

Distribución espacial del pastoreo de bovinos en un sistema rotativo *

Rivas F. G ¹, Miranda F. W ²

¹ Ingeniero Zootecnista. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa. Av. Gutnisky 3200. Contacto: franciscorivaszoot@gmail.com.

² Ingeniero Zootecnista, MSc. Jefe AER INTA Formosa. Jefe de Trabajos Prácticos Cátedra Praticultura. Carrera: Ingeniería Zootecnista. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la distribución espacial de pastoreo de los animales sobre un mismo potrero dentro un sistema de pastoreo rotativo, comparar las rutas de alimentación seguidas por los animales en distintas frecuencias temporales y determinar variaciones en la misma, se seleccionaron al azar cuatro vacas fenotípicamente similares de un rodeo general de 25 animales, las cuales fueron individualizadas mediante pinturas y observadas durante 3 días con un intervalo de 12 días cada uno. Cada periodo de observación duró 8 horas alternando 30 minutos de registro con 15 minutos de descanso. Se registró cada estación de alimentación (número y ubicación) y las secuencias establecidas entre las mismas sobre un croquis del potrero previamente georeferenciado. La diferenciación entre el número de estaciones de alimentación entre ciclos y animales se realizó mediante Test de Tukey, en tanto que la diferenciación de las rutas de pastoreo entre ciclos se realizó través de los procedimientos geo-estadísticos de auto correlación espacial de Moran's I y distancia estándar, con un nivel de error de 0,05. Se concluyó que los animales alteran sus rutas de alimentación en ciclos subsiguientes de pastoreo, así como también que el número de estaciones de alimentación aumenta progresivamente en ciclos subsecuentes a medida que su distribución espacial pasa de ser completamente aleatoria a agrupada.

Palabras clave: distribución espacial, memoria espacial, estaciones de alimentación, rutas de alimentación, comportamiento en pastoreo.

Introducción

Los herbívoros domésticos usualmente utilizan el forraje disponible de manera desuniforme, sobrepastoreando ciertas áreas y sub-aprovechando otras, lo que puede llevar a la disminución de la capacidad de carga de la pastura/pastizal, a una disminución de la producción del ganado y a la pérdida de la sustentabilidad del sistema (Bailey *et al.*, 1998).

Los mecanismos que determinan la distribución del pastoreo pueden agruparse en no-cognitivos (que no requieren el uso de la memoria durante el pastoreo) y cognitivos (que requieren del pensamiento consciente del animal y afectan el comportamiento a diferentes escalas) (Bailey *et al.*, 1996). Tales escalas, espaciales y temporales, deben ser explícitamente descriptas en los estudios de comportamiento en pastoreo, ya que son necesarias para comprender las diferentes decisiones que toman los animales en cada una de ellas (Cuadro 1).

Cuadro I. Atributos de las escalas temporales y espaciales de grandes herbívoros en pastoreo. Cada nivel son unidades entre las cuales los grandes herbívoros pueden elegir. **Fuente:** Adaptado de Bailey *et al.*, (1996).

