque aumentaban la velocidad con la que las especies en pie, ya muertas, perdían su estructura y terminaban en el suelo. Sánchez (2009) encontró un efecto similar de las precipitaciones y temperatura sobre la biomasa seca, que pasaba a ser hojarasca.

Si bien una buena humedad edáfica y temperaturas elevadas favorecen la actividad de los microorganismos del suelo (Di Ciocco *et al* 2014), la misma no fue suficiente para degradar el gran aporte que se dio en la primavera y el verano de mantillo. Sin embargo hay que considerar que no es un proceso inmediato y que la mayor parte de las especies del pastizal son gramíneas que tiene una mayor relación carbono/nitrógeno por lo que se necesita un tiempo considerable para su degradación. (Sanchez *et al* 2009). Esto genero que se superase la capacidad del pastizal y de los microorganismos para procesar y descomponer el mantillo produciendo un pico de este compartimiento en diciembre.

A medida que continuaba el ciclo bajo estudio las condiciones para la actividad de la biota del suelo, responsable de la descomposición del mantillo, seguían siendo favorables por lo que el valor de este compartimiento se reducía mes a mes alcanzando el mínimo a finales del otoño. Lo anterior se dio hasta que los valores de precipitaciones y temperaturas dejaron de ser favorables para los microorganismos, razón por la cual disminuyeron su actividad, lo que produjo junto con la continua pérdida de estructura de la BMS un nuevo incremento del Mantillo.

Como se observa en las figuras N° 20 y 21 existe una correlación positiva entre las variables bajo estudio y el mantillo, es decir, que las precipitaciones y las temperaturas influyen en el comportamiento de la hojarasca. Pero para comprender esto hay que tener en cuenta el efecto de

estos fenómenos sobre la estructura de la BMS y la actividad de los microorganismos, y como lo anterior afecta al mantillo del pastizal.

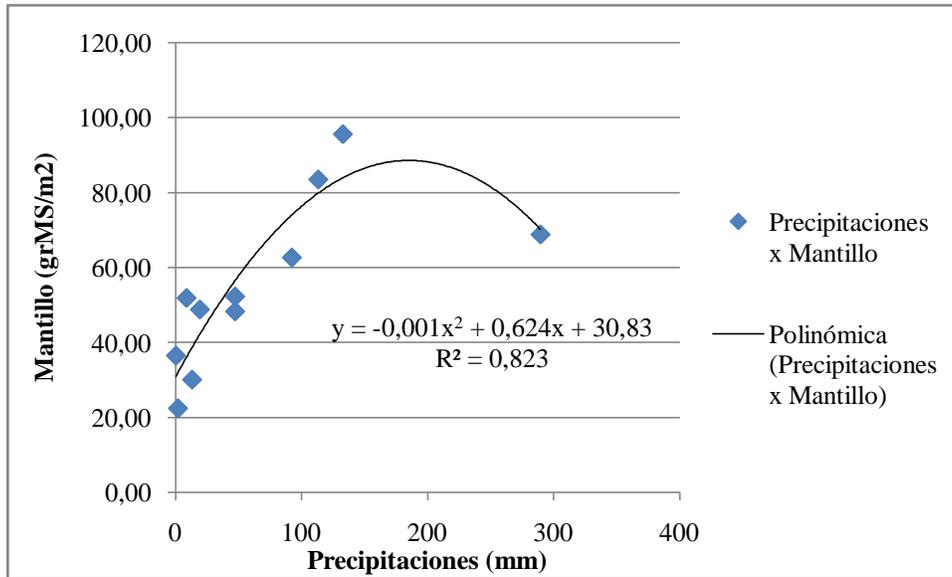


Figura N°20: Correlación entre mantillo y precipitaciones.

