

1220

LA INVESTIGACION SOBRE PASTOREO EN PLANTACIONES FORESTALES:

ASPECTOS METODOLOGICOS

Oscar Sierra Posada

Trabajo presentado en el Curso Corto sobre Metodologías de Investigación Agroforestal en el Trópico húmedo, celebrado en Cali, Colombia, del 25 de Noviembre al 6 de Diciembre de 1.983.

LA INVESTIGACION SOBRE PASTOREO EN PLANTACIONES FORESTALES:

ASPECTOS METODOLOGICOS*

INTRODUCCION

Cada día se oye hablar más de los dos principales problemas para el desarrollo del mundo actual, como lo son la escasez de alimentos y de combustibles. Igualmente, aparecen a cada momento expresiones como la siguiente: "es necesario desarrollar sistemas intensivos de producción animal usando los recursos del trópico"; (15). Se insiste mucho en la diversificación de los sistemas de producción actuales mediante la implantación de tecnologías adecuadas que sean ecológicamente viables.

Otros autores van más al fondo del problema y plantean la necesidad de formar grupos de investigación multidisciplinarios, que contengan nuevos enfoques sobre los sistemas de producción, para que traten de solucionar la presión sobre la tierra, para que rebajen el precio de los productos y disminuyan la escasez de alimentos y combustibles, para que superen las barreras ambientales y nutricionales, y para que provean nuevos avances en la nutrición de los rumiantes. Para el logro de estos objetivos sostienen que lo más importante es utilizar el potencial para producir alimentos que tiene el trópico (15).

Payne, citado por Fierros (5) puntualiza que "se podría aumentar en un 25% la población de rumiantes en las zonas tropicales sin la apertura de nuevas tierras, solo con la utilización adecuada". Otros autores recomiendan la combinación silvoganadera en la Amazonía de Brazil y Colombia, como un medio para obtener tempranas ganancias y para mejorar los suelos; además del aporte del componente forestal sobre los animales y el suelo incrementando la producción de pasto.

Por lo tanto, se puede entender la necesidad de dirigir más la investigación agrícola hacia nuevos enfoques que tiendan a generar un mayor conocimiento sobre sistemas combinados de producción que permitan generar tecnologías compatibles con las condiciones ecológicas de las zonas tropicales, para lograr así la conservación y el uso más eficiente de los recursos.

* Oscar Sierra Posada, Zootecnista, M.S. Profesor Departamento de Recursos Pecuarios, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional, Seccional de Medellín.

RELACIONES ECOLOGICAS DEL ECOSISTEMA SILVOGANADERO

En los ecosistemas agroganaderos o silvoganaderos el objetivo es el uso conjunto del suelo para la producción de madera y productos agrícolas o madera y productos pecuarios, según el caso, con el fin de buscar el máximo beneficio en la productividad del lugar.

Como componentes del ecosistema se tienen los árboles, los cultivos, los animales en pastoreo, la pastura de la cual ellos se alimentan y otras plantas, el suelo, los microorganismos asociados, los residuos orgánicos, el agua, los minerales y las condiciones climáticas en una área dada.

Las plantas, los animales y los microorganismos forman los componentes bióticos del ecosistema. El suelo y el clima conforman los componentes abióticos.

Estos componentes hacen parte de un complejo, interactuante e interdependiente sistema: el ecosistema, y cada uno de ellos está involucrado en el flujo de la energía y la circulación de la materia a través del ecosistema, Miller citado por Funes (7). Cada componente afecta y es afectado por cada uno de los demás componentes. Por lo tanto, en un ecosistema silvoganadero son innumerables las relaciones directas e indirectas entre sus componentes. Estas interrelaciones son las que le dan el carácter de dinámico a este ecosistema. Por esto, es un serio error imaginar este ecosistema como si fuera estable. La tasa de cambio puede ser incrementada por las actividades del hombre, tales como la introducción del pastoreo de los animales, la remoción de árboles y arbustos y la quema de la vegetación (9).

Para entender este complejo ecosistema es importante analizar las innumerables interrelaciones posibles entre sus diferentes componentes (Figura 1.)

El suelo constituye el medio de sostén para la planta y a través de sus condiciones físicas y químicas afecta enormemente su composición química, su crecimiento, su reproducción y su persistencia. La planta a su vez afecta al suelo modificando su estructura, su textura, su capacidad de retención de agua, su nivel de materia orgánica y agotando su contenido de agua y de nutrientes.

Las plantas de la pastura constituyen el alimento del animal en pastoreo, por lo tanto es de esperar que éstas a través de su cantidad disponible, de su producción estacional y de su calidad nutritiva afecten al animal

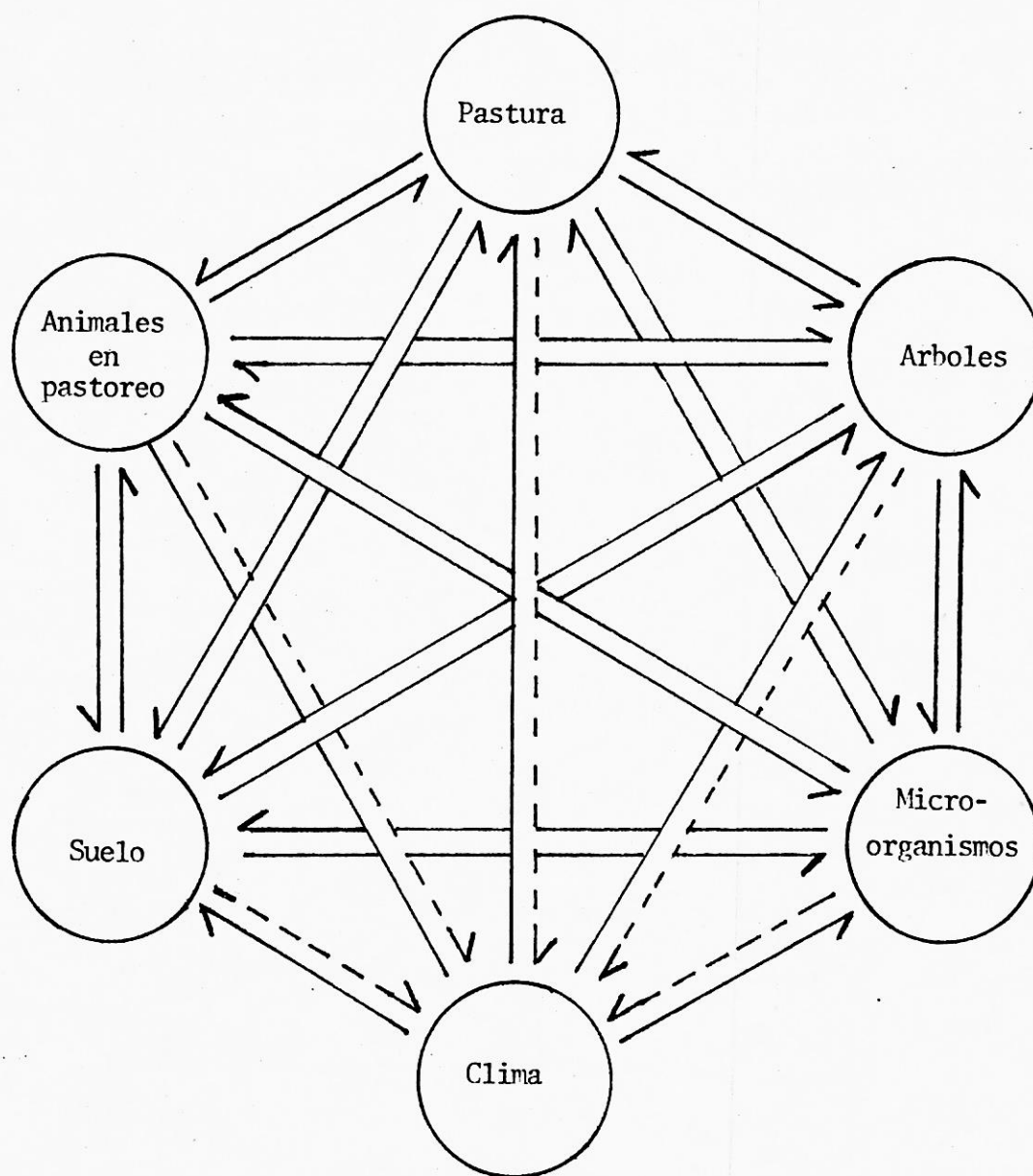


FIGURA 1. Representación de las interacciones que ocurren entre los componentes de un ecosistema silvopastoril bajo pastoreo. La intensidad de las flechas indica la magnitud de los efectos.

en su composición química, su nivel de crecimiento, su producción y su reproducción. Igualmente, la pastura puede afectar la salud del animal especialmente cuando presenta excesos de ciertos elementos en su composición mineral, pudiendo llegar a ser tóxicos como es el caso de los nitratos, o deficiencias como en el caso del fósforo que causa la pérdida del apetito, además de causar el mal de "pica" o apetito depravado.

