

ESTADO Y OPCIONES DE ESTADOS PRATENSES DE UN SITIO DEL DISTRITO  
PLANO DE LA PROVINCIA SECO ESTIVAL PROLONGADA O MAPOCHO.  
ESTUDIO DE CASO Y METODO DE CONDICION

RODRIGO INFANTE VARAS  
JUAN GASTO CODERCH  
SERGIO GALLARDO PEREZ

SISTEMAS EN AGRICULTURA

IISA - 89 02

SANTIAGO DE CHILE

1989

## RECONOCIMIENTO

El presente estudio fue realizado por investigadores del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el apoyo económico del proyecto CONICYT-FONDECYT N° 1409-86 y 0289/88, institución a la que se le agradece su colaboración.

Se agradece además a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, en cuya Estación Experimental La Rinconada se tomó una parte de las muestras.

ESTADO Y OPCIONES DE ESTADOS PRATENSES DE UN SITIO DEL DISTRITO  
PLANO DE LA PROVINCIA SECO ESTIVAL PROLONGADA O MAPOCHO.  
ESTUDIO DE CASO Y METODO DE CONDICION

RODRIGO INFANTE, ING. AGRONOMO

Estudios y Trabajos Agrícolas (ETA) Ltda.

JUAN GASTO, ING. AGRONOMO, Ph.D.

Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía  
Pontificia Universidad Católica de Chile

SERGIO GALLARDO, LIC. EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía  
Pontificia Universidad Católica de Chile

Juan Gastó Coderch  
Ingeniero Agrónomo Ph.D  
Director Departamento de Zootecnia  
Facultad de Agronomía  
Pontificia Universidad Católica de Chile

---

DIRECCION

Vicuña Mackenna 4860  
Casilla 6177 Santiago  
Fono : 5522375  
Telex: 240395 PUCVA-CL  
Fax : 5526605

---

IMPRESION

GRAFICOS " EL RACO "

Tocornal Grez 0742  
Puente Alto

---

Han formado el comité editor las siguientes personas

Rolando Demanet  
Ingeniero Agrónomo  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Estación Experimental de Carillanca  
Temuco

David Contreras  
Ingeniero Agrónomo, M.S  
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
Universidad de Chile  
Santiago

Fernando Cosío  
Ingeniero Agrónomo, M.S  
Facultad de Agronomía  
Universidad Católica de Valparaíso  
Quillota

## INDICE

	Pág.
INTRODUCCION .....	52
ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS .....	53
CLASIFICACION DE LA CONDICION .....	65
DETERMINACION DE LA CONDICION DE LA PRADERA .....	68
RELACIONES ENTRE PRODUCTIVIDAD, PRODUCCION Y UTILIZACION .....	71
EL SITIO .....	77
CLASIFICACION Y ANTECEDENTES GENERALES .....	77
DESCRIPCION Y DETERMINACION ESPECIFICAS .....	78
CLASE DE PASTIZAL .....	79
ESTADO .....	80
ANTECEDENTES DE UTILIZACION DEL SITIO .....	80
Origen .....	80
Dinámica de la pradera .....	81
Modificaciones en la pradera por el animal .....	84
MEDICION DE LA CONDICION .....	86
OPCIONES DE ESTADO .....	91
PLANTEAMIENTO SISTEMOGENICO .....	91
AGRUPACION DE ESPECIES EN LA CONDICION .....	96
CONDICION Y CAPACIDAD SUSTENTADORA .....	98
RESTRICCIONES .....	101
BIBLIOGRAFIA .....	103

## INTRODUCCION

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en el proyecto CONICYT-FONDECYT 1409-86, consistente en el estudio de un Sitio de pastizal de uso prioritario pratense y se discute y plantea su estado actual y opción de estado. El objetivo específico fué determinar el uso, estilo y condición actual y potencial de un sitio de ecosistema de pradera considerado como un estudio de caso del estado del pastizal.

El estudio de las praderas naturales en el país ha tomado diversas modalidades que inicialmente han sido de carácter descriptivo y analítico. Se requiere además, de estudios que interpreten la ocurrencia de fenómenos en base a la formulación de hipótesis, las cuales entreguen y relacionen los factores que intervienen en el comportamiento de la pradera. Al respecto, diversos autores han postulado la estrecha relación existente entre la composición botánica de la pradera y los factores de utilización y manejo que inciden sobre su calidad y productividad. La composición florística es un indicador de los factores que actúan sobre la pradera y de su magnitud, por lo cual debe ser considerada al tomar decisiones de manejo de la pradera (Infante, 1986). En el presente estudio se determinan y caracterizan los estados del sitio de pastizal, utilizando los indicadores vegetacionales y edáficos y estableciendo las relaciones generales entre éstos y la condición de la pradera.

