

Caracterización florística de dos comunidades del pastizal de la región del Chaco Húmedo

Pasantía presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo

de la Universidad Nacional del Nordeste

Autor

Treppo, Federico Nicolás

Asesor: Ing. Agr. Sussini, Paolo Adrián
Lugar de trabajo: EEA INTA Colonia Benítez
Año 2024



Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad nacional del nordeste



Introducción

Los pastizales son biomas importantes para el hombre desde el punto de vista ganadero y ecosistémico. Generalmente predominan poaceas y herbáceas que pueden o no estar acompañadas de árboles o arbustos. (Coudpland et al., 1979; Miranda et al, 2021). Son importantes para la ganadería como fuente de alimento, del cual el hombre obtiene productos como carne, leche, lana y cuero (Fernández et al, 2017). Pero también tienen otros beneficios como el reciclado de nutrientes, protección del suelo contra la erosión, fijación de dióxido de carbono entre otros (Jacobo et al, 2016). Estos beneficios se conocen con el nombre de servicios ecosistémicos, los cuales mejoran la calidad de vida de las personas (Quétier et al, 2007). Por lo tanto, podemos concluir que dichos servicios, son fundamentales para los sistemas productivos ganaderos como para la sociedad.

Medir la producción de los pastizales suele ser una tarea costosa y laboriosa, sin embargo, una alternativa a esto es el uso de imágenes satelitales como referencia cualitativa sobre crecimiento de las plantas. El índice de vegetación normalizada (IVN), también conocido como índice verde, nos muestra la cantidad de radiación absorbida por las plantas en un lugar y sitio determinado por medio de bandas espectrales (Pizzio et al., 2021). Las plantas reflejan poca radiación en el rango del rojo y mucha del infrarojo, por lo tanto, la actividad fotosintética se puede medir mediante una fórmula que vincula a dichas longitudes de ondas para calcular el IVN (Pizzio et al., 2021). Este índice se utiliza como insumo para estimar la productividad primaria neta aérea (PPNA) y varía de acuerdo con la especie, su cobertura y estado fenológico (Leszczuk et al., 2017). En conclusión, el IVN nos permite conocer la radiación absorbida por las plantas, que se traducirá en producción, volviéndose una importante herramienta para la toma de decisiones para el manejo del pastizal.

Las raíces de los pastizales son importantes para que los sistemas ganaderos sean sostenibles en el tiempo debido a que otorgan capacidad de resiliencia. Existe una alta correlación entre la biomasa aérea y la densidad de raíces (Ansín et al, 2002). Sin embargo, en condiciones de déficit hídrico, las plantas destinan más fotoasimilados principalmente al crecimiento de raíces para mejorar la búsqueda de recursos limitados (Frasier et al, 2020). Por lo tanto, una mayor densidad de raíces puede mejorar la capacidad de las plantas para soportar los momentos de estrés hídrico. La distribución espacial de las raíces también influye en el stock de carbono a lo largo del perfil del suelo (Frasier et al, 2020). En conclusión, conocer la densidad de raíces a diferentes profundidades, nos da una idea de la capacidad de supervivencia de las plantas bajo condiciones adversas.

Objetivo general

El objetivo general de la pasantía fue desarrollar capacidades para caracterizar comunidades de pastizales naturales de acuerdo a su dinámica de crecimiento expresada por el índice de vegetación normalizada (IVN), la cobertura de las especies y a la biomasa usando información satelital, muestreos a campo y análisis estadísticos.

Objetivos específicos:

- 1) Uso de imágenes satelitales para interpretar la dinámica de crecimiento de las comunidades bajo estudio.
- 2) Identificar a campo las especies dominantes y codominantes en cada comunidad.
- 3) Recolección de biomasa aérea y determinación de peso seco de las mismas.
- 4) Análisis de datos con la plataforma Infostat.

Descripción de las tareas desarrolladas

Las tareas realizadas se dividieron en tres partes: de gabinete, donde se determinaron los sitios de estudio e identificación de especies, uno de campo, donde se realizaron trabajos de relevamiento botánico y recolección de biomasa aérea, y otro de laboratorio donde se determinó el peso seco del material recolectado a campo.