El animal a su vez afecta a la planta ocasionándole un daño físico a través del consumo y el pisoteo. Con la defoliación se afecta la recuperación, producción y persistencia de las plantas.

El animal afecta al suelo en forma favorable a través del retorno de heces y orina, pero también lo hace en forma desfavorable a través del pisoteo disturbándolo o causando compactación superficial. A su vez el suelo afecta al animal a través de su ingestión que puede causar desgaste de los dientes y otros problemas de salud; a través de la topografía significando un mayor esfuerzo físico a medida que ésta es más pendiente o quebrada.

Los árboles pueden afectar el crecimiento de las plantas de la pastura a través de su competencia por luz, agua y nutrientes. A su vez las plantas de la pastura pueden afectar a los árboles a través de su competencia por agua y nutrientes.

Los árboles pueden afectar las condiciones físicas y químicas del suelo a través de la incorporación de residuos orgánicos, la extracción de nutrientes por las raíces y la fijación biológica de nitrógeno, como en el caso de los árboles leguminosos.

Los árboles pueden afectar el patrón de pastoreo de los animales a través de la sombra suministrada, especialmente en las horas más calurosas del día. Existen evidencias¹ de que en pastoreo bajo plantaciones de pino se disminuye la incidencia de parásitos externos (nuche (Dermatobia hominis) y garrapata (Boophilus necrophilos)).

Los microorganismos interactúan directa e indirectamente con los árboles, la pastura y los animales en pastoreo. Los microorganismos patógenos atacan a estos tres componentes, mientras que los microorganismos simbióticos como la microflora del rumen, las bacterias fijadoras de nitrógeno y la micorriza, estimulan el crecimiento de los animales y de las plantas. Igualmente los microorganismos saprófitos descomponen los restos de plantas y animales, liberando así los nutrientes (19).

¹ Comunicación personal con el Ingeniero Roberto Ayerbe G. propietario y administrador de El Pinar San Carlos. Cajibío - Cauca.

Las condiciones climáticas, por ejemplo la temperatura y la radiación recibida, pueden afectar enormemente el crecimiento y composición de las pasturas y de los árboles. Una pequeña área del ecosistema puede ser afectada por el microclima por ejemplo la intensidad de luz y la temperatura dentro de la cubierta vegetal de la pastura. Igualmente la temperatura, la humedad, la velocidad del viento y la longitud del día pueden afectar directamente al animal en pastoreo, pero el efecto del animal sobre estos factores es usualmente pequeño. El clima tiene un gran efecto sobre el desarrollo de los suelos, de manera que hay una estrecha relación entre las regiones climáticas y la mayoría de los tipos de suelos del mundo. El suelo también afecta el microclima.

Además de estas interacciones entre dos componentes como se han planteado, existen también interrelaciones de tres componentes como por ejemplo las plantas, los animales y el suelo interactuando en el ciclo de los nutrientes minerales y también las plantas, los microorganismos saprófitos y el suelo. Similarmente pueden ser consideradas interrelaciones entre cuatro y cinco componentes.

EL ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

A causa de la complejidad de los ecosistemas silvoganaderos, la escogencia de aquellos aspectos prioritarios en un programa de investigación es particularmente importante. El objetivo primordial de la investigación agrícola debe ser el de alimentar una población humana cada vez más hambrienta (20). Como en las regiones donde hay más escasez de alimentos los sistemas de producción agrícola son del tipo de multicomponentes y operan a nivel de subsistencia, parece que una forma directa para contribuir a la solución del problema debería ser la de generar alternativas tecnológicas para sistemas de producción agrosilvoganaderos a pequeña escala, con el fin de lograr un incremento en la eficiencia bio-económica de éstos, lo cual brindará una mayor oportunidad para alimentar pueblos desnutridos.

Por esto, una política general de investigación podría ser la de obtener el conocimiento necesario para desarrollar tecnologías adaptables que le permitan a los productores lograr ecosistemas silvoganaderos autosuficientes, los cuales siendo compatibles con sus prácticas culturales, mejoren las condiciones socio-económicas existentes mediante el incremento de la eficiencia en el uso de los recursos disponibles.

También es importante anotar que las áreas para la investigación en sistemas silvoganaderos y sus prioridades podrían variar de acuerdo con el medio en el cual la investigación se desarrolla.

De acuerdo con Nair (12) hay básicamente dos enfoques para el estudio de un sistema. El primero consiste en tomar cada uno de sus componentes y estudiarlo individualmente poniendo especial atención a sus relaciones causa-efecto. La mayor parte de la investigación agrícola realizada en el pasado ha sido de esta naturaleza y esos estudios han sido de ayuda para mejorar el conocimiento considerablemente.

El segundo enfoque consiste en estudiar el sistema en su totalidad. Para ésto, el sistema deberá por supuesto ser considerado como compuesto de diferentes subsistemas. En la investigación de sistemas silvoganaderos, los componentes individuales a ser considerados y sus interacciones son muchos. Además los estudios normalmente se tienen que llevar a muy largo plazo. A causa de estos factores y también a causa de las características inherentes a la ciencia de la agroforestería, junto con la naturaleza de los resultados requeridos de la investigación para uso práctico, se hace necesario considerar el sistema en su totalidad (10,12).

Es inadecuado e incoordinado el planeamiento de datos sin un esquema central, como lo que ocurre en experimentos individuales, lo cual podría conducir a conclusiones incorrectas con respecto al sistema como un todo. Además, la extrapolación de resultados obtenidos de tales investigaciones aisladas podría ser extremadamente peligrosa.

Esto lógicamente no sugiere que aquellos estudios que intenten recoger información básica sobre los componentes del sistema no sean necesarios.

Por lo tanto, la concepción tecnológica de la investigación en agroforestería debería concentrarse menos en esos tipos de análisis de componentes, en los cuales los factores y organismos son tratados como si ellos fueran entidades independientes, y enfocar más sobre aspectos en los cuales la interacción, la integración, las prioridades sobresalientes son también incluidas.

NECESIDAD DE UN MAYOR CONOCIMIENTO DEL ECOSISTEMA SILVO-GANADERO

La mayoría de los sistemas combinados silvoagrícolas, silvoganaderos o agroganaderos utilizados en zonas tropicales están basados simplemente en experiencias obtenidas en los sistemas de agricultura tradicional del área (2).

La investigación agrícola y forestal ha sido muy limitada en la mayor parte de la región. Las instituciones de investigación se han limitado a realizar investigaciones sobre los cultivos tradicionales y sobre algunas combinaciones de cultivos con ganadería, pero muy pocas han incluido aspectos sobre la explotación silvoganadera, no obstante darse este tipo de combinación en varios lugares de la región.

Combe y Budowski 1978 y Budowski 1978 citados por Ampuero (2), reportan varias asociaciones silvoganaderas entre las cuales pueden mencionarse (Eucalyptus globulus) con kikuyo (Pennisetum clandestinum) en los Andes Centrales; (Alnus forullencis) y (Alnus acuminata) con kikuyo (Pennisetum clandestinum) en México y Colombia; Pinus radiata con Agrostis spp y Festuca en Ecuador, etc.