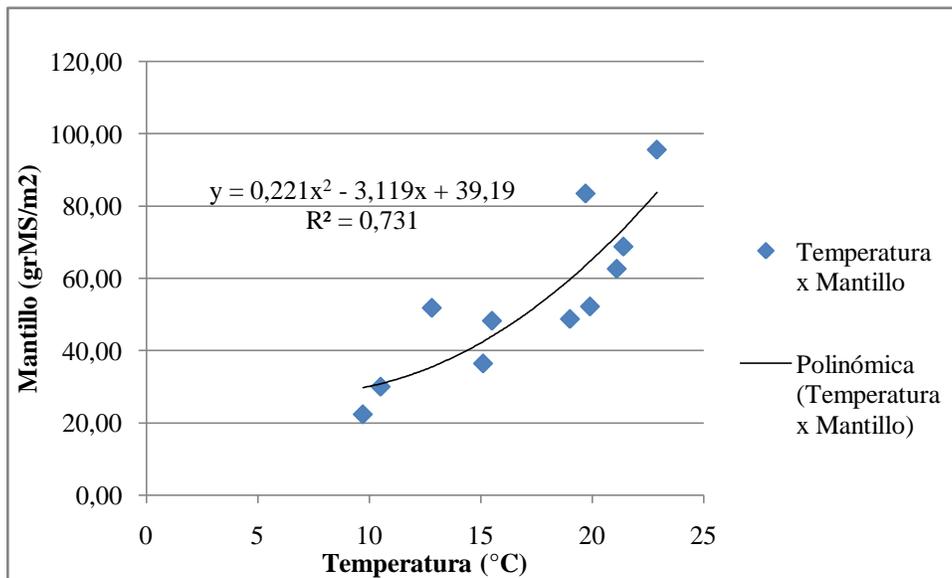


Figura N°21: Correlación entre mantillo y temperatura.

### Productividad Primaria Neta.

Empleando la formula previamente establecida, se calculo la productividad primaria neta aérea (PPN) correspondiente a cada uno de los meses y también la media estacional.

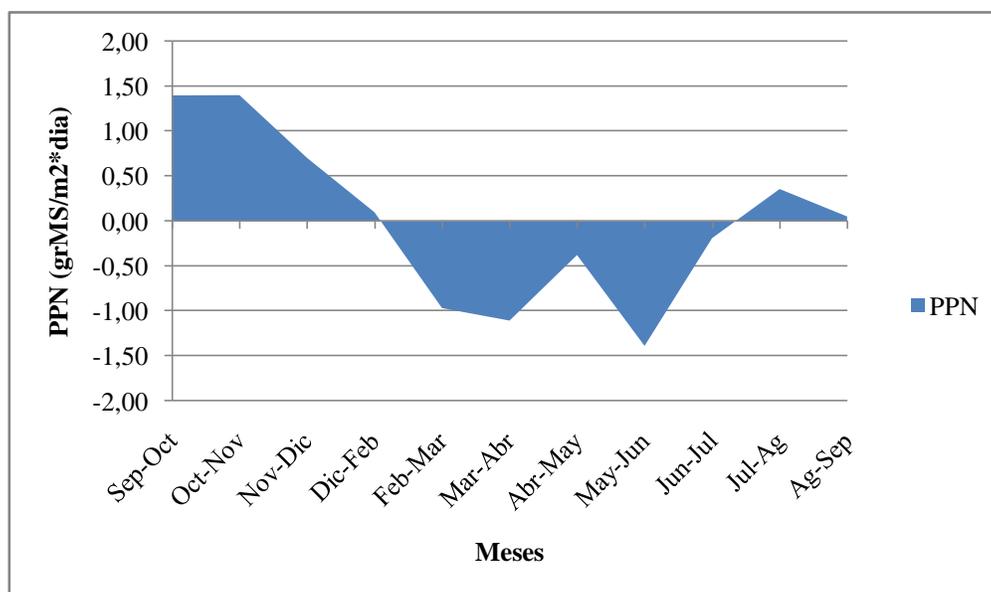


Figura N°22: Comportamiento mensual de la Producción Primaria Neta (PPN).