Nivel espacial	Definiciones	Escala temporal	Características del comportamiento	Potenciales criterios de selección	Motivación para moverse	Mecanismos que pueden afectar los patrones de distribución
Bocado	Unidad primordial de consumo. Secuencia de movimientos de prehensión, movimientos de la mandíbula, lengua, cosecha y deglución.	1 - 2 segundos	Movimientos de la mandíbula, lengua y cuello.	Concentración de nutrientes, toxinas, componentes secundarios y tamaño de la planta.	Sociabilidad, reproducción, fenología de la planta, competencia, agua, termorregulación.	Tasa de consumo, selección de la dieta, respuestas post ingestivas.
Estación de alimentación	Arreglo de plantas disponibles para los animales, sin movimientos de los miembros anteriores.	5 – 100 segundos	Colocación de miembros anteriores.	Disponibilidad forrajera, especies de plantas, valor nutritivo, interacciones sociales.	Fenología de la planta, agua, agotamiento del forraje y rebrote.	Velocidad de desplazamiento, tasa de consumo, frecuencia de giro.
Parche	Conjunto de estaciones de alimentación separados por una pausa en la secuencia de cosecha cuando los animales se orientan hacia una nueva posición.	1 – 30 minutos	Reorientación del animal hacia una nueva posición o sitio. Parada o pausa en la secuencia de pastoreo.	Disponibilidad forrajera, valor nutritivo, topografía, interacciones sociales	Agotamiento del forraje, tasa de ingesta, tasa de digestión.	Velocidad de desplazamiento, frecuencia de giro, tasa de consumo. Frecuencia de selección (memoria espacial)
Sitio de alimentación	Conjunto de parches en un espacio continuo que los animales pastorean durante periodos entre otras actividades.	1 – 4 horas	Cambios de comportamiento a otro diferente al pastoreo (rumia, descanso, entre otros)	Topografía, distancia a las fuentes de agua, disponibilidad forrajera, fenología, depredadores.	Agotamiento del forraje, tasa de ingesta, composición de especies, interacciones sociales, estímulos visuales.	Frecuencia de selección (memoria espacial)
Campo de pastoreo	Conjunto de sitios de alimentación comunes donde los animales abreven, descansan y buscan resguardo	1 – 4 semanas	Áreas centrales donde los animales beben y descansan entre los intervalos de cambios del comportamiento diferentes al pastoreo.	Disponibilidad de agua y forraje en gran cantidad, fenología, cobertura de vegetación, termorregulación y competencia.	Abundancia de forraje o agotamiento, selección de dieta.	Trashumancia. Migraciones, frecuencia de selección (memoria espacial).
Ambiente o hábitat	Conjunto de campos de pastoreo, definidos por cercas, barreras, extensión de migración y trashumancia.	1 mes – 2 años	Dispersión y migración	Disponibilidad de agua y de forraje en gran cantidad, fenología, competencia, termorregulación	Agotamiento del forraje, selección de dieta, estímulos de sabor u olor.	Migración, dispersión, trashumancia

En la siguiente figura se puede apreciar de manera esquemática las diferentes escalas espaciales y temporales junto con su proyección cronológica.

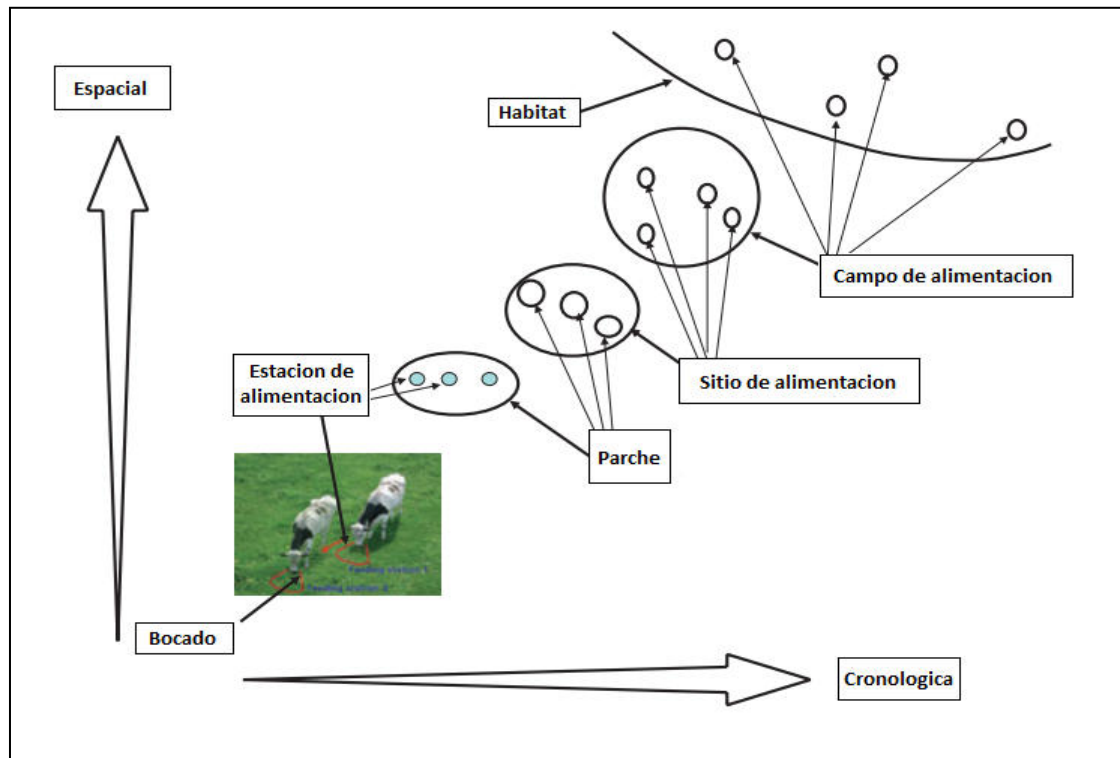


Figura 1. Modelo esquemático de las distintas escalas espaciales (Kondo, 2010.)