En zonas montañosas tropicales de baja altura algunas especies forestales son encontradas en pasturas de pasto guinea (Panicum maximum) y pasto elefante (Pennisetum purpureum) junto con ciertas palmas y árboles que son

dejados después de la tala del bosque. Especies como la palma royal (Cocos butyraceae), el chontaduro o pejiballe (Guilielma gasipaes) son especies que producen frutos utilizables por el hombre y los animales. El pambil (Euterpe chaumostachys) produce una madera dura que es utilizada en construcción, en postes y en pisos de parquet; la tagua (Phytelephas macrocarpa) es utilizada para la talla y para la fabricación de botones y muchos otros ejemplos que se podrían mencionar en América Latina tropical. Tustini *et al*, citados por Ampuero (2) reportan que en Nueva Zelanda se ha encontrado que la asociación de Pinus radiata con la gramínea Rye-grass Lolium spp y trébol blanco Trifolium repens, usada para el pastoreo de ovejas y ganado, dió más altas ganancias comerciales a causa de los más altos rendimientos cuando se les comparó con la utilización de cada componente por separado.

Pese a lo anterior existe poca información generada a través de una investigación sistemática sobre la explotación combinada de los sistemas silvo-ganaderos, que establezca los requerimientos de tipo agronómico y que responda algunos interrogantes como cuanto retorno económico puede ser obtenido por el máximo uso del suelo utilizándolo tanto en silvicultura como en ganadería.

De otro lado, se reporta de que han sido encontrados muchos problemas cuando pasturas tropicales son asociadas con ganado y cultivos perennes como palma africana, caucho y cocotero. Pero paralelamente se reporta también que se han obtenido buenos resultados cuando el cocotero es asociado con pasturas bajo pastoreo; Thomas 1978, citado por Ampuero (2).

En Surinam, el ganado pastorea las gramíneas que crecen bajo plantaciones de Pinus caribea, pero no se conocen todavía las prácticas de manejo óptimas para cada uno de los componentes bajo el sistema (2).

Otro aspecto que merece atención en zonas tropicales es el de estudiar el efecto de la introducción de los árboles en los pastizales como sombrío, como cercos vivos, como rompevientos, como mejoradores del suelo, como protectores contra la erosión y como proveedores de forraje durante la época seca permitiendo mantener una carga animal más alta durante el año.

Todo lo anterior plantea la necesidad de desarrollar una investigación que sea conducida por grupos multidisciplinarios formados por edafólogos, agrónomos, ingenieros forestales, economistas agrícolas, zootecnistas, etc., con el fin de estudiar las características y los requerimientos de manejo de cada uno de los sistemas, buscando un conocimiento integral de todos sus componentes y sus interrelaciones. Así en las especies silvícolas es importante dirigir el conocimiento en su selección en cuanto a: su capacidad de utilizar nutrientes de niveles inferiores del suelo, su capacidad para recuperarse rápidamente si es ramoneada por el animal; su capacidad de alcanzar una adecuada eficiencia fotosintética en su copa y que a la vez no obstaculice a una cantidad significativa de luz para alcanzar la cobertura de la pastura, su capacidad de producir cantidades óptimas de podas, su capacidad de proveer hojas o vainas con alto valor nutritivo, su capacidad de fijar nitrógeno, su edad y tamaño adecuado al introducir los animales, su manejo silvícola, etc.

En los animales: especie, adaptación al sistema, su capacidad de pastoreo, sus requerimientos en calidad de forraje, carga animal, nivel de producción, manejo, etc.

En la pastura es importante el conocimiento de aspectos como: cuáles especies constituyen la pastura, qué contribución hace cada especie a la producción de materia seca de la pastura, cuáles especies son más abundantes, cuáles especies abarcan más espacio, cuáles especies son consumidas por el animal y cuáles no, que partes de la planta son más consumidas por el animal, que cantidad de la materia seca producida es consumida por el animal, cuál es la eficiencia de utilización de la materia seca producida, como se afecta la recuperación y persistencia de las plantas con el pastoreo (consumo y pisoteo), que cambios se observan en la composición botánica de la pastura por efectos del manejo, cuál es el contenido de proteína y la digestibilidad de la materia seca consumida, cuál es la utilización metabólica de los nutrientes por el animal, cuáles malezas están presentes, cuál es el método de control más efectivo para cada maleza o grupo de malezas, cuál es la incidencia de plagas y enfermedades, cuánto suelo descubierto está presente, cuál es la fuente, dosis, frecuencia y formas de aplicación de un elemento fertilizante para la pastura, cuál es la producción de materia seca anual o en un período dado, cuál es la altura y frecuencia de corte o pastoreo más adecuada, cuál es la distancia, densidad y método de siembra más adecuados, etc. y muchas otras preguntas que se pueden formular de acuerdo con las metas trazadas por el investigador.

En el suelo es importante conocer: aptitud para soportar sistemas combinados de explotación y los efectos que estos pueden tener sobre la conservación de sus propiedades físicas, químicas y nutritivas.

MÉTODOS PARA LA INVESTIGACIÓN EN PASTURAS

La evaluación del sistema pastura bajo pastoreo es más complicada que la de los otros sistemas de cultivo, debido a que se tiene que considerar no solo la asociación suelo-planta-medio ambiente como en la mayoría de los sistemas agrícolas, sino también el complejo suelo-planta-animal-medio ambiente. Además, debe tenerse en cuenta también que en los sistemas de cultivos agrícolas es el hombre quien en forma directa cosecha el producto obtenido del cultivo; en cambio en la pastura son los animales, con sus hábitos individuales de selectividad y de pastoreo los que cosechan el forraje producido.

En un programa de investigación en pasturas bajo pastoreo, los métodos y las técnicas usadas ejercen un papel muy importante en los resultados y conclusiones obtenidas de un determinado experimento.

La selección de un método de muestreo y de las técnicas para la obtención de datos depende enteramente de las interrogantes hechas. En el diseño de un experimento, los objetivos deben ser claramente establecidos y las preguntas claramente formuladas. Algunas de las preguntas que se pueden formular en experimentos de campo en pasturas ya fueron formuladas en la sección anterior.

MÉTODOS AGRONÓMICOS

La dificultad tanto física como técnica para medir la producción de las praderas en términos de productos animales, ha llevado al desarrollo de una cantidad de técnicas que ignoran o tratan de simular los efectos del animal en pastoreo. Este conjunto de técnicas constituye los métodos agronómicos para la evaluación de pastos. En estos métodos agronómicos la mayoría de las investigaciones con pasturas se conducen sin referirlas a un producto del animal. En otras palabras, se refieren básicamente a la cantidad de forraje producido y a los factores que la determinan, como lo es la relación suelo-planta esencialmente.

Entre los métodos agronómicos se pueden mencionar los siguientes:

1. Evaluación por corte y peso

El método más simple y más usado en la evaluación de pastos es el corte y pesada del forraje. Hay muchas variaciones de esta técnica, pero esencialmente los resultados se calculan por el peso del pasto cosechados en una área conocida.

1.1 Frecuencia del corte

Elegida la técnica de corte, se debe decidir con qué frecuencia se van a cortar las parcelas. No es una decisión fácil, ya que puede afectar los resultados obtenidos.

Lo más común y lógico es cortar todas las parcelas el mismo día; sin embargo, cuando se trata de especies o variedades que varían en sus fechas de maduración, se puede introducir cierto error al elegir una sola fecha de corte para todos los tratamientos. Cuando se incluyen varias especies, debe incluirse una serie de frecuencias de corte para cada una, para determinar así cualquier interacción entre la fase de crecimiento y la fecha de corte.

1.2 Altura de corte

Decididas las frecuencias de corte, se debe tomar una decisión sobre la altura del mismo, ya que no todas las especies soportan cortes a ras del suelo.

En mezclas de gramíneas y tréboles se ha demostrado un marcado aumento del contenido de leguminosa cuando el corte se realiza más bajo, al disminuir la competencia por parte de las gramíneas. Igualmente, la medida del rendimiento en especies gramíneas puede ser afectada por la altura de corte debido a diferencias en los hábitos de crecimiento (especies erectas vs especies postradas o rastreras) sobre todo cuando se usa una guadaña para el corte.

2. Respuesta a la fertilización

Es importante tener en cuenta: fuentes, dosis, frecuencias y métodos de aplicación, lo mismo que la influencia que puede tener en las características físicas y químicas del suelo especialmente pH, disponibilidad de nutrientes, permeabilidad, etc. Se debe tener en cuenta la compatibilidad de los materiales usados, por ejemplo, urea con fertilizante de reacción básica como las Escorias Thomas, el nitrógeno se pierde en forma de NH_3 ; urea en suelos ácidos, se aumenta la acidez por reacción ácida. También es importante tener en cuenta el retorno de nutrientes por el animal en pastoreo a través de heces y orina.