Elección de sitios de muestreo

Los pastizales de la región del Chaco húmedo son muy heterogéneos, esto se debe a factores como precipitaciones y la topografía. Las precipitaciones en la provincia de Chaco disminuyen de Este (1.300 mm anuales) a Oeste (750 mm anuales), concentrándose en los meses estivales (octubre - abril) sin período de sequías (Ginzburg & Adámoli, 2005). El terreno se caracteriza por ser llano, con una pendiente muy débil,

donde las partes más bajas se alternan con albardones formados por los sedimentos de los ríos Bermejos, Pilcomayo y Juramento. (Ginzburg & Adámoli, 2005). (En las zonas altas de albardones de textura arenosa, podemos encontrar especies como *Elionurus muticos* y *Schizachirium spicatum*. Por otra parte, en las zonas bajas, que presentan anegamientos temporales, crecen especies como *Sorghastrum setosum*, *Panicum Prionitis*, *Paspalum intermedium*, y la palmera *Copernicia alba*. Aquí el suelo se caracteriza por ser sódico y con alto contenidos de sales. Así también, cerca de los cuerpos de agua permanente, rico en arcillas y con perfiles de características hidromórficas, como esteros o lagunas, encontramos especies como *Cyperus giganteus* y *Thalia geniculata*. (Ginzburg & Adámoli, 2005). En conclusión, la heterogeneidad de los pastizales del Chaco húmedo se debe a los contrastes edáficos del relieve, que sumado a las altas precipitaciones y temperaturas promueven el desarrollo de comunidades que están representadas por una o pocas especies dominantes.

La dinámica de crecimiento de una comunidad está influenciada principalmente por su especie dominante. Esto posibilita evaluar y contrastar la dinámica de crecimiento de distintas comunidades a nivel de chacra mediante teledetección. Es por ello que los sitios de muestreo fueron elegidos en base en la interpretación de un mapa multitemporal de IVN, ya que este método permite analizar cambios en la vegetación y usos del suelo a través de una sola imagen. El fundamento del análisis se basa en identificar diferencias en la dinámica de crecimiento de la vegetación (representados por el IVN en tres momentos distintos del año) en un mapa RGB (Red Green Blue) en donde una escala de colores revela los cambios en las tasas de fotosíntesis en los diferentes momentos. Atendiendo a este propósito generamos un mapa multitemporal de IVN en la plataforma Google earth engine usando imágenes multiespectrales de la constelación Sentinel A2 en 3 períodos de tiempo (t 1: verano, t 2: invierno, y t 3: verano) usando el script descripto en el Anexos. En el mapa se observaron contrastes en el crecimiento de la vegetación a lo largo del año y se seleccionaron 5 sitios de muestreo en un pastizal de zona baja y en otro de zona alta (Figura 1). El pastizal de zona alta está constituido principalmente por abras de *Sorghastrum setosum* (paja amarilla), mientras que el de zona baja presenta anegamiento temporal ya que concurren aguas de escorrentía de los montes altos circundantes.