Distribución espacial del pastoreo

El término de distribución espacial del pastoreo se define como la forma en que los animales se distribuyen sobre los sitios de alimentación preestablecidos del terreno en un área geográfica determinada en un momento dado (Bailey *et al.*, 1996).

Rutas de alimentación

El pastoreo siempre incluye movimientos entre estaciones o parches de alimentación (Kondo, 2010). Este movimiento (traslado) que realizan los animales entre estas escalas espaciales determinan las denominadas “rutas de alimentación”. (Figura 2)

Memoria espacial

En el contexto del comportamiento en pastoreo, la memoria espacial es la capacidad de un animal para recordar dónde se ha alimentado y utilizar esa información para determinar dónde debe viajar y pastorear. La memoria espacial, puede ser inferida por experiencias y entrenamiento previo del animal.

Estos pueden recordar y evitar ubicaciones con poco o ningún recurso nutritivo así como parches que han sido recientemente agotados, lo que les permite regresar a sitios ricos en nutrientes más frecuentemente que a sitios pobres en los mismos. El retorno frecuente a zonas de pastoreo (estaciones/parches de alimentación) después de periodos de días a algunas semanas aparentemente requiere de memoria a largo plazo; también, se supone que una memoria a corto plazo de algunas horas permite a los animales evitar parches recientemente agotados o continuar con el pastoreo (Vallentine, 2001).

La habilidad de los animales para usar la memoria espacial durante el pastoreo ha sido demostrada en diferentes especies, incluidos los herbívoros domésticos (Bailey y Provenza, 2008). La clave para desarrollar prácticas innovadoras de manejo dirigidas a solucionar los problemas de distribución del pastoreo es comprender los procesos de comportamiento que los animales llevan a cabo durante el pastoreo. El desafío se encuentra en utilizar ese conocimiento para predecir los patrones de distribución de pastoreo y manipularlos a través del manejo del mismo (Howery *et al.*, 1999).