3. Distancias, densidades y métodos de siembra.

4. Riego

Adición de riego más fertilización nitrogenada.

5. Control de plagas y enfermedades

Influyen directamente en la producción y calidad del forraje producido. Hay que tener en cuenta: principio activo, dosis, método y época de aplicación, etc.

6. Producción de semillas

Es importante conocer: producción de semillas por hectárea, pureza, germinación, vigor, período de reposo, etc.

7. Estudios fisiológicos

Plantas tóxicas, fijación de nitrógeno, índice de área foliar, nutrientes de reserva, etc.

Los diseños experimentales más utilizados para experimentos sobre aspectos agronómicos en pastos son: bloques al azar, parcelas divididas, parcelas subdivididas.

MÉTODOS ZOOTECNICOS

(Evaluación bajo pastoreo)

Aunque se introduce el animal en pastoreo en estos experimentos, los rendimientos de materia seca se determinan cortando y pesando el forraje.

El animal puede influir sobre la producción o rendimiento de forraje a través de:

- El retorno de nutrientes al suelo.
- El pastoreo selectivo.
- El pisoteo y compactación del suelo.

Influencia de las excreciones:

Se ha demostrado un efecto benéfico de las excreciones de los animales sobre la producción de las pasturas, dependiendo su efecto de si es en gramíneas solas o en mezclas.

Pastoreo selectivo:

No se ha podido descubrir una técnica capaz de reproducir o simular la selectividad del animal en pastoreo. El pastoreo selectivo es una función de la especie animal y del número de animales por unidad de área o carga animal.

Efecto del pisoteo:

Cuando la humedad del suelo es alta, el daño causado por las pezuñas puede llegar a destruir completamente la pastura. La compactación del suelo reduce la porosidad, aireación y la infiltración de agua.

A continuación se presenta la descripción hecha por Paladines (14), sobre los métodos más usados para medir la productividad de las praderas con animales.

1. Método de la unidad efectiva de alimento, conocido también como Método de quitar y poner (Put and take).

Ha sido Mott, citado por Paladines (14) quien ha descrito y popularizado este método.

El principio del método implica el ajuste periódico en el número de animales que pastorean la pradera para igualar la disponibilidad de forraje con el número de animales disponibles para consumirlo. El investigador selecciona un grupo de animales uniformes (en peso, edad, sexo y raza) los cuales deberán permanecer en la pastura constantemente por el período total de la prueba; a estos animales se les denomina "animales experimentales".

El número de animales experimentales que se coloca en cada parcela se determina calculando el número que ésta estará en capacidad de mantener permanentemente por la duración de la prueba o la etapa determinada de la prueba. Por ejemplo, seleccionando el número de novillos que la pradera será capaz de mantener hasta cuando éstos alcancen 450 kg de peso, o seleccionando el número de vacas lecheras que podrá la pradera mantener en producción durante la estación de crecimiento del forraje.

La forma más efectiva y segura de determinar el número de animales experimentales es calculando el número de animales que la pradera será capaz de mantener adecuadamente durante la época de menor crecimiento de forraje en el año. La producción de los animales experimentales se acepta como una medida de la calidad del forraje disponible para los animales, ya que se asume que éstos han tenido oportunidad de consumir forraje de la mejor calidad y en cantidad suficiente.

Para consumir el exceso de forraje que se presentará en épocas de mayor crecimiento debido principalmente al clima, será necesario ajustar la carga, aumentando, sobre el número de experimentales, animales lo más parecidos a éstos; a éstos animales se les llama "volantes" y son los que dan el nombre de quitar y poner al método, ya que serán quitados y puestos en la pradera estrictamente de acuerdo con la disponibilidad de forraje.

Mott y Lucas, citados por Paladines (14), discuten los siguientes tres métodos para calcular el rendimiento por hectárea a partir de los resultados obtenidos por el método de "quitar y poner".

- En que las unidades de medida son provistas por todos los animales que se emplearon en el experimento (experimentales y volantes). Con estos datos se calcula el producto de todos los animales por hectárea, el total de animales-días por hectárea y el rendimiento diario por animal.
- Este método se diferencia del anterior en que el rendimiento de la pradera se calcula usando solamente el rendimiento de los animales experimentales y usando los experimentales más volantes para definir el número de animal-días empleados. En este caso se calcula el número de animal-días por hectárea en la misma forma que en el método anterior, y se obtiene el rendimiento por hectárea como:

$$\text{Rendim/ha} = \text{Animal-días por ha} \times \text{Rendim } \bar{X} \text{ animales experimentales.}$$

- En el tercer método, el rendimiento por hectárea se expresa como la cantidad de elementos nutritivos extraídos por los animales en un período determinado de tiempo. Como unidades de medida de los elementos nutritivos se puede usar: energía neta, energía metabolizable, nutrientes digeribles totales, unidades de almidón, unidades forrajeras, etc.

2. Método de la carga fija

Como su nombre lo indica quiere decir que el investigador, al comienzo del experimento escoge una carga para el tratamiento en cuestión y la mantiene permanentemente.

Cuando se usa este método generalmente se usa la carga como una de las variables del experimento, es decir, que cada uno de los tratamientos se prueban con dos o más cargas.

El éxito de este tipo de investigación depende en mucho de que el investigador sea capaz de escoger cargas que describan efectivamente un rango que pase por el grado de mayor productividad. Necesita un buen conocimiento anterior de la capacidad de producción de la pradera antes de decidir cuál será la carga más adecuada. No es posible ofrecer ninguna regla que le ayude a definirla, por lo general, en la zona hay alguna experiencia práctica que puede servir de ayuda.

3. Método de la carga fija estacional

Este método es una modificación del método de la Carga Fija, el cual se usa frecuentemente en experimentos de evaluación de praderas, con el objeto de ajustar la carga al crecimiento del forraje.

Este método se emplea en aquellos casos en que las condiciones del clima, por ejemplo, baja temperatura o poca humedad, en cierta época del año causan una notoria disminución en el crecimiento del forraje, obligando a reducir la carga animal durante ese período para no provocar una destrucción de la pradera. Se trata por lo tanto de escoger una o más cargas fijas para una época del año y escoger otras fijas para el resto del año.

Este método se emplea bien a experimentos aplicados a sistemas semiintensivos de explotación que deben pasar por períodos de sequía más o menos bien definidos y en los cuales se entiende que el productor está en capacidad de retirar los animales de la pradera y colocarlos durante ésta época en otro lugar, o los puede vender. Es muy común que los engordadores de ganado compren animales suficientemente pesados para que completen el peso de sacrificio en el período del año en que hay suficiente forraje, desocupando las praderas de engorde durante la época seca.

Hay una gran cantidad de sistemas de producción los cuales dependen de las condiciones del clima, en los cuales el método de la Carga Fija Estacional es el más indicado.

4. Recopilación de información en las pruebas de pastoreo

La decisión sobre el volumen de observación que se hará en el experimento depende mucho de dos cosas: a) el objetivo del experimento, y b) la capacidad técnica y económica para recoger la información deseada.

Los objetivos del experimento deben determinar las observaciones que se realicen en los experimentos. No hay que olvidar que la información fundamental y básica es la del rendimiento animal por unidad de área, sea éste carne, leche o lana.

4.1 Medidas del forraje en las pruebas de pastoreo.

4.1.1 Estimación del forraje presente o materia seca disponibles para el animal.

Se cubrirá en el tema correspondiente a Técnicas de muestreo en praderas.

4.1.2 Medida del crecimiento del forraje.

Se cubrirá este aspecto en Técnicas de muestreo de praderas.

5. Observaciones con respecto a los animales

5.1 Tipo y número de animales

Los animales a emplearse deberán ser del tipo que ocuparán las praderas en las explotaciones comerciales a las cuales se pretende aplicar los resultados obtenidos. Igualmente, deberán ser del tipo, sexo, edad y estado fisiológico perteneciente al Sistema de Producción al cual se quiere aplicar. Estos animales deben ser estudiados en la o las características que tengan significado para el sistema de Producción al cual se va a aplicar.