El manejo de los pastizales en forma eficiente, conservando el recurso y obteniendo un provecho de su uso, es un requisito básico para el desarrollo de la ganadería del país. En este sentido el principal desafío es el que tiende a la comprensión del efecto de las múltiples variables que inciden sobre el estado o condición de una pradera (Infante, 1986). El entendimiento de las relaciones existentes permite tomar decisiones de manejo con las cuales se puede afectar la respuesta del ecosistema. Esto es posible sólo si se conoce, al menos en forma general, como se comporta el ecosistema ante un determinado estímulo. El presente estudio plantea algunas hipótesis que se postulan en un intento de comprender un caso particular de sitio de pradera.

## ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

La clasificación de ecosistemas de pradera se planteó formalmente en un sistema de clasificación de pastizales en etapas anteriores y complementarias al presente estudio. Las categorías del sistema de clasificación son nueve y se representan en el Cuadro 1.

En aproximaciones sucesivas y trabajos específicos se han tratado en detalle las diferentes categorías del sistema y los diversos temas que implican tanto el desarrollo de un sistema de clasificación como su posterior aplicación al país y a ecosistemas locales. El sistema de clasificación de pastizales (Gallardo y Gastó, 1985, 1987 a y b) y las categorías de Reino, Dominio y Provincia, fueron descritas y representadas cartográficamente a escala 1:1.500.000 del país por Gastó, Gallardo y Contreras (1985 a y b, 1987).

La categoría de Distrito de pastizal fue tratada con mayor sistematización por Panario, Gallardo y Gastó (1987) y se define como un ecosistema de pastizal caracterizado por geofomas determinadas. Se consideran cinco tipos de formas, delimitadas por la pendiente, de acuerdo a la escala de resolución. Las escalas cartográficas regionales de representación de Distritos son usualmente de 1:250.000. Las clases de Distritos son las siguientes :

Clase	Pendiente
1. Depresional	< 0,0%
2. Plano	0,0 ≤ 10,5%
3. Ondulado	10,5 ≤ 34,5%
4. Cerrano	34,5 ≤ 66,5%
5. Montano	> 66,5%

El Distrito también se puede determinar a otras escalas y los distritos del país están representados en la carta de pastizales de Chile, Reinos, Dominios, Provincias y Distritos a escala 1:1.500.000 (Gallardo y Gastó, 1987). Los Distritos de la Provincia secoestival prolongada o Mapocho fueron representados cartográficamente por Gallardo y Gastó (1987) y descritos por Panario, Gallardo y Gastó (1987).

La categoría de Sitio de pastizal ha sido tratada con mayor profundidad en el trabajo de Panario et al. (1987). En una situación ideal la catego-

CUADRO 1. Características fundamentales del sistema de clasificación de pastizales (Gallardo y Gastó, 1985, 1987), incluyéndose además el concepto de Tendencia.

Jerarquía de permanencia	Categoría	Variables determinantes	Clasificación	Nivel de Resolución	Escala cartográfica aproximada
Alta	Reino	Climática	Zonas Fundamentales de Köppen (1923).	Mundial	1:50.000.000
	Dominio	Climática	Tipos Fundamentales de Köppen (1923).	Continental	1:10.000.000
	Provincia	Climática	Variedades Específicas, Variedades Generales y Alternativas Generales de Köppen (1923).	Nacional	1:2.000.000
	Distrito	Geomorfológica	Regiones Topográficas de Murphy (1967, 1968).	Regional	1:250.000
	Sitio	Edáfica y Vegetacional	Pendiente, textura, exposición, vegetación natural, drenaje, etc. (Dyksterhuis, 1949).	Local o predial	1:10.000
	Uso	Producto principal de canalización antrópica	Usos de la tierra (Forest Service, 1965; Mc Ardle, 1960)	Cercado	≥ 1:10.000
	Estilo	Tipo y grado de artificialización	Estilos de Agricultura (Gastó, 1985)	Cercado	≥ 1:10.000
	Condición	Estado del pastizal	Estado estimado según escala relativa desde excelente a muy malo (Dyksterhuis, 1949).	Unidad de paisaje	≥ 1:10.000
Baja	Tendencia	Cambio de estado	Estabilidad y dirección del cambio (Bailey, 1945)	Unidad de paisaje	≥ 1:10.000

ría de Sitio debe estar determinada por la vegetación natural que lo caracteriza. Lo más frecuente, sin embargo, es encontrar alterada o ausente la vegetación natural de un Sitio, ya sea debido a la intervención antrópica o por catástrofes naturales. Es por ello que la identificación de las clases de Sitio deben estar definidas no sólo por aquellos atributos más distintivos sino también aquellos más permanentes que lo caracterizan. Se consideran como los más relevantes los siguientes:

Textura-profundidad

Hidromorfismo

Estos dos atributos son los de mayor jerarquía y persistencia en la clasificación del Sitio, por lo cual siempre deben ser considerados. Otros atributos pueden ser considerados, además de los dos anteriores, cuando se comportan como limitantes del sistema, entre los cuales debe considerarse:

Pendiente	(T)
Exposición	(E)
Reacción	(R)
Salinidad-Sodio	(S)
Fertilidad	(F)
Pedregosidad	(P)
Materia orgánica	(M)

En los estudios de Gallardo y Gastó (1987 b) y Panario et al. (1987) se explica cada atributo y se clasifican las variables.