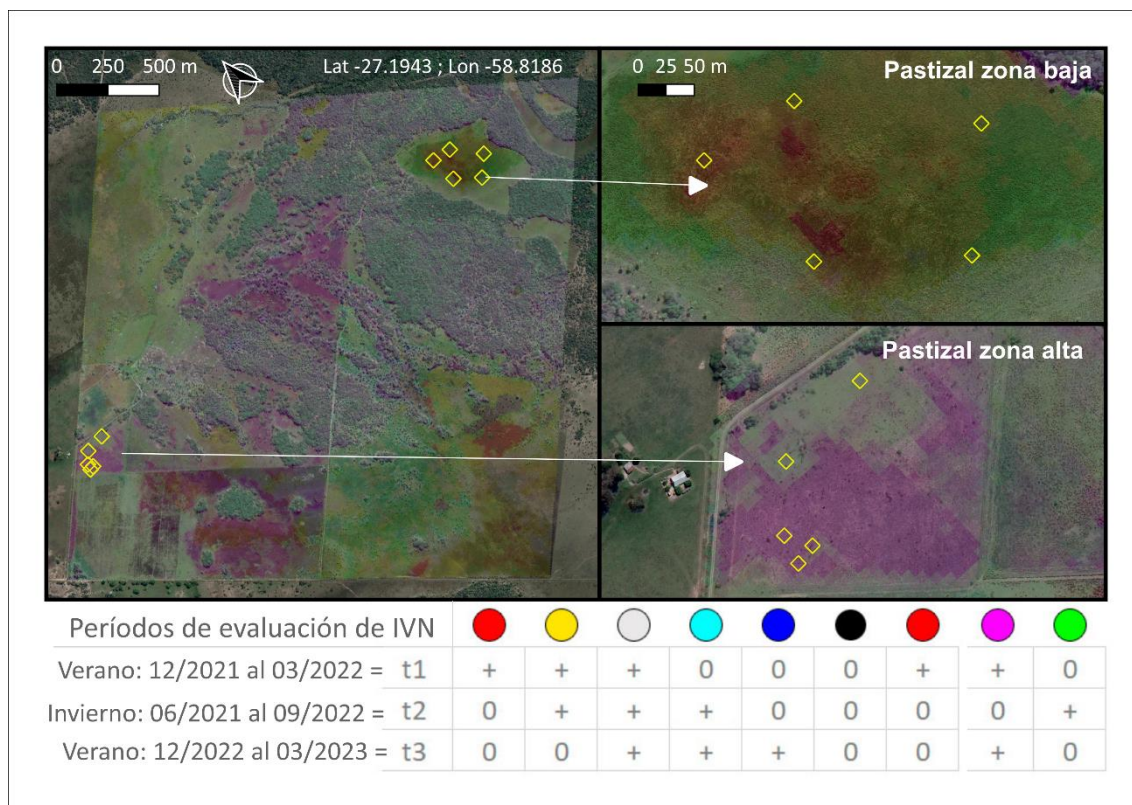


Figura 1: Mapa multitemporal del índice de vegetación normalizada (IVN) con la ubicación de los sitios de relevamiento de composición botánica y biomasa aérea de dos comunidades de pastizal que crecen en una zona baja y otra en una zona alta. Los colores indican diferentes momentos de activo crecimiento en una misma ubicación. Fuente: Elaborado a partir de mapas de IVN de la constelación Sentinel 2A, para los momentos t 1 = 12/2021 – 03/2022, t 2 = 06/2022 – 09/2022 y t 3 = 12/2022 – 03/2023 usando la plataforma Google earth engine.

Como se ve en la imagen, cada color determina la dinámica de crecimiento a través del año con respecto a los tres periodos de evaluación correspondientes. Ellos vienen acompañados de un signo + (mas) o 0 (cero), indicando que hubo crecimiento o no respectivamente para dicho periodo de evaluación.

Para el caso de la zona baja. Podemos ver una predominancia del color amarillo donde el crecimiento de la comunidad vegetal se realiza en los periodos estivales e invernales. A medida que nos vamos hacia el centro vemos que toma más relevancia el color rojo donde solo existe un crecimiento estival correspondiente al periodo t1 para esa comunidad de plantas. Y en la zona periférica vemos que domina el color verde, indicando que las especies vegetales de ese sitio sólo crecen durante el periodo invernal. En el ejemplo de la zona alta. Vemos que solo existen dos colores. El violeta cuya comunidad vegetal tiene crecimiento solo en las temporadas estivales (t1 y t3). Y otro de color verde. Donde solo indica un crecimiento invernal.

Conocer y entender dicha dinámica de crecimiento de las plantas a través del año es crucial ya que nos permitirá manejar los recursos forrajeros disponibles de una manera más eficiente.

Delimitación de parcelas de relevamiento

Una vez llegado al sitio de muestreo en el campo, a partir de un punto se procedió a delimitar la parcela. Para ello se utilizaron una escuadra óptica de 90°, 4 estacas de madera, 2 cuerdas de 10 metros cada una y 3 personas. El procedimiento fue el siguiente: El operador de la escuadra óptica sujetaba las dos cuerdas y orientaba a sus ayudantes para que entre los tres delimiten dos líneas con un ángulo de 90° (Imagen 1). Luego se colocaban las estacas en los extremos y el operador de la escuadra se desplazaba de manera diagonal, con respecto a su posición inicial, para marcar el ultimo vértice de la parcela. Por último, se verificó que todos los ángulos de la parcela se encontraran a 90° y las cuerdas tensas en cada vértice.



Imagen 1: Delimitación de parcelas de relevamiento de composición botánica. A) Uso de la escuadra óptica para delinear ángulos de 90°. B) Tensado de cuerda de 10 m para delimitar los extremos de la parcela cuadrada de 100 m².