Al ver el comportamiento de la PPN, en la figura N°22, a lo largo del ciclo de crecimiento se observa que el pico de producción primaria se da en los meses de septiembre y octubre. Menghi *et al* (2000) obtuvo picos máximos de PPN también en septiembre y octubre, y Lezana (2013) encontró altos valores en esos meses, pero los picos se dieron en noviembre y enero. En los siguientes meses comienza una disminución progresiva de los valores a lo largo de los meses estivales siendo un periodo de transición. Los menores valores se dan en febrero, marzo y mayo siendo estos meses junto con abril y junio los momentos en los cuales la productividad del pastizal es negativa. A partir de julio se vuelve nuevamente positiva reiniciándose el ciclo de crecimiento del pastizal. Los investigadores antes mencionados también encontraron ese comportamiento acampanado donde la mínima PPN se da en los meses otoño-invernales.

La biomasa verde tuvo incrementos positivos por un lapso de 180 días aproximadamente de la estación de crecimiento, mientras que Menghi *et al* (2000) tuvo unos 206 a 214 días según el año, siendo más corta la estación de crecimiento de la comunidad vegetal bajo estudio.

La producción primaria neta diaria fue variable según el mes promediando unos 6,7 kg/ha\*día, un valor bastante bajo si se lo compara con Menghi *et al* (2000) por ejemplo que tuvo desde 7,7 a 25,7 kg/ha\*día según el año.

Para estimar la producción primaria neta anual se sumaron los incrementos positivos de PPN mensuales logrando a nivel anual 1206,6 kgMS/ha\*año. Este valor es levemente inferior en

comparación con Menghi *et al* (2000) que obtuvo de 1510 a 2100 kgMS/ha\*año según el año en un sistema de pastizal similar, mientras que Wysiecki (1993) encontró 4100 kgMS/ha\*año, Arias (2006) obtuvo 4621 kgMS/ha\*año y Lezana (2013) 3363 o 4290 kgMS/ha\*año según el periodo analizado, presentando valores casi un 350% mayores al pastizal bajo estudio.

En la tabla N°7 se muestra que los mayores valores de la PPN se presentaron en los meses de septiembre y octubre. Noviembre, diciembre, julio y agosto fueron meses en los que la PPN seguía siendo positiva y en abril y junio comenzó a darse una tendencia negativa. Por otro lado el menor valor se dio en los meses de febrero, marzo y mayo. La diferencia existente entre la productividad primaria neta de los diferentes meses del año es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) por lo que las diferentes condiciones dadas en los meses tienen un impacto en el comportamiento de esta variable.

Tabla N° 7: Producción Primaria Neta según los meses. (Test DGC).  $p < 0.0001$ .

Periodo	Medias (grMS/m <sup>2</sup> *dia)
Oct-Nov	1,4 a
Sep-Oct	1,4 a
Nov-Dic	0,71 b
Jul-Ag	0,36 c
Dic-Feb	0,1 c
Ag-Sep	0,05 c
Jun-Jul	-0,19 d
Abr-May	-0,38 d
Feb-Mar	-0,97 e
Mar-Abr	-1,11 e
May-Jun	-1,39 e

También se analizó el comportamiento de la PPN según las estaciones, esto se observa en la siguiente figura.