Mezclar razas, edades y sexos de animales en un mismo experimento puede resultar en interacciones imposibles de identificar y de cuantificar. Esto es particularmente cierto si se considera que el consumo de forraje por los animales está relacionado con el tipo, nivel de producción y estado fisiológico de los animales.

Desde el punto de vista de interpretación estadística de los resultados, es preferible poner mayor número de repeticiones, con el menor número de animales en cada grupo. Algunos investigadores aseguran que se puede usar un número tan bajo como dos animales por repetición. Sin embargo, considerando la alta variación entre animales, para las características productivas, el número deberá no ser menor de 5-8 animales por repetición.

El número de repeticiones depende en gran parte de la capacidad física y económica de la Institución que realiza la investigación.

Se discute mucho la posibilidad de realizar experimentos de evaluación de forrajes sin repeticiones, prefiriendo aumentar el número de animales en cada tratamiento. Esto es muy criticable estadísticamente. La técnica parece totalmente válida si se conduce la investigación por un número suficiente de años, como para obtener un promedio representativo del clima de la región.

5.2 En la selección de animales para experimentos se deben recordar los siguientes puntos:

5.2.1 Los animales deben ser representativos de la población animal que emplea en las explotaciones a las cuales se les aplicarán los resultados.

5.2.2 El grupo de animales debe ser uniforme:

5.2.2.1 Es ideal someter al grupo total de animales a un período de pastoreo común de unos tres meses en el caso de ganado de carne o a 30 días en ganado lechero, para agruparlos por su capacidad de producción.

5.2.2.2 A las vacas tipo carne se les agrupa de acuerdo con la edad, número de partos, peso del ternero al destete, peso vivo y estado de preñez.

5.2.2.3 Los novillos se agrupan de acuerdo con edad y peso.

5.2.2.4 A las vacas del tipo lechero se agrupan de acuerdo al número de partos, estado de la lactancia presente, edad y peso vivo. Además, si se dispone de registros de producción previa (partos y rendimiento de leche) que den mayor certeza a la formación de grupos uniformes, se puede reducir el número de animales por tratamiento.

5.2.2.5 Si no se consigue un solo grupo uniforme en todas sus características (el caso más frecuente), se debe distribuir a los animales de cada subgrupo entre los tratamientos en números iguales.

6. Observaciones que se realizan en los animales

6.1 Producción de leche

Debe medirse en las vacas todos los días y es común tomar muestras para análisis de grasa, proteína, sólidos totales, etc. una vez por semana. En pastoreo la producción de las vacas varía de acuerdo con el día de pastoreo de la parcela, sobre todo cuando la rotación se hace con cuatro o más días de permanencia.

6.2 Ganancia de peso

La medida del peso de los animales constituye uno de los factores que contribuye en forma más significativa al error experimental en pruebas de pastoreo. Se sabe que bajo determinadas condiciones un novillo puede variar en el contenido del sistema digestivo, de un día a otro, hasta 20 o 25 kg. En muchos casos en que la ganancia de peso es baja, esta cifra representa fácilmente la ganancia verdadera de dos o más meses,

Esta es, entre muchas otras, una de las razones por las cuales los experimentos de pastoreo no deben ser de corta duración. Se han sugerido tres métodos para reducir el error de pesada: a) tomar el peso durante tres días consecutivos y usar el peso promedio. Este método aumenta mucho el costo y el mal trato de los animales. Al comparar una y tres pesadas se encontró que la reducción del error con tres pesadas es tan pequeña que no vale la pena el trabajo adicional. b) ayunar los animales por 16 a 24 horas antes de tomar el peso. Esta técnica efectivamente reduce las variaciones debido al peso del contenido en el sistema digestivo, pero tiene como desventaja que los animales deben ser ayunados periódicamente y esto puede ser desventajoso para su rendimiento. c) un tercer método es combinar el ayuno con el peso a una hora determinada del día. En este método, al comenzar el experimento o cuando se va a colocar un animal por primera vez en la pradera, se hacen dos pesadas, la primera sin ayuno en una hora determinada de la mañana, lo más temprano posible, luego los animales permanecen en los corrales por 24 horas sin comida ni agua y son pesados nuevamente; en el futuro, cada 28 días se pesan los animales sin ayuno cuidando que la pesada se realice a la misma hora. Para el peso final, cuando los animales dejan el experimento, se pesan nuevamente dos veces, en forma similar al comienzo. En esta forma se dispone del peso inicial y final con ayuno de 24 horas para los cálculos finales del experimento y se dis-

pone de los pesos iniciales, final e intermedios sin ayuno para seguir la progresión del peso de los animales. Si el investigador cree necesario puede tomar pesos intermedios con ayuno.

6.3 Crecimiento de lana

En ovinos, el crecimiento de la lana se mide esquilando el animal completamente al entrar al experimento y otra vez al salir del experimento. Si se quiere determinar rendimientos periódicos, se puede marcar con tinta de tatuar, cuadrados de 10 x 10 cms en los lados del animal y hacer cortes periódicos de estos cuadrados y calcular de allí el rendimiento total. Si se necesita determinar el largo de la mecha que crece en un período determinado, se usa una tinta especial que marca el bellón en el sitio en que la lana entra en contacto con la piel, la operación se repite al finalizar el período, con una parte del bellón adyacente al interior y se mide entre las dos marcas.

6.4 Cuidados sanitarios

La mejor regla es la de sujetarse a las normas de profilaxis establecidas para cada región.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE MUESTREO EN PASTURAS

1. INTRODUCCION

Uno de los objetivos del muestreo es seleccionar una fracción de la población, de tal manera que la muestra represente a la población en la o las características que se van a estudiar.

En la práctica, el ganadero generalmente confía en la experiencia y en su apreciación visual para estimar el estado y productividad de sus pastos. En un trabajo de investigación se debe ser más preciso al intentar cuantificar su estado y productividad.

Para ayudar a la realización y a la interpretación de ensayos con animales, y para medir los efectos de los animales sobre la pastura, es preciso utilizar técnicas de muestreo. Estas técnicas difieren si se pretende estimar la cantidad total de materia seca presente, la cantidad y/o calidad de la materia seca que es realmente disponible para el animal o si se quiere registrar el cambio en la composición botánica de la pastura.

Si se pretende estimar la cantidad de materia seca que es realmente disponible para el animal, es necesario determinar la arquitectura de las pasturas mediante un estudio de la estructura de la cubierta vegetal en diferentes estratos desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la cubierta.

Con el fin de estimar la proporción de hojas verdes y tallos tiernos, ta -

llos viejos y material muerto dentro de la unidad de muestreo. Con la correcta escogencia de un método o métodos de muestreo es posible hacer una estimación cuantitativa más precisa del estado y la productividad de una pastura.

2. METODOS DE MUESTREO

2.1 Muestreo simple al azar

Constituye la forma más simple de muestreo y es a su vez la base de otros métodos de muestreo. En la práctica, una muestra al azar es sacada unidad por unidad; las unidades en la población se enumeran de 1 a N. Todas las unidades de muestreo tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. No hay sesgo y si se toma un número adecuado de muestras se disminuye el error.

2.2 MUESTREO SISTEMATICO

Solo para elegir el primer miembro de la muestra se usa el criterio del azar, ya que los demás individuos se toman sistemáticamente a partir del primer elemento. No necesita la enumeración completa de los individuos.

El muestreo es bastante sencillo, económico y preciso en algunos casos. Tiene los inconvenientes de que puede ocasionar estimaciones viciadas o sesgadas en el caso de que hubiera variaciones periódicas que coincidan con las muestras y por otro lado no hay confianza para estimar el promedio ($\bar{X}$), así mismo el número posible de muestras es menor que en el muestreo simple al azar.

2.3 MUESTREO ESTRATIFICADO

En éste la población se divide en subpoblaciones o estratos que garanticen que el material experimental dentro de cada estrato sea bastante homogéneo. Cada uno de estos estratos se muestrean independientemente.

La estratificación es un medio de mejorar la representatividad de la muestra, requiriéndose una información previa y, si esta estratificación es hecha inteligentemente permite una estimación de la media de la población con un error de muestreo más pequeño que con el muestreo simple al azar a igualdad de tamaño de muestra.