Registro de la cobertura de las especies

Completada esta labor se realizaba el relevamiento botánico con el método de Braun Blanquet. Este método se utiliza para registrar la composición florística y la cobertura de las especies. En el Cuadro 1 se resumen los símbolos y la descripción de la escala de abundancia y sociabilidad de Braun – Blanquet.

Cuadro 1: Escala de abundancia-cobertura y sociabilidad de Braun-Blanquet

Símbolo	Descripción
r	Individuos raros de baja cobertura
+	individuos abundantes que cubren menos del 5% de la superficie
1	individuos que cubren entre un 5% y $\frac{1}{4}$ de la superficie
2	individuos que cubren hasta $\frac{1}{4}$ de la superficie
3	individuos que cubren de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ de la superficie
4	individuos que cubren de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de la superficie
5	individuos que cubren más de $\frac{3}{4}$ de la superficie

Las plantas que no se reconocían a campo, se las registraba en la planilla con la abreviación “SPP” y un número que indicaba el orden de la recolección para su identificación en gabinete (Imagen 3). Para ello se utilizaron herramientas digitales como Google Lens. Que es una aplicación móvil de reconocimiento de imágenes y Gbif. Sistema global de información sobre biodiversidad, es de acceso abierto y contiene información y datos sobre las formas de vida en la tierra (Imagen 2).



Imagen 2: Registro de la composición botánica de las comunidades del pastizal. A) Recolección de especies no identificadas en el campo para su posterior identificación en gabinete. B) Uso de la plataforma Gbif para realizar observaciones comparativas de las características taxonomías y morfológicas de las plantas recolectadas en el campo con fotografía de alta calidad de herbarios indexados a la ong.

Muestreo de biomasa



Imagen 3: Muestreo de biomasa aérea. A) Recolección de biomasa aérea sobre una superficie de 1 m² delimitado con un marco metálico. B) Pesaje y registro de muestras.

La ecuación utilizada para calcular la materia seca por unidad de superficie fue: $\text{gMS.m}^{-2} = (\text{peso seco submuestra} \div \text{peso fresco submuestra}) \times \text{peso fresco total}$. Para pasar a kg.ha^{-1} se multiplica por 10 el resultado de la ecuación anterior, este factor surge de la simplificación de unidades. El peso promedio para la zona alta fue de 8.222,37 kilogramos por ha, frente a los 212,64 kilogramos por hectárea de la zona baja (Figura N°: 2).