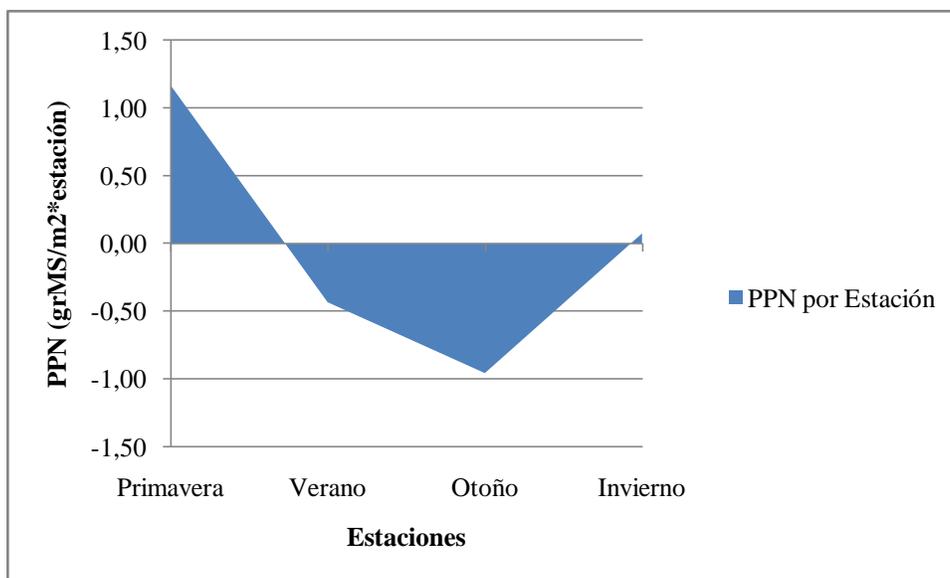


Figura N°23: Comportamiento estacional de la Producción Primaria Neta (PPN).

Como se ve en la figura N° 23 el pastizal del ensayo tiene un marcado crecimiento primaveral, dado que en esta estación es donde la PPN fue mayor. Wysiecki (1993) encontró que el pastizal que estudio tenía dos picos de crecimiento, uno en primavera y otro en otoño. Menghi *et al*(2000) y Lezana (2013) encontraron picos de crecimiento en primavera y verano.

En el verano se dio una situación de transición donde la productividad paso a ser negativa significando esto que el pastizal produce menos BMV de la que pasa a BMS por diferentes procesos. Esta tendencia continua en otoño donde la PPN alcanza el mínimo produciéndose valores mínimos de BMV y máximos de BMS. El invierno es otro periodo de transición donde la productividad comienza a aumentar, pero los incrementos son muy leves, marcando el comienzo de un nuevo ciclo de crecimiento.

Tabla N°8: Producción Primaria Neta según las estaciones. (Test DGC).  $p=0.00553$

Estación	PPN por Estación(grMS/m <sup>2</sup> *estación)
Primavera	1,17 a
Invierno	0,07 b
Verano	-0,43 b
Otoño	-0,96 b

Como se ve en la tabla N°8, hay productividad primaria neta estacional con valor y pendiente máxima en la primavera. Mientras que el verano, otoño e invierno tuvieron productividades poco diferenciadas, siendo escaso o negativo el aporte de biomasa al pastizal. Debido al comportamiento que se da en la primavera se puede decir que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en lo que respecta a la PPN cuando se toman como referencia a las estaciones.

También se analizó como las fluctuaciones de las temperaturas y precipitaciones influyen en las fluctuaciones de la PPN.