La población puede estratificarse de acuerdo a más de un criterio de clasificación, debiéndose conocer antes de muestrear el número de estratos y tamaño de las muestras. Es conveniente un muestreo preliminar.

Será más exitosa la estratificación si se logra gran uniformidad dentro de los estratos y gran variabilidad entre estratos, ya que esta última no influye en el error del muestreo.

3. TECNICAS PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD O CANTIDAD DE FORRAJE PRESENTE

La medición de la cantidad de pasto presente en un momento dado se utiliza para determinar la disponibilidad de forraje en relación con la población animal, o para estimar los efectos del manejo sobre el crecimiento y la utilización del forraje.

3.1 TECNICAS DE CAPACER OBJETIVO O DESTRUCTIVO

Se requiere el corte y pesada de la muestra seleccionada. Este muestreo siempre se hace cortando la muestra a ras del suelo. En efecto, se ha observado que la disponibilidad total es la que lleva la mejor relación con la producción animal, aunque se sabe que el animal no puede consumir todo el forraje disponible. Igualmente con el corte a ras del suelo se obtiene mayor uniformidad al tomar las muestras y una mayor precisión en el muestreo. La fracción utilizada depende del pasto, la especie animal y la carga por unidad de área principalmente.

Una consecuencia del muestreo a ras del suelo es que afecta el rebrote y puede afectar la cantidad de pasto disponible y perjudicar los resultados cuando se miden efectos del pastoreo. Por lo tanto, se debe: a) evitar muestrear dos veces el mismo lugar y b) buscar que el área total de las muestras sea una pequeña proporción del área de la parcela, para no interferir con el efecto de los tratamientos.

El muestreo destructivo significa un mayor gasto de tiempo, esfuerzo y recursos. Aunque la muestra sea medida con gran precisión, solo representa una muestra de una población altamente variable en el caso de pastizales. Los mejores resultados se obtienen en pastos de corte y cuando se muestrea con máquinas en áreas de pastoreo.

En experimentos de corte de parcelas pequeñas y homogéneas el método tiene buenas posibilidades de aplicación, pues la variabilidad no es muy grande. Se puede cortar toda la parcela o parte de ella.

La unidad de muestreo es un "cuadrado" (quadrat), lo que no implica que su forma sea siempre cuadrada, o una "franja" (strip) cortada a máquina. Se utilizan marcos generalmente de una área entre $1/20$ hasta 1 m^2 . En la práctica, se ha observado que un cuadrado de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$) representa el mejor compromiso entre la precisión y el costo de trabajo.

Cuando el pastizal es muy variable hay que aumentar el número de muestras para lograr alta precisión. Así se podrá afectar la cantidad de forraje disponible y causar un efecto sobre el rebrote y sobre la pradera en general diferente a los factores de manejo en estudio, lo que puede estar también afectando los resultados. Si es necesario cortar el 2% del área por muestreo, en 10 muestreos por año se estará cortando el 20% del área sin repetir sitio que es lo recomendable; en varios años ya el efecto es considerable.

En experimentos de pastoreo donde la variabilidad es muy grande dentro de las muestras tomadas, se han señalado errores de estimación de alrededor de 25% o más. Puede resultar superior el cálculo de materia seca disponible al salir los animales que al entrar. Esto solo es aceptable cuando se usan cargas muy bajas y en períodos en que el pasto crece rápidamente.

Si se desea conocer el crecimiento del pasto durante un período determinado o por día (tasa de crecimiento), entonces se realizará el corte inicial y el final y se obtiene el crecimiento para ese período por diferencia. Si se divide el rendimiento por el número de días transcurridos se obtiene la tasa de crecimiento del pasto que se expresa en kilogramos de materia verde (o seca) por hectárea y por día.

A diferencia de los pastos de corte, en pastoreo hay que tener en cuenta el crecimiento del pasto durante el tiempo de ocupación si éste es mayor a tres días. Esto obliga a tomar muestras paralelas en áreas protegidas por jaulas al inicio y al final del pastoreo y la diferencia será el crecimiento del pasto en este período, el cual se debe tener en cuenta para calcular consumo.

Las jaulas son cercamientos en malla metálica que incluyen un área (generalmente 1 m²) de la pradera. El objetivo es evitar que los animales consuman el forraje interior, causando al mismo tiempo la menor perturbación a las condiciones normales de la pradera. Es inevitable crear cambios en el microclima de la pradera encerrada. La malla metálica disminuye el viento y causa sombra a ciertas horas del día. Los dos métodos más empleados son de una y dos jaulas.

En el método de una jaula, el investigador localiza la jaula en la pradera al momento de comenzar el pastoreo, tomando fuera de la jaula muestras de una área similar, para definir el rendimiento en el momento inicial. La jaula se retira al finalizar el período deseado y se corta el forraje interior. La diferencia entre el rendimiento al finalizar el período y al momento inicial constituye el crecimiento del pasto en ese período. Para que este sistema funcione las áreas que se cortan (fuera y dentro de la jaula) deben ser iguales. Este método asume implícitamente que la velocidad con que crece el forraje en la pradera es igual al crecimiento imperturbado del pasto sobre su altura en el momento inicial, lo cual ciertamente no es verdad porque como los animales están consumiendo las partes terminales de las plantas principalmente al mismo tiempo que las plantas (enteras o aquellas que han sido ya mordidas) siguen creciendo, el crecimiento total durante el período de pastoreo corresponde a una combinación infinita de tamaño de plantas entre totalmente cortadas y plantas que no han sido tocadas por el animal. La estimación hecha en esta forma puede ser superior o inferior al crecimiento real. Este método puede emplearse igualmente para pastoreo rotativo y continuo.

En el sistema de dos jaulas, la jaula A se coloca en un lugar que ya ha sido cortado, cuyo rendimiento no ha sido determinado. Al mismo tiempo se coloca una segunda jaula B, en otro sitio sin hacer el corte previo. Después del pastoreo, el forraje de la jaula A es cortado y pesado y se cambia

a un nuevo sitio de la pastura. Al mismo tiempo se corta y se saca el forraje de la jaula B. Después del siguiente pastoreo, el forraje de la jaula B es cortado y pesado y se cambia a otro sitio, mientras que el de la jaula A es cortado y sacado. Este sistema continua mientras se pastorea el campo. Puede verse que son necesarias dos jaula para proveer una estimación de rendimiento. La técnica es aplicable para ambos pastoreos, rotativo y continuo.

3.2 TECNICAS DE CARACTER SUBJETIVO O NO DESTRUCTIVAS

El muestreo, no destructivo como su nombre lo indica, no produce daños físicos al pastizal y por ser rápidas las lecturas, se ahorra esfuerzo, permitiendo muestrear grandes áreas.

Pueden ser: a) Visual, cuando se hace en base a observaciones visuales (siempre tomando como base un marco ubicado al azar dentro de la parcela) sobre la cantidad de pasto presente; b) No visuales, aquellos que se basan en la estimación indirecta del rendimiento de forraje sobre la base de una variable medible, como lo es la altura de la pradera, o de su densidad (por medio de discos de peso y superficie variable de acuerdo a la pastura). Este método es menos subjetivo, pero de poca aplicabilidad en las pasturas tropicales, por su heterogeneidad y las formas de crecimiento de sus especies; c) Otros métodos se basan en el uso de instrumentos sencillos y electrónicos (capacitancia). Estos últimos solo se mencionan porque su uso en los trópicos posiblemente quedará limitado por mucho tiempo, además de que su calibración complica bastante su uso práctico.

Estos métodos consideran la variabilidad de la población del pastizal. Por lo tanto, consideran que es preferible obtener un gran número de muestras con una menor precisión.

3.3 DOBLE MUESTREO O AL AZAR POR REGRESION

Existe un tercer método que combina las ventajas del muestreo destructivo (precisión, objetividad) con las del muestreo no destructivo (rapidez, alto número de muestras), así llamado doble muestreo.

Este método se basa en la obtención de una ecuación de regresión lineal que relaciona la estimación visual de la disponibilidad real con la de un pequeño número de muestras de referencia cortadas y pesadas.