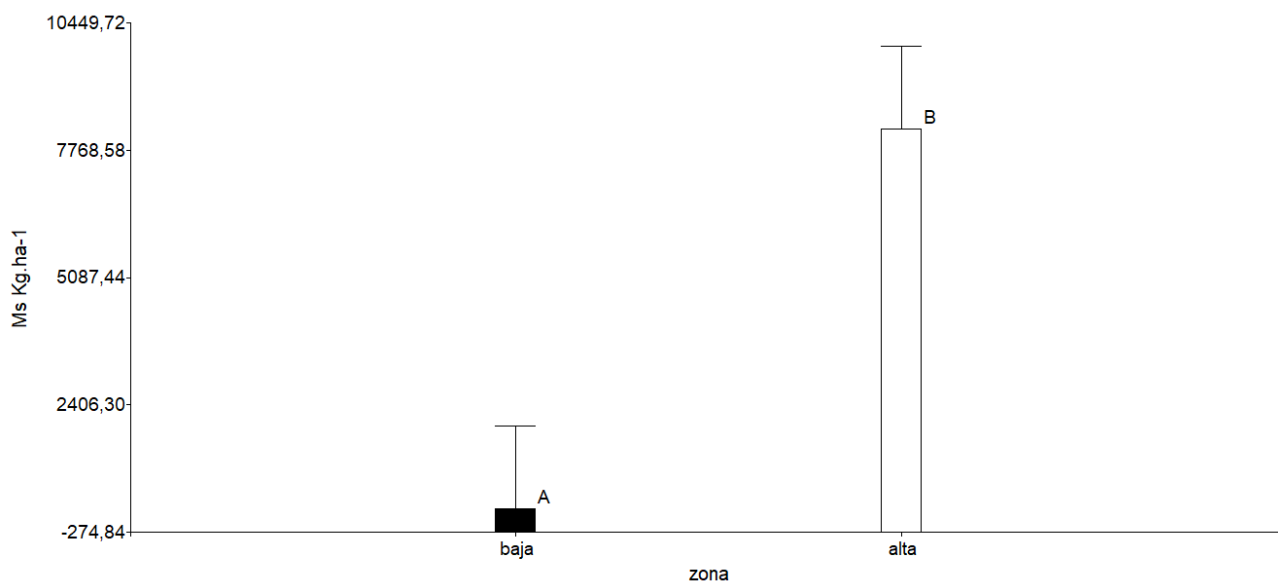


Figura N °2: biomasa aérea de las comunidades en estudio. Las barras negra y blanca representan la zona baja y alta respectivamente. Los bigotes de las barras muestran el desvío estándar de los valores de biomasa de las comunidades. Las letras distintas demuestran diferencias estadísticas en el test de contraste de Tukey, con p menor a 0,05.

Análisis de componentes principales

Este método estadístico se utiliza para la reducción de la dimensionalidad de la base de datos con la que estamos trabajando. Esto nos ayuda a comprender dicha base de una forma más simple. Para ello se definió, como criterio de clasificación, a los sitios de muestreo y a las zonas (bajo, alto). Como variables independientes se tomó en cuenta a las diferentes coberturas de suelo de las comunidades vegetales en estudio. La herramienta utilizada para realizar dicho análisis fue Infostat.

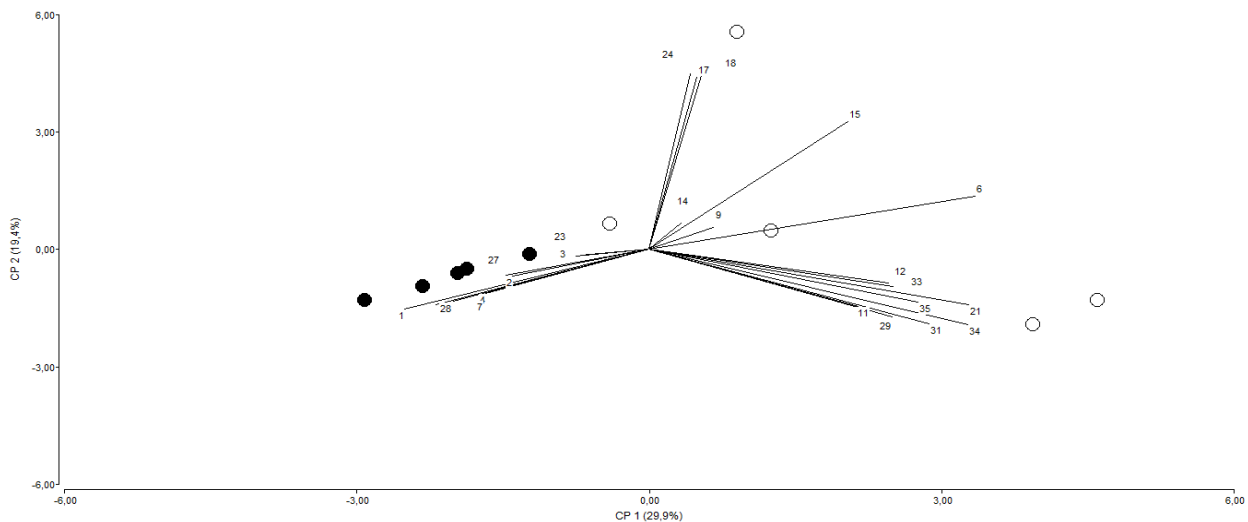


Figura 3: Análisis de componentes principales de dos zonas, alto y bajo, círculos de color blanco y negro respectivamente. Los números representan los distintos tipo de cobertura, siendo: 1: porcentaje de suelo desnudo, 2: *Sporobolus monandrus*, 3: *Vernonia incana*, 4: *Erygium horridum*, 6: *Schizanthus sp*, 7: *Heimia salicifolia*, 9: *Acacia aroma*, 11: *Chamaecrista nictitans*, 12: *Desmanthus virgatum*, 14: *Macroptilium erythroloma*, 15: *Sorghastrum setosum*, 17: *Pterocaulon polystachium*, 18: *Eragrostis aeroides*, 21: *Vicia graminia*, 23: *Steinchisma laxum*, 24: *Verbena brasiliensis*, 27: *Hymenachne amplexicaule*, 28: *Eliocharis sp*, 29: *Bothriocloa laguroides*, 31: *Paspalum notatum*, 33: *Eryngium elegans*, 34: *Aesquimomene falcata*, 35: *Desmodium incanum*.

podemos ver como los sitios de muestreo de la zona baja comparten un mismo grupo de coberturas de suelo. Caso contrario pasa con la zona alta, donde existe una mayor variabilidad con respecto a los tipos de coberturas asociadas (Figura N.º: 3). Reflejando así la dependencia que tienen dichas especies vegetales con respecto al suelo, su contenido de humedad y de su relieve.