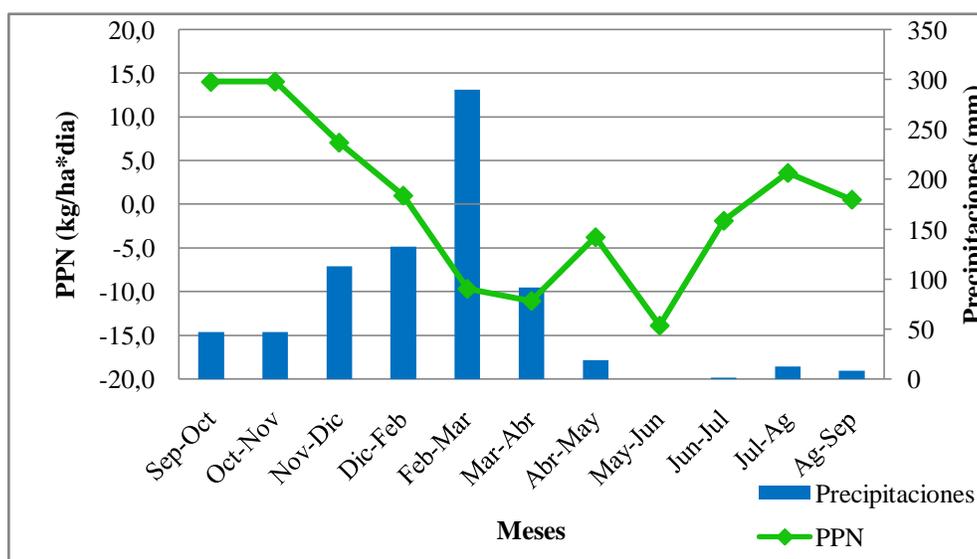


Figura N°24: Comportamiento PPN según precipitaciones del ensayo.

Al analizar la figura N°24 se percibe que no existe una relación clara entre las precipitaciones y la PPN, si bien el agua es un recurso esencial para el crecimiento vegetal, parece que no influye en las fluctuaciones de la producción primaria. Esto queda demostrado en los últimos meses del verano, en los cuales a pesar de existir una considerable acumulación de agua en el perfil, hay una disminución de la PPN, y en los últimos meses invernales donde pese a no haber condiciones hídricas favorables para el crecimiento vegetal, hay un incremento en la productividad primaria neta.



Figura N°25: Comportamiento PPN según temperaturas del ensayo.

A partir de los resultados obtenidos, se puede decir que la temperatura no tiene un impacto significativo sobre la PPN. Como se ve en la figura N° 25, a lo largo del ciclo de crecimiento bajo estudio, los meses en los que la temperatura fue mayor, la productividad estuvo en un momento de transición hacia valores negativos similar a lo ocurrido con las precipitaciones como se ve en la figura N°24. Cuando la temperatura disminuía, en los meses otoñales, la productividad primaria continuaba descendiendo, alcanzando los mínimos valores a lo largo del ciclo. Recién cuando la temperatura comenzó a aumentar, a fines del invierno y comienzos de la próxima primavera, la PPN comenzó a tener una tendencia positiva nuevamente.

En base a lo anterior, se podría decir que la temperatura y las precipitaciones no tienen una influencia clara sobre las fluctuaciones de la productividad primaria neta en ciclo de crecimiento del pastizal. Pero si parecen influir en el comienzo del crecimiento del mismo en épocas primaverales porque con el aumento de estas variables climáticas, comienza a aumentar la PPN aunque después se pierda el efecto.

### **Carga animal.**

Con el objetivo de calcular la carga animal que puede soportar el pastizal natural bajo condiciones de un manejo sustentable se hizo uso de los valores positivos de la productividad primaria neta anual para conocer los valores de la receptividad potencial del pastizal bajo estudio.

Si sumado a lo anterior, se cuenta con los requerimientos de la categoría bovina seleccionada, en este caso expresados en EV expresados en la tabla N°9, se puede obtener la carga animal potencial. Se debe estimar un consumo del animal, que en este caso será del 50%, para proteger los puntos de crecimiento basales y dejar un remanente apto para el rebrote de las especies luego del consumo.

Tabla N°9: Valores en EV según categoría. (Cocimano *et al*, 1975).

Toro	1,3 E.V. promedio durante todo el año.
Vaca	1 E.V. promedio durante todo el año o...
Ternero/a	0,6 E.V. desde el destete hasta 1 año.
Novillitos	0,7 E.V. desde 1 hasta 2 años.
Novillos	0,8 E.V. desde 2 años o más de 300 kg.
Novillos (engorde)	1,0 E.V. desde los 400 kg hasta terminación.
Vaquillonas	0,7 E.V. desde 1 hasta 2 años.
Vaquillonas	0,8 E.V. desde los 2 años, o más de 300 kg o preñadas

A fines prácticos se seleccionaron dos categorías en las cuales es más fácil estimar el peso, vaca y novillos (engorde). Debido a las categorías seleccionadas se podría decir que es lo mismo hablar de cabezas/hectárea que EV/hectárea.