El estimado por regresión está diseñado para incrementar la precisión por el uso de una variable auxiliar X_i la cual está realcionada con otra variable Y_i . En el área de forrajes es bien reconocida la habilidad de especialistas para hacer estimados visuales de densidad de forrajes, de composición de especies, pesos, etc, que bien pueden aprovecharse para bajar los costos del muestreo para estimar por ejemplo los rendimientos de una pastura.

METODOLOGIA

El primer paso consiste en situar en el área cinco marcos de referencia. Se ubican dos marcos inicialmente en el sitio de menor y de mayor disponibilidad, que corresponden al uno y cinco respectivamente. Luego se ubica el marco tres en el sitio de disponibilidad media entre los marcos uno y cinco. El dos será ubicado entre la disponibilidad media entre el uno y el tres y el cuatro se ubica entre el tres y el cinco. En el segundo paso el muestreador debe tratar de retener en su mente cada uno de los cinco puntos que ha localizado en la pradera, hasta estar en capacidad de calificar con aceptable precisión puntos que se puedan obtener al lanzar un marco de unidad de muestreo al azar en la parcela.

En el tercer paso el muestreador procede a obtener las estimaciones visuales de la parcela (X_e), para lo cual no hay necesidad de cortar y pesar las muestras. Para esto, debe lanzar al azar cierto número de veces (25-60 según la uniformidad de la parcela) el marco tratando de cubrir toda el área que se muestra. En cada muestra visual se puede registrar el estimado del peso verde o peso seco presente dentro de la unidad de muestreo; También se puede registrar el valor correspondiente a una calificación de 1 a 5 de acuerdo con los marcos de referencia. Si se toman datos en base a peso, el promedio aritmético de todas las observaciones se puede usar para efectos de cálculos al ajustar los datos por regresión. Si se toman los valores de los marcos de referencia, se debe usar el promedio ponderado calculado en base al número de veces que se registró un marco de referencia multiplicado por el peso verde o seco obtenido al cortar y pesar el respectivo marco de referencia.

En el cuarto paso, se procede a hacer las estimaciones visuales del peso verde o seco de cada uno de los marcos de referencia, para obtener las estimaciones visuales de cada muestra real o cortada (X_{er}).

Luego se corta cada una de las muestras en los marcos de referencia y se obtiene el peso verde real de cada muestra, así se obtienen los valores de las muestras reales o cortadas (Y_r). Paralelamente se saca una submuestra (300-500 g) de cada muestra de referencia cortada para la determinación del porcentaje de materia seca que sirve para obtener el peso seco de cada una de las muestras (Peso seco de la muestra real, PS Y_r ; Peso seco de la estimación visual de la muestra real, PS X_{er} ; Peso seco de la estimación visual de la parcela PS X_e) expresión en g de M.S./muestra.

Obtenidos los valores promedios de los pesos de forraje verde o de materia seca de las muestras reales o cortadas para Y_r ; de las estimaciones visuales de las muestras reales X_{er} y de las estimaciones visuales de la parcela X_e , se llevan estos valores a metro cuadrado y luego se procede a ajustar los datos por parcela mediante la ecuación de regresión simple:

$$\hat{Y} = Y_r + b (X_e - X_{er})$$

donde:

- $\hat{Y}$ = Estimado por regresión del peso de forraje (verde o seco) cortado por metro cuadrado.
- $\bar{Y}_r$ = Peso promedio del forraje (verde o seco) cortado por metro cuadrado.
- b = Coeficiente de regresión de Y sobre X .
- $\bar{X}_r$ = Promedio de las estimaciones visuales del peso del forraje (verde o seco) de las muestras reales o cortadas.
- $\bar{X}_e$ = Promedio de n estimaciones visuales del peso de forraje en la parcela por metro cuadrado.
- Y = Está en kg de forraje verde o materia seca por metro cuadrado.
- X = Está expresado en cualquier unidad que convenga al muestreador como g de MS/m², g de MV/m² o una calificación de 1 a 5, 1 a 10, etc.

3.4 ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA PASTURA

Para tener una mejor idea de que proporción del material que está siendo estimado en el muestreo es realmente disponible para el animal, es necesario hacer paralelamente un estudio de estructura de la cubierta vegetal cortando cada una de las muestras reales por estratos desde la parte superior de la cubierta hasta la superficie del suelo. Para esto se establecen niveles de estratos desde el nivel del suelo hacia arriba que pueden ser: estrato uno (0 - 10 cm), estrato dos (10 - 20 cm) estrato tres (20 - 40 cm), estrato cuatro (40 - 80 cm) y estrato cinco (80 - 160 cm) en el caso de pasturas de gran altura. Esto se hace con la ayuda de un marco metálico con cuatro pequeños niples en los vértices por los cuales se pasan las cuatro varillas de manera que el marco pueda ser desplazado de arriba hacia abajo a medida que se va cortando cada estrato.

Cada estrato se obtiene por separado y se deposita en su respectiva bolsa indicando a su vez la muestra a que pertenece. Posteriormente el material cosechado en cada estrato se separa en: hojas verdes y tallos tiernos o verdes (material teóricamente disponible al animal), tallos viejos y material muerto (material no consumible por el animal bajo condiciones de adecuada disponibilidad). Así se calcula qué proporción de esa materia seca estimada es realmente disponible para el animal.

4. TECNICAS PARA DETERMINAR LA COMPOSICION BOTANICA

La determinación de la composición botánica de un pastizal en diferentes fases de un experimento, permite conocer más en detalle la respuesta de cada una de las especies del pastizal frente a cada factor de manejo. Igualmente estos registros permiten explicar en un momento dado algunos resultados obtenidos y apoyar las conclusiones que se puedan sacar de un

trabajo específico.

Los pastizales constituyen un complejo ecosistema que no es estable, es dinámico y por lo tanto cambia constantemente. La tasa de cambio es incrementada por el pastoreo de los animales, la remoción de los árboles y arbustos y la quema de la vegetación.

El principal objetivo de la investigación en praderas es encontrar métodos de manejo que contribuyan a la óptima utilización de la pastura y al mantenimiento de la composición botánica y de la productividad dentro de ciertos límites. De ahí la importancia de estudiar los cambios que puedan presentarse en las especies que componen un pastizal, mediante el registro periódico de algunas observaciones que pueden expresar estos cambios.

Los principales registros que expresan la composición botánica de una pradera son:

4.1 FRECUENCIA DE OCURRENCIA

Es tal vez el registro más simple, puesto que solo requiere registrar la ocurrencia de una especie en cada unidad de muestreo. Se obtiene registrando la presencia (1) o la ausencia (0) de las especies en el marco de muestreo sin importar su número. Este dato se utiliza para registrar tendencias de las pasturas a largo plazo. Esta técnica es objetiva porque no hay apreciación por parte del muestreador y porque el sistema de datos (1 y 0) se presta para análisis en computadoras. La frecuencia es un dato relativo ya que puede cambiar de acuerdo al tamaño del marco utilizado. La frecuencia se calcula

$$F = \frac{\text{N}^\circ \text{ de muestras con la especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de muestras}} \times 100, \text{ en } \%$$

Los componentes de la composición botánica pueden ser especies estrictamente hablando, o agrupaciones de especies que podrían ser gramíneas, leguminosas y malezas.

4.2 NUMERO DE INDIVIDUOS

Esta medición se utiliza principalmente para medir el establecimiento de una pradera, cuando los individuos se dejan reconocer fácilmente. En una pradera ya establecida, y más aún cuando se trata de especies estoloníferas, puede ser muy difícil reconocer individuos dentro del marco de observación.

El número expresa la composición botánica como: grados o escalas de abundancia de cada especie; el número de individuos de una especie en la unidad de muestreo expresado como porcentaje del total de todas las especies presentes, y como densidad de población o plantas por metro cuadrado. Su uso es muy generalizado.

$N^{\circ} = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos de una especie particular}}{\text{Unidad de área (m}^2\text{)}}$

$N^{\circ} = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos de una especie}}{N^{\circ} \text{ total de individuos de todas las especies}} \times 100, \text{ en } \%$

4.3 COBERTURA

Esta medición se hace por medio del "point quadrat" o "punto cuadrado" o sea una aguja finísima que se va bajando sobre la pastura, registrando el primer "toque", o los toques subsiguientes hasta el suelo. El número total de toques para una especie lleva relación con su cobertura. También se puede registrar la cobertura vegetal expresada como la proporción del suelo que está cubierto por toda la vegetación o por cada especie individualmente, al ser medida por la proyección perpendicular de sus partes aéreas sobre el suelo, generalmente se expresa en porcentaje.