Colaboración en investigación.

En el transcurso que se realizaba la pasantía, trabajé escaneando muestras de raíces de dos estratos de pastizal, representado por la paja amarilla *Sorghastrum setosum*, y el pasto orqueta *Paspalum notatum*, que fueron recolectadas a campo previamente. Dicho trabajo consistió en el escaneo de raíces con máquina impresora para un posterior análisis de densidad (Imagen 4).

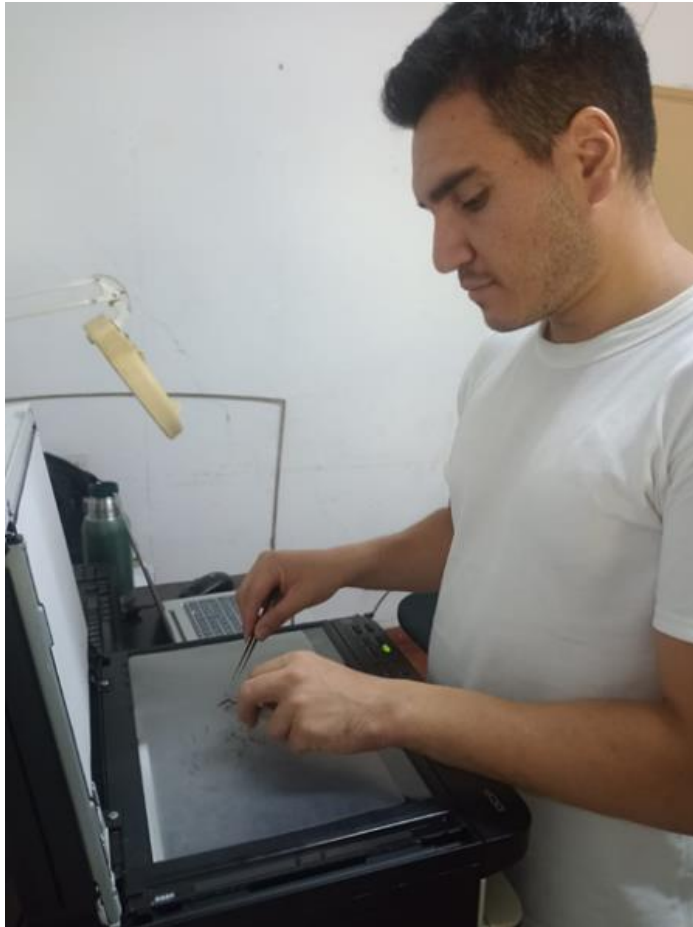


Imagen 4: Colocación de muestras de raíces sobre un escáner para su posterior análisis con el software Rizo visión Explorer.

Comentarios

Las grandes diferencias existentes entre la biomasa aérea de ambos sitios se deben a los contrastes en las condiciones ambientales de ambas zonas en un contexto de sequía. Por lo tanto, la vegetación más dependiente del agua, fueron muy afectadas en su crecimiento, es por eso que las parcelas situadas en zonas bajas fueron las más castigadas con respecto al crecimiento de biomasa aérea. En las zonas altas se notó una gran presencia de la especie de pajas como *Sorghastrum setosum*, que estaba acompañada de otras especies como *Schizanthus sp*, *Pterocaulon polystachim*, *Eragrostis aeroides*, *Vicia graminea*, *Verbena brasiliensis* y *Aesquimene falcata*.

Bibliografía

Ansín, O. E., Oyhamburu, E. M., Hoffmann, E. A., Vecchio, M. C. y Ferragine, M. C. (2002). Distribución de raíces en pastizales naturales y pasturas cultivadas de la pampa deprimida bonaerense y su relación con la biomasa forrajera. Cátedra de Forrajicultura y Praticultura, Depto. de Prod. Animal, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, Univ. Nacional de La Plata.