El consumo individual anual (CIA) es de 4380 KgMS/cab\*año en el caso de las vacas y de 4489.5 KgMS/cab\*año en los novillos. Estos valores, junto con el valor de la PPN que es de 1206,6 kg/ha/año, permiten conocer la receptividad (R) del pastizal para cada categoría, en este caso para vacas tiene una R de 0,14 y para los novillos es de 0,13 cabezas/hectárea.

Entonces el lugar del ensayo tiene una capacidad de carga animal de 0,14 animales/hectárea o 7,14 hectáreas/animal para cubrir los requerimientos energéticos de una vaca en un sistema de cría y en el caso de los novillos se necesitan 7,7 hectáreas/animal.

El valor productivo del pastizal natural para sostener la actividad ganadera es considerablemente bajo si se compara con los resultados obtenidos por Vecchio *et al* (2008) que son de 0,6 a 0,8 EV/ha.

## CONCLUSIONES

La estructura y dinámica de este pastizal depende de una interacción compleja de factores entre los cuales la precipitación y la temperatura explican una parte significativa de su variabilidad.

Las temperaturas medias y las precipitaciones, tanto mensuales como estacionales, tienen una influencia estadísticamente significativa en la producción de biomasa verde. El inicio de la producción primavera-estival de BMV se produjo independientemente del comienzo de las lluvias y estuvo condicionado en mayor medida por la temperatura. Por otro lado, las temperaturas y precipitaciones a nivel estacional no influyen en las fluctuaciones de biomasa seca y mantillo, pero sí lo hacen los aportes mensuales de ambos.

A partir del análisis de las fluctuaciones de la PPN hay que mencionar que las variaciones pluviométricas y térmicas no explican de una manera significativa el comportamiento de la productividad primaria neta.

Los resultados que se obtuvieron en este trabajo muestran ciertas tendencias que podrían establecer las bases para entender el funcionamiento de los pastizales naturales.

Con respecto a la baja capacidad de carga animal obtenida, alguna de las formas de elevar la receptividad del pastizal bajo estudio podría ser aplicar un pastoreo rotativo y carga variable teniendo en cuenta el aporte estacional de biomasa del pastizal y la composición florística del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOPINI M.L. 2001. *Caracterización de un pastizal natural bajo monte sobre un suelo Vertisol de la Provincia de Entre Ríos*. Trabajo Final de Graduación. Fac. Cs. Agropecuarias, UNER. 64 p.
- AGUILERA, MO; DF STEINAKER; MR DEMARÍA & JD GIULIETTI. 1999b. *Guía utilitaria de manejo para pastizales naturales pampeanos del Area Medanosa Central de Argentina*. Información Técnica 153. INTA EEA, San Luis, Argentina.
- ARIAS USANDIVARAS, LM. 2006. *Controles climáticos de la productividad primaria de pastizales de la provincia de corrientes*. Trabajo Final de Graduación. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía.
- BAVERA, G. A. 2006. *Equivalencias Ganaderas*. Recopilación para el Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.
- CABRERA, A. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II*. Editorial Acme. 2da ed. Bs As. p 85.
- CANTERO, G. A.; E. BRICCHI; V. H. BECERRA; J. M. CISNEROS y H. A. GIL. 1986. *Zonificación y descripción de las tierras del departamento Río Cuarto*. UNRCFAV. 80 págs.
- COCIMANO, M.; A. LANGE Y E. MENVIELLE. 1975 *Estudio sobre equivalencias ganaderas*. Producción Animal, Bs. As., Argentina, 4:161-190.
- DEGIOVANNI, S.; M. VILLEGAS; M. BLARASIN Y G. SAGRIPANTI. 2005. *Hoja Geológica Río Cuarto- 3263-III*. Secretaria de Minería de la Nación - Servicio Geológico Minero Argentino, 95 p. ISSN 0328-2333. Buenos Aires.
- DE LEÓN, M. 1992. *El manejo de los pastizales naturales. Parte I*. En Revista Sociedad Rural de Córdoba. Año 1.
- DI CIOCCO, C. A.; R. VERONICA SANDLER; L. BEATRIZ FALCO; C. E. COVIELLA. 2014. *Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico-químicas*. Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo vol.46 no.1 Mendoza ene./jun. 2014