4.4 PESO

La determinación de la composición botánica por peso se hace cortando y separando los componentes de varias muestras. La técnica de doble muestreo también se aplica a esta medición aunque con un menor éxito que para la determinación de la cantidad de forraje. Últimamente se está utilizando mucho la técnica de la "gradación por peso seco" (Dry Weight Rank Method) de t'Mannetje y Haydock.

Metodología

Después de seleccionado un diseño adecuado de muestreo, se ubica un marco en el área y los muestreadores observan todas las especies presentes y estiman cuál de ellas ocupa el primer, segundo y tercer lugares en términos de peso de la materia seca.

Los datos por especie serán tabulados para calcular el número de marcos en los cuales cada especie ocupa el primer, segundo y tercer lugares.

El tamaño del marco debe elegirse para que no más de un componente aparezca en todas las observaciones.

Después de obtener la cantidad de primeros, segundos y terceros lugares para cada especie, se multiplica cada uno de estos por los respectivos factores: 8,04; 2,41 y 1,00.

Este método puede ser aplicado al mismo tiempo que el método visual para la estimación de disponibilidad, con lo que se produce un ahorro de tiempo considerable.

Para la aplicación del método, es imprescindible la presencia de por lo menos tres especies en la pastura, lo que es común en trabajos que requieren análisis de composición botánica.

5. CONDICION DE LA PASTURA

La condición indica la forma en que se está utilizando la pastura. Puede indicar:

5.1 SIN USO

Indica que no hay evidencia de presencia de animales.

5.2 USO LIGERO

Indica que solo se están consumiendo las partes más tiernas de las especies deseables. En esta forma se le permite al animal hacer la máxima selectividad en el consumo del forraje, lo que permite obtener los máximos aumentos diarios de peso por animal o la máxima producción diaria de leche por vaca, pero un relativo bajo rendimiento o productividad por unidad de área. Se da este caso en situaciones donde la capacidad de carga por unidad de área es muy baja.

5.3 USO ADECUADO

Las especies deseables son consumidas uniformemente sin ser sobrepastoreadas y también algunas de las menos deseables son consumidas. El suelo presenta una protección máxima contra la erosión y las plantas deseables conservan su vigor para defenderse de la invasión de las especies indeseables. La capacidad de carga por hectárea es mayor, lo cual limita la selectividad del animal obligándolo a consumir la pastura más uniformemente, lográndose una mayor eficiencia en la utilización de la biomasa producida. Se puede obtener la máxima producción por hectárea, aunque la producción por animal será menor.

5.4 USO SEVERO

Las especies deseables prácticamente son consumidas en exceso a causa de una gran capacidad de carga y van perdiendo su vigor. Las especies menos deseables e indeseables empiezan a ser utilizadas por el ganado a causa de la alta presión de pastoreo. Aparece suelo descubierto y expuesto a la erosión. Empiezan a aparecer especies anuales. La producción animal por unidad de área se reduce a causa de la baja disponibilidad de forraje.

5.5 USO DESTRUCTIVO

Las especies deseables están prácticamente agotadas y muriéndose a causa del excesivo y continuo consumo ocasionado por el sobrepastoreo. De esta manera, los animales son forzados a depender de las especies menos deseables e indeseables que generalmente son de baja calidad nutritiva. Hay

ya evidencia del consumo de pastos a través del cerco. Las especies menos deseables e indeseables y las malezas empiezan a invadir el área. Ya se observan procesos de erosión en las áreas descubiertas. La producción animal se reduce considerablemente incluso se pueden presentar pérdidas de peso y problemas reproductivos.

LITERATURA CONSULTADA

1. ALPIZAR, J. Muestreo de Pastizales. Curso Intensivo de Manejo y Utilización de Pastos Tropicales para la Producción Animal. Turrialba, Costa Rica, 1978. Documento Mimeografiado de la Conferencia. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 1978. 15p.
2. AMPUERO, E.P. Ecological Aspects of Agroforestry in Mountain Zones: The Andean Region. En: Chandler, T. y Spurgeon, D. eds. Conference on International Cooperation in Agroforestry. Nairobi, Kenya. German Foundation for International Development-ICRAF. 1979, pp 77-94.
3. ARROYO, J.R. Técnicas de Muestreo. En: Reunión de Especialistas de Investigadores Forrajeros del Perú. La Molina, Perú. 1970. Informe. La Molina, Perú, Universidad Nacional Agraria, 1976. V 2, pp 66-95.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO. Una década de aprendizaje: Los primeros diez años de la División de Ciencias Agrícolas, Alimentos y Nutrición. Ottawa, Canadá. International. Development Research Centre. 1982. 192p.
5. FIERROS, G.A. Plantaciones Forestales en Combinación con Pastoreo. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Mimeografiado. 29p.
6. FISHER, M.J. La competencia entre plantas. En: Australian Institute of Agricultural Science. Management of improved tropical pastures. Refresher Course - St. Lucia, Australia. University of Queensland. 1975. 175p.
7. FUNES, F. Effect of fire and grazing in the maintenance of tropical grasslands. Cuban Journal of Agricultural Science. 9(3):379-395. 1975.

8. GARDNER, A.L. Estudio sobre los Métodos Agronómicos para la Evaluación de las Pasturas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Montevideo, 1967. 79p.
9. HUMPHREYS, L.R. Potential of humid and subhumid rangelands. En: Potential of the world's forages for ruminant animal production. Morrilton, Arkansas-Winrock International Livestock Research and training Center, 1977. pp 28-48.
10. IYAMABO, D.E. Ecological Aspects of Agroforestry in Lowland Humid Tropics: West Africa, en: Chandler, T y Spurgeon, D. eds Conference on International Cooperation in Agroforestry. Nairobi, Kenya German Foundation for International Development-ICRAF. 1979 pp 117-129.
11. L'T MANNETJE. Measurement of grassland vegetation and Animal Production. Hurley, Berkshire, England. Commonwealth Agricultural Bureaux. 1978. 260p.
12. NAIR, P.K.R. Agroforestry Research: A retrospective and Prospective Appraisal. En: Chandler, T y Spurgeon, D. eds. Conference on International Cooperation in Agroforestry. Nairobi, Kenya. German Foundation for International Development-ICRAF. 1979. pp 275-296.
13. OCHOA M, A.J., TORO O, N.M. y SIERRA P.O. La importancia de los árboles en los sistemas de pastoreo. Seminario Universidad Nacional de Colombia, Seccional de Medellín. Facultad de Agronomía. 1982. 77p.
14. PALADINES, O. Métodos para los Estudios sobre Utilización de las Praderas. En: Seminario de Utilización de Animales en la Evaluación de la Pradera. Medellín, Colombia, 1972. Informe. Medellín, Colombia. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (Zona Andina) 1972. pp 36-104.
15. PRESTON, T.R. Posibilidades y características de la suplementación no mineral en pastoreo y de la ceba intensiva para la ganadería de carne e zonas tropicales. En: Curso Panamericano sobre Producción de ganado de Carne, Medellín. 1981. (En Impresión).
16. SIERRA, P., O. Efecto de tres factores de manejo sobre la productividad y evolución de un pastizal natural en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1979. 128p.
17. SIERRA, P., O. Métodos para la Investigación en Pastos y Forrajes. Universidad Nacional de Colombia Seccional de Medellín. Centro de Publicaciones. 1982. 9p.

18. SIERRA P., O. Métodos y Técnicas de Muestreo en Praderas. Universidad Nacional de Colombia Seccional de Medellín. Centro de Publicaciones. 1982. 13p.
19. SNAYDON, R.W. The Ecology of grazed Pastures. En: Morley F.H.W. ed. grazing Animals. New York. Elsevier Scientific Publishing Company. 1981. pp 13-29.
20. TORRES, F. Research Objectives in Agroforestry: A Conceptual approach. En: Chandler, T. y Spurgeon, D. eds. Conference International Cooperation in Agroforestry. Nairobi, Kenya. German Foundation for International Development-ICRAF. 1979. pp 257-274.