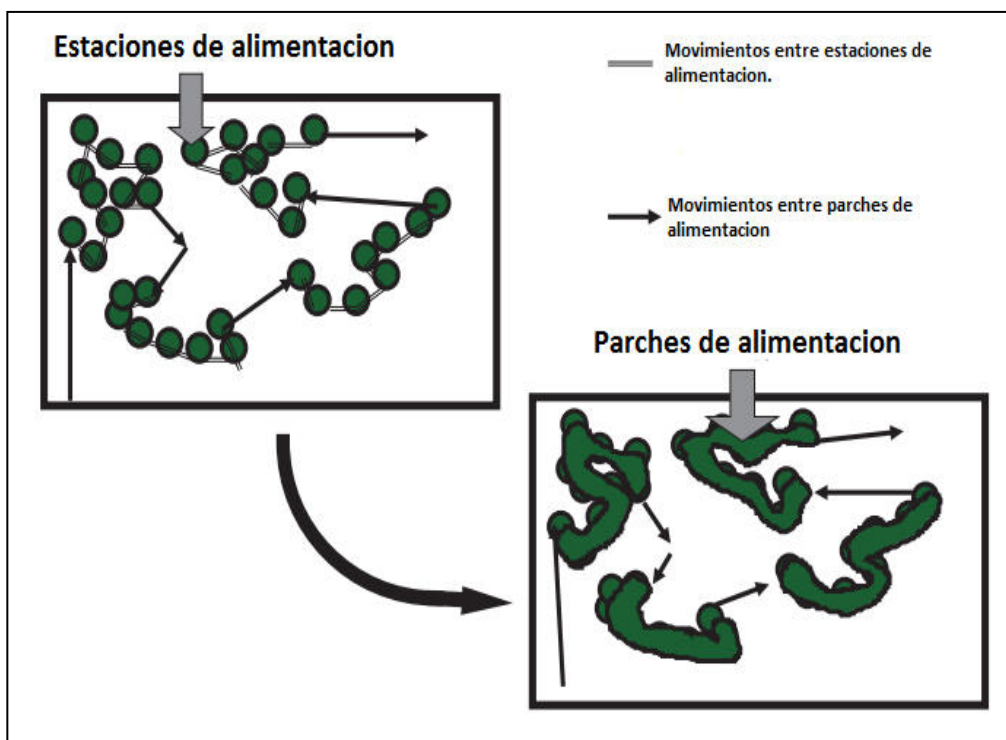


Figura 2. Estaciones, parches de alimentación y el movimiento entre estas (algunas estaciones pueden ser agrupadas de acuerdo a las secuencias de pastoreo dentro de parches de alimentación). (Kondo, 2010)

Objetivos

- Determinar la distribución espacial de pastoreo de los animales sobre un mismo potrero dentro de un sistema de pastoreo rotativo.
- Comparar las rutas de alimentación seguidas por los animales en distintas frecuencias temporales¹ y determinar variaciones en la misma.

Hipótesis

- H0: En un sistema rotativo los bovinos no alteran sus rutas de alimentación en ciclos subsiguientes de pastoreo.
- H1: En un sistema rotativo los bovinos alteran sus rutas de alimentación en ciclos subsiguientes de pastoreo.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el establecimiento ganadero “La Camila” ubicado a 70 Km de Formosa capital, en el departamento de Misión Laishi. Se utilizaron 4 vacas vacías² (criollo, y cruza) fenotípicamente similares las cuales fueron seleccionadas al azar y separadas de un rodeo general de 25 animales (Figura 3).



Figura 3. Rodeo general del cual fueron seleccionados y apartados los 4 sujetos de estudio.

¹ El término hace referencia al número de veces que los animales ingresaran al potrero.

² Vaca no gestante confirmada por tacto rectal.

Posteriormente los individuos seleccionados fueron identificados e individualizados para su observación mediante números arábigos (Figura 4). Se empleó pintura sintética de color blanco en la región del costillar y se registró el número de caravana correspondiente para cada una de ellas.



Figura 4. Animales individualizados para su observación mediante números arábigos en la región del costillar.

El potrero utilizado contaba con una superficie aproximada de 1 hectárea (con pastizal natural como recurso forrajero) en el cual los cuatro animales seleccionados no habían ingresado en ninguna ocasión anterior a esta investigación, de esta manera se evitó que los individuos puedan tener algún tipo de conocimiento o experiencia previa en el terreno utilizado. Cabe destacar que el potrero fue exclusivamente utilizado por los cuatro animales seleccionados en el tiempo que duro este trabajo.

El potrero fue georeferenciado (GPS Garmin) y se instalaron en el mismo (previo al ingreso de los animales) 5 banderines de 1,7 metros de altura cada uno que fueron ubicados de forma tal que el potrero quedase dividido imaginariamente en 16 cuadrantes de similares dimensiones. Esto permitió al observador tener referencias visuales sobre el terreno para facilitar el registro de la posición de las estaciones de alimentación.

Es pertinente aclarar que la vestimenta utilizada fue de colores similares al entorno

(verde oscuro) y se evitaron los colores claros o llamativos, se tuvo el recaudo de no realizar movimientos bruscos y/o sonidos fuertes para no llamar la atención de los sujetos de estudio y disminuir el efecto del observador sobre los mismos. Si bien se contó con un puesto de observación sobreelevado, cuando fue necesario se recurrió al uso de prismáticos a fin de facilitar la observación a distancia de los animales.

Las observaciones del comportamiento de los sujetos (ubicación de estaciones de alimentación) fueron realizadas mediante la técnica de "muestreo focal" observando a los cuatro animales durante una determinada cantidad de tiempo (30 minutos) alternando con 15 min. de descanso, con un muestreo temporal como regla de registro (Martin y Bateson, 1991).

La observación y registro de las estaciones de alimentación de los individuos identificados se realizaron de 7:30 am a 11:45 am; y de 14:00 pm a 18:15 pm, en 3 ocasiones³ con intervalos de 12 días cada una, entre los meses de octubre y noviembre del 2014.