- DI RIENZO, J. A., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA y C. W. ROBLEDO. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- D'ATRI, P. 2007. *Pastizales del mundo*. Novedades de Biodiversidad en América Latina N° 160. IPS (Inter Press Service) e IFEJ (Federación Internacional de Periodistas Ambientales).

- FABRICIUS, R. y V. ROTONDO. 1993. Características climáticas del área frutihortícola de Río Cuarto, en Diagnóstico y evolución del área frutihortícola de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Págs. 23-26.

- FERNÁNDEZ, H.H. 2004. *Estimación de la Disponibilidad de pasto*. INTA. Estación Experimental Balcarce, Área de Producción Animal Balcarce, Bs. As. Argentina. p. 23.

- GOLLUSCIO, R. 2009. *Receptividad ganadera: marco teórico y aplicaciones prácticas*. Cátedra de Forrajicultura, Facultad de Agronomía, Univ. de Buenos Aires, Argentina.

-HUSS, D.L.; A.E. BERNARDÓN; D.L. ANDERSON y J.M. BRUN. 1986. *Principios de manejo de praderas naturales*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. p.355.

-INTA.2011.*Documento Base de Área Estratégica: Forrajes y Pasturas*. Pergamino.

- INTA Y GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. *PLAN MAPA DE SUELOS*. 1993. Hoja 3363-27 LA CARLOTA. Serie Carta de Suelos de la República Argentina. Escala 1:50.000. Córdoba.

- JARSUN, B. 1993. *Carta de Suelos de la República Argentina. Plan Mapa de Suelos. Hoja 3363-20 Ucacha*. Inta-Agricultura, Ganadería y Recursos Naturales. pp. 72. Córdoba (Argentina).

-LEZANA, L. 2013. *Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA) del pastizal natural en el centro-norte de Entre Ríos*. INTA.

-MARTÍN, B.; V. GALLEANO; L.C. SPILLER; M.S. VILCHE Y S. MONTICO. 2009. *Evaluación de la productividad primaria de un pastizal templado en Santa Fe, Argentina*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

- MEDINA G.; R. GARCÍA.; L. GUTIÉRREZ; F.G. ECHAVARRÍA CHAIREZA; M.D. AMADOR RAMÍREZ Y A. RUIZ CORRALB. 2009. *Estimación de la producción de forraje con imágenes de satélite en los pastizales de Zacatecas*. Técnica Pecuaria. México. Vol. 47, T 2, pp.135-144.

- MENGHI M.; N. MONTANI; N. MONACO, M. HERRERA Y M. ROSA. 1998. *Diversidad y producción primaria de un pastizal inundable no pastoreado en la estepa pampeana (Argentina central)*. Centro de Ecología y Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Ecología Vegetal Aplicada. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.

- MENGHI M.; R. SEILER; N. MONTANI; N. MÓNACO Y M.J. ROSA. 2000. *Variación anual e interanual de la producción de un pastizal inundable en la estepa pampeana (Argentina Central). Relación con la precipitación y temperatura*. Centro de Ecología y Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Ecología Vegetal Aplicada. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.

- MILNER, C.; R. HUGHES, 1968. *Methods for the measurement of the primary production of grasslands*. Blackweel scientific Publi., 70. Oxford.