Coupland, R. T. (1979). *Grassland ecosystems of the world: analysis of grasslands and their uses* (Vol. 18). Cambridge University Press.

Fernández, G., López, L., & Altesor, A. (2017). Servicios ecosistémicos y resiliencia del pastizal natural. *Grupo de Ecología de Pastizales Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (UdelaR). Montevideo.*

Frasier, I., Alvarez, C., Fernandez, R., Quiroga, A. R., & Noellemeyer, E. (2020). Importancia de las raíces sobre los procesos edáficos. Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola-AACREA.

Jacobo, E., Rodríguez, A., González, J., & Golluscio, R. (2016). Efectos de la intensificación ganadera sobre la eficiencia en el uso de la energía fósil y la conservación del pastizal en la cuenca baja del río Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Agriscientia*, 33(1), 1-14.

Leszczuk, A. A. (2017). Modelo de la productividad primaria neta aérea (PPNA) en función de la precipitación y temperatura mensual para pastizales de Corrientes (Doctoral dissertation, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires).

Miranda, F. W. (2021). *Introducción al manejo del pastizal: consideraciones generales*. Agencia de Extensión Rural Formosa, INTA.

Pizzio, R. M., Bendersky, D., Barbera, P., & Maidana, C. E. (2021). *Caracterización y manejo de los pastizales correntinos*. Ediciones INTA.

Quétier, F. Tapella, E., Conti, G., Cáceres, S. D. (2007). Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. *Gaceta ecológica*, (84-85), 17-26.

Sciortino, G. (2021). *Variabilidad de la productividad primaria neta aérea de pastizales de la Depresión del Salado (Prov. Bs. As.) y su relación con la temperatura y precipitación* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires).

Anexo

A continuación, se presenta el script utilizado para el análisis multitemporal de NDVI para la elección de sitios de relevamiento:

```
// Centrar el mapa a las coordenadas del campo
```

```
Map.setCenter (-58.81729589914184,-27.193998782040325);
```

```
// Declaramos tres fechas para disponer de los datos necesarios para realizar el análisis Multitemporal de NDVI
```

```
var Tiempo1 = ee.ImageCollection ('COPERNICUS/S2')
```

```
.filterDate ('2021-12-01' ,'2022-03-30') // Momento temporal 1
```

```
.filterMetadata ('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'Less_Than', 5);
```

```
var Tiempo1b = Tiempo1.reduce(ee.Reducer.median());
```

```
var Tiempo2 = ee.ImageCollection ('COPERNICUS/S2')
```

```
.filterDate ('2022-06-01' ,'2022-09-30') // Momento temporal 2
```

```
.filterMetadata ('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'Less_Than', 5);
```

```
var Tiempo2b = Tiempo2.reduce(ee.Reducer.median());
```

```
var Tiempo3 = ee.ImageCollection ('COPERNICUS/S2')
```

```
.filterDate ('2023-12-01' ,'2024-03-30') // Momento temporal 3
```

```
.filterMetadata ('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'Less_Than', 5);
```

```
var Tiempo3b = Tiempo3.reduce(ee.Reducer.median());
```

```
// Calculamos el índice NDVI para cada uno de los tres momentos
```

```
var NDVI1 = Tiempo1b.normalizedDifference (['B8_median', 'B4_median']);
```

```
var NDVI2 = Tiempo2b.normalizedDifference (['B8_median', 'B4_median']);
```

```
var NDVI3 = Tiempo3b.normalizedDifference (['B8_median', 'B4_median']);
```

```
// Realizamos una composición RGB a falso color con cada uno de los tres índices de NDVI
```

```
var NDVImultitemporal = NDVI1.addBands(NDVI2).addBands(NDVI3);
```

```
var NDVI_Recorte = NDVImultitemporal.clip(geometry)
```

```
// Representamos y simbolizamos el NDVI multitemporal para identificar los cambios temporales
```

```
Map.addLayer (NDVI_Recorte, {max: 0.7, min: 0.1, gamma: 1.0,}, 'Mapa Multitemporal de NDVI');
```

```
// Exportamos la imagen incorporando las bandas deseadas, un nombre de archivo de salida y una resolución
```

```
Export.image.toDrive({  
  image: NDVI_Recorte,  
  description: 'NDVI Multitemporal',  
  scale: 10,  
  region: geometry});
```