Las variables estudiadas fueron el número de estaciones de alimentación y las rutas de alimentación. Los registros fueron hechos con planimetría del potrero y los datos relevados fueron cargados al software ARCGIS 9.2. Los datos estadísticos se analizaron mediante el software especializado INFOSAT.

El diseño estadístico corresponde al DCA (Diseño Completamente Aleatorizado) con tres repeticiones. La diferenciación entre el número de estaciones de alimentación entre ciclos y animales se realizó por Test de Tukey, en tanto que la diferenciación de las rutas de pastoreo entre ciclos se realizó a través de análisis geo-estadístico con el procedimiento de auto correlación espacial de Moran's I y distancia estándar, con un nivel de error de 0,05.

Resultados

Los resultados obtenidos indican que la distribución espacial de las estaciones de alimentación se modificó, pasando de una distribución desagregada a agrupada (Figura 5).

El área de distancia estándar vario significativamente de tamaño entre el primer y segundo día de observación, evidenciando el cambio en la distribución espacial pasando de ser completamente aleatoria (Moran's I = $p \geq 0,05$) a agrupada (Moran's I = $p \leq 0,05$), mientras que en el tercer día se puede observar una tendencia en la distribución de las estaciones de alimentación, representada por una agudización de la figura correspondiente a este día (Figura 6).

³ La observación y registro se llevaron a cabo siempre el primer día de ingreso de los animales al potrero.