- PAGLIARICCI, H.R. 2011. *Los forrajes en los sistemas pastoriles de producción animal*. FAyV, UNRC. Río Cuarto.

- POLONI, G. F. 2012. *Análisis de la producción primaria medida y estimada por sensores remotos en la Cuenca del arroyo Chucul*. Trabajo Final de Graduación. Facultad de agronomía y veterinaria. UNRC.

- RIMOLDI, P. 1991. *Productividad primaria neta aérea de tres estructuras de vegetación de una comunidad húmeda del pastizal, en condición de pastoreo*. Tesis magister. Fac. Ciencias Agr. Balcarce. UNMdP. pp. 82.

- RODRIGUEZ, R. J. 1997. *Estudio hidrogeoquímico como base para la planificación de los recursos hídricos de la cuenca alta del arroyo Chucul, departamento Río Cuarto, Córdoba, Argentina*. Tesis de licenciatura. Fac. de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales, Departamento de Geología. UNRC.

- ROSA, M.J.; N.A. MONTANI; N.E. MONACO; S.F. MAGALLANES TORRES; M.M. MENGHI, 2001. *Análisis de diferencias en la estructura de dos comunidades de pastizal natural*. I Reunión Binacional de Ecología. pp. 203.

- ROSA, M. J.; N. MONTANI Y N. MONACO, 2006. *Análisis de dos comunidades (media loma y bajo) de pastizales naturales en la Reserva Natural "Laguna La Felipa" (Dpto. Juárez Celman, Córdoba, Argentina)* Rev. Univ. Nac. Río Cuarto 26 (1-2): pp. 55-67, 2006.

- SALA, OE; M OESTERHELD; RJ LEÓN & A SORIANO. 1986. *Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina*. *Vegetatio* 67:27-32.
- SALAS, J; A. INFANTE C. 2006. *Producción primaria neta aérea en algunos ecosistemas y estimaciones de biomasa en plantaciones forestales*. Págs. 47- 70. *Rev. For. Lat.* N° 40/2006.
- SÁNCHEZ, S; G. CRESPO; M. HERNÁNDEZ. 2009. *Descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de Panicum maximum y Leucaena leucocephala (Lam) de Wit cv. Cunningham. II. Influencia de los factores climáticos*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes «Indio Hatuey». Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.
- SCARNECCHIA, DL. 1990. *Concepts of carrying capacity and substitution ratios: a systems viewpoint*. *J. Range Manage.* 43:553-555.
- SEILER, R. A.; R. A. FABRICIUS; V. H. ROTONDO y M. G. VINOCUR. 1995. *Agroclimatología de Río Cuarto – 1974/1993*. Vol. I FAV. UNRC. Río Cuarto. Córdoba. Argentina.
- SERVICIO DE AGROMETEOROLOGÍA. 2015. *Datos climatológicos de la serie Río Cuarto 1981-2010*. Cátedra de Agrometeorología. Facultad de agronomía y veterinaria. UNRC.
- SCURLOCK, J.M.; K. JOHNSON; R. OLSON. 2002. *Estimating net Primary Productivity from Grasslands Dynamics Measurements*. *Global Change Biology* (2002) 8, 736-753.
- STEEL, R.G. Y J.H. TORRIE, 1997. *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill Segunda Edición. pp. 622.
- VECCHIO, M. C.; R. A. GOLLUSCIO; M. I. CORDERO. 2008. *Cálculo de la receptividad ganadera a escala de potrero en pastizales de la Pampa Deprimida*. *Ecología austral* v.18 n.2 Córdoba mayo/ago. 2008.
- WHITTAKER, R.H.; S.A. LEVIN, & R.B ROOT. 1973. *Niche, habitat and ecotope*. *The American Naturalist*, 107: 321-338.
- WYSIECKI, M.L. 1993. *Productividad primaria neta aérea de un pastizal natural de la provincia de La Pampa, Argentina*. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* N° 69.