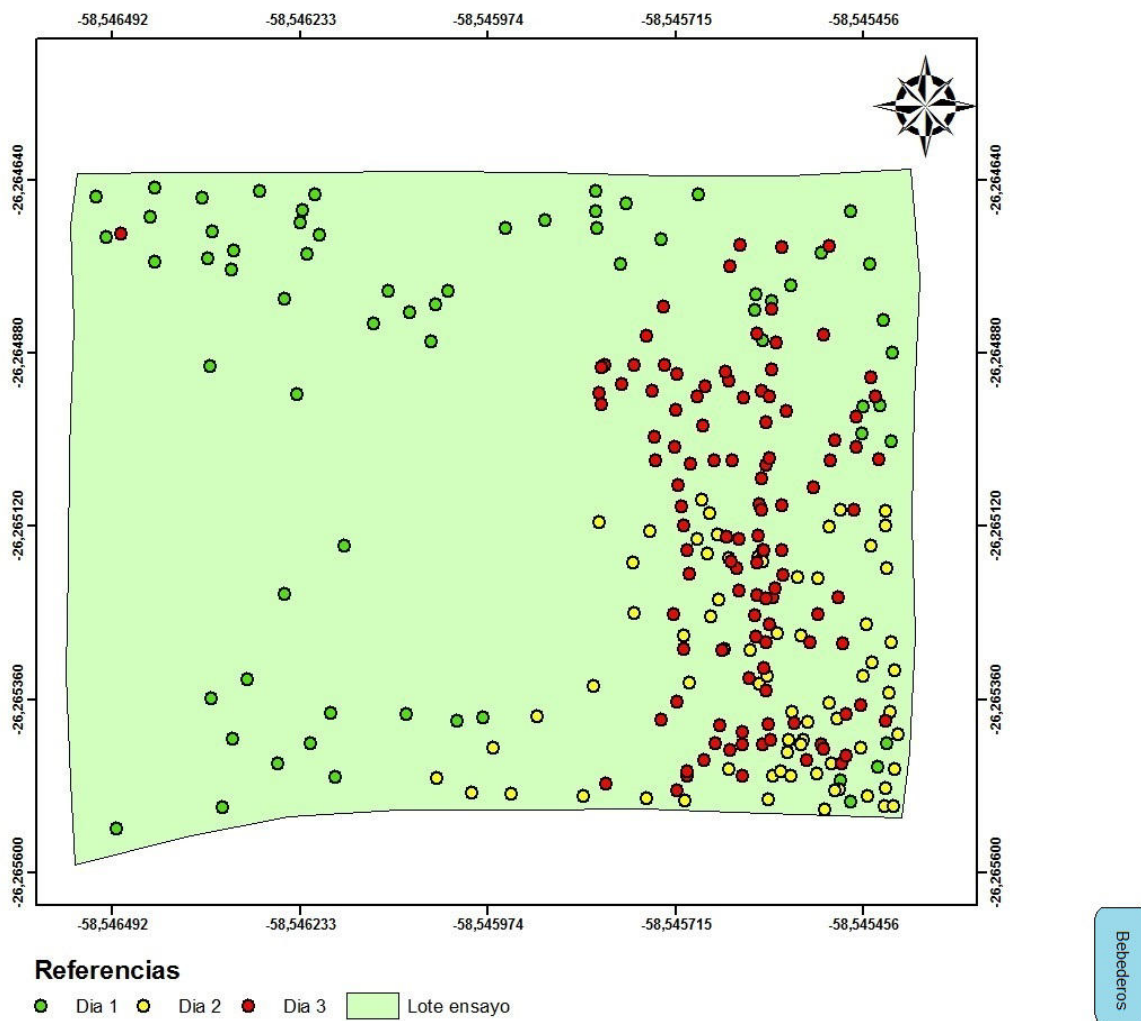


Figura 5. Distribución de las estaciones de alimentación días 1, 2 y 3.

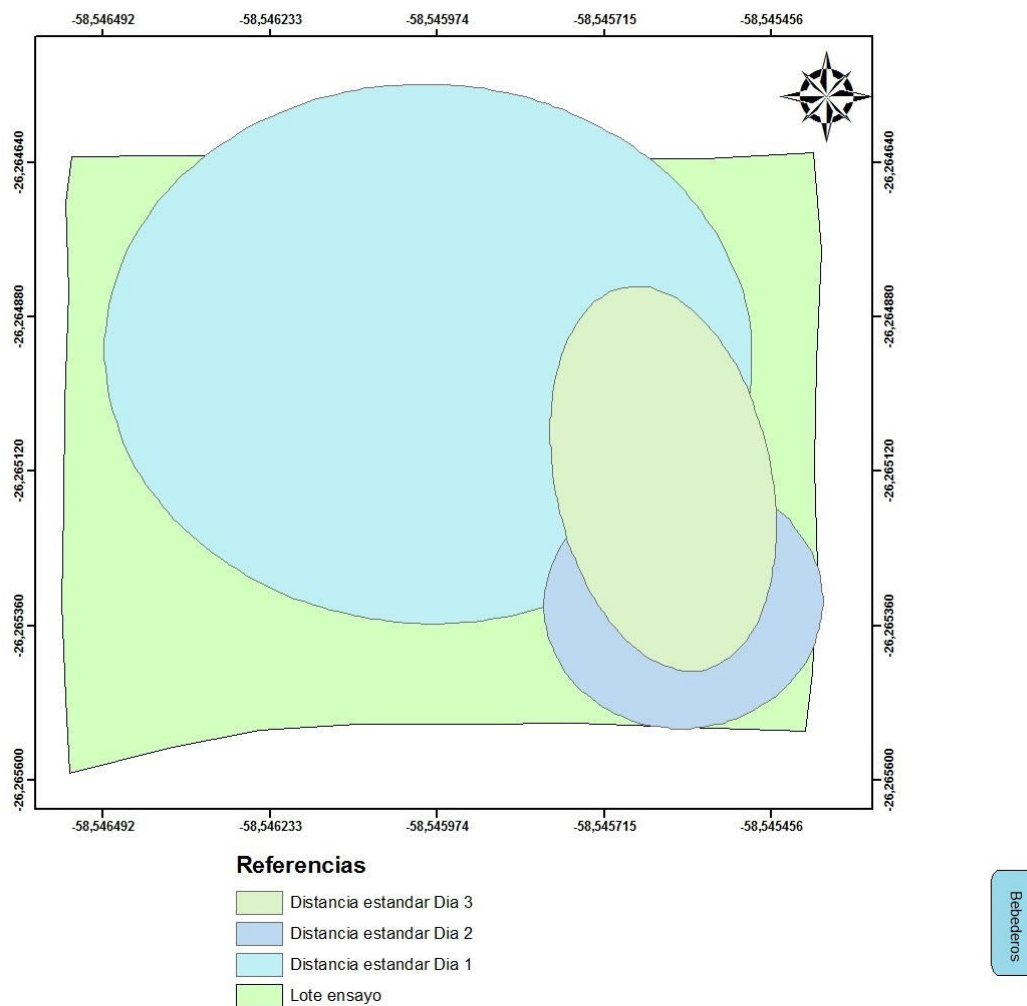


Figura 6. Distancia estándar. Días 1, 2 y 3.

Las rutas de pastoreo, de acuerdo a los resultados del coeficiente de auto correlación de Moran's I fueron consecutivamente alteradas ($p \geq 0,05$), generando rutas y áreas de pastoreo distintas. (Cuadro II).

En promedio, el número de estaciones de alimentación y de acuerdo a los resultados del Test de Tukey se incrementó entre el primer y último día de observación (considerando que el incremento para el segundo día de observación no es estadísticamente significativo) (Cuadro III) a la par que la distribución espacial de las estaciones de alimentación pasa de ser aleatoria a agrupada, como se observa en las figuras anteriores.

Cuadro II. Comparación de la distribución espacial de las estaciones de alimentación en cada día de observación, con los respectivos valores de p obtenidos por el Test de Moran's I.

DIA N°	DISTRIBUCION	p VALOR
1	Aleatoria	$p \geq 0,05$
2	Agrupada	$p \leq 0,05$
3	Agrupada	$p \leq 0,05$

Cuadro III. Número de estaciones de alimentación por animal/día y su incremento en ciclos subsiguientes de pastoreo, calculado con Test de Tukey.

N° DE ESTACIONES	DIA 1	DIA 2	DIA 3
ANIMAL 1	25	16	23
ANIMAL 2	17	16	35
ANIMAL 3	15	22	23
ANIMAL 4	11	18	32
MEDIA	17 ^a	18 ^{ab}	28 ^b

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,25321

Medias con ambas letras (^{ab}) no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Discusión y conclusiones

En el contexto de este trabajo, los animales alteraron sus rutas de alimentación en cada ciclo de pastoreo y el número de estaciones de alimentación aumentó entre el primer y tercer día de observación.

Se observó una concentración en las estaciones de alimentación, manifestándose una tendencia temporal en las mismas, debido presumiblemente a que los animales reducen su tiempo y área de exploración de manera progresiva con cada ciclo subsiguiente de pastoreo, siendo esto un indicador de un proceso de aprendizaje y selección a través del cual los animales exploran, identifican y utilizan el recurso forrajero a medida que su conocimiento del ambiente se incrementa.

Es importante considerar otros de los factores abióticos que pudieron condicionar la distribución espacial de las estaciones de alimentación como ser la ubicación y acceso a la fuente de agua.

Es por ello que se recomienda ampliar el número de observaciones para poder establecer si existe o no un patrón temporal; así como también llevar a cabo trabajos que profundicen lo relacionado a la distribución espacial del pastoreo y los diversos factores que la afectan, tales como la ubicación de la fuente de agua, experiencias previas de los animales, jerarquías sociales, composición botánica y disponibilidad de materia seca del recurso forrajero, tiempo de permanencia en el lote, carga animal, edad, raza y sexo.

Bibliografía

Bayley D.W. y Provenza F. D. (2008). *Mechanisms Determining Large-Herbivore Distribution*. Publicación online. Recuperado de link.springer.com

Bayley D.W., Dumont B. y Wallis de Vries M.F. (1998). *Utilization of heterogeneous grasslands by domestic herbivores: Theory of management*. Ann, Zootech Journal. (1998) 47, 321-333.

Bayley D.W., Gross J.E., Laca E.A., Rittenhouse L.R., Coughenour M.B, Swift D.M. y Sims P.L. (1996). *Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns*. Journal of Range Management, 49:386-400.

Howery L.D., Bailey D.W., y Laca E.A. (1999). *Impact of Spatial Memory on Habitat Use*. Publicación online. Recuperado de <http://www.webpages.uidaho.edu/>

Kondo S. (2010). *Recent progress in the study of behavior and management in grazing cattle*. Animal Science Journal (2011) 82, 26-35. Review Article.

Martin P. y Bateson P. (1991). *La Medición del Comportamiento*. Trad. Colmenares F. Madrid. Ed. Cast: Alianza Editorial.

Vallentine J.F. (2001). *Grazing Management* (2a Ed.). San Diego, California: Academic Press.

*** Resumen de tesis de grado Ingeniero Zootecnista, 2014**