La nomenclatura del Sitio corresponde a un sistema de cuatro dígitos. El primero de ellos corresponde a la textura-profundidad y el segundo al hidromorfismo. Estas dos variables están siempre incluidas para la determinación del Sitio. El tercero corresponde a una letra que representa a alguna variable limitante del Sitio entre las cuales se tiene: pendiente (T), exposición (E), reacción (R), salinidad (S), fertilidad (F), pedregosidad (P) y materia orgánica (M). El cuarto dígito se refiere a la clave correspondiente a la variable limitante. A manera de ejemplo se tiene el siguiente Sitio: 54R2, lo cual corresponde a: Textura-profundidad: Pesada-Delgado, Hidromorfismo: Hidromorfismo intermitente superficial y Alcalinidad: media (Cuadro 2).

El código del Sitio en el sistema de clasificación de pastizal tiene dos dígitos. Por lo tanto, para cada Distrito hay 99 posibles Sitios. Los Sitios se enumeran correlativamente en la medida que se determinen pa

ra cada Distrito. Por ejemplo, el Sitio ya mencionado cuya nomenclatura es 54R2 podría corresponder al código 01, por ser el primero descrito y el sitio 97S4 podría corresponder al código 02 y así sucesivamente para cualquier otro Sitio que se vaya describiendo en un determinado Distrito de una Provincia cualquiera.

CUADRO 1. Esquema del Cuadro General de Sitio de todas las Provincias.

		H I D R O D I F F I C I E N D O								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Hidráulico permanente	Hidroabráctico permanente	Napa Fluctuante	Hidroabráctico intermitente superficial	Hidroabráctico intermitente medio	Hidroabráctico intermitente profundo	Drenaje lento	Drenaje moderado	Drenaje rápido
1	Delgado liviana	0,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
2	Delgado mediana	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
3	Delgado pesada	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
4	Medio liviana	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9
5	Medio mediana	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
6	Medio pesada	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9
7	Profundo liviana	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
8	Profundo mediana	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9
9	Profundo pesada	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9

El nombre científico del Sitio está dado por las variables que lo determinan. Ej.: Textura media-profundo de drenaje moderado y alcalinidad media. El nombre vulgar es asignado por el usuario que determina el Sitio y debe tener una connotación local, relacionada con las condiciones culturales geográficas propias del lugar representativo del Sitio.

Además de las variables utilizadas para la determinación del Sitio, pueden incluirse otras características para su descripción, entre las cuales pueden mencionarse: período de inundación, drenaje externo, capacidad de uso y posición fisiográfica.

Las categorías de Uso, Estilo, Condición y Tendencia que definen el estado del Sitio, se han tratado formalmente por Gallardo y Gastó (1987 a y b). El Uso que se le da al sistema es la jerarquía superior del estado de Sitio. Está asociado al tipo instrumental de tecnología utilizada y al tipo de estructura que cubre el Sitio. La categoría de Uso del pastizal presenta

ocho categorías: residencial, infraestructural, cultivo, forestal, ganadero, minero, conservación y sin uso aparente.

Para la caracterización del Uso se incluyen variables tales como: propósito del uso, formaciones vegetales presentes y período de rotación.

La transformación del ecosistema natural, sin ningún uso antrópico definido, en un estado diferente con un uso antrópico definido, requiere llevar a cabo algunos cambios. Cualquiera que sea el cambio, para un ecosistema con una capacidad sustentadora dada, se requiere extraerle información natural y adicionarle información artificial; es decir, se reemplazan algunos elementos naturales de la vegetación, suelo y clima por elementos artificiales, tales como especies vegetales mejoradas, se introduce ganado doméstico, se controlan las plagas con pesticidas, se introducen implementos y maquinaria, se hacen construcciones. Si se considera que la capacidad sustentadora relativa de un sistema ecológico, representado por un Sitio cualquiera es cien, y que en estado de equilibrio natural la totalidad de los elementos son espontáneos o naturales, al asignarle un uso, el hombre comienza a incorporar elementos artificiales simultáneamente con extraer algunos de los naturales, con lo cual la capacidad sustentadora total se mantiene.

Las categorías de Estilos de Uso de un ecosistema, de acuerdo a la proporción de información original que conserven, son las siguientes: natural, recolector, naturalista, tecnólogo, tecnificado e industrial.

La categoría de Condición se establece para determinar el estado en que se encuentra el ecosistema Sitio de acuerdo al Uso que se le está dando y al estilo de transformación, cada Uso y Estilo tienen una escala relativa propia con lo cual se establece una clase de Condición. Las clases de Condición son cinco: excelente, buena, regular, mala y pésima.

La Condición es una medida relativa entre el estado del sistema en un instante dado y el estado ideal de acuerdo al Uso y Estilo que se esté utilizando. Un caso particular es el correspondiente a la pradera o "range" en la cual la Condición se determina contrastando la vegetación natural del Sitio en estado climático, que en este caso corresponde a pradera, con la vegetación existente en el Sitio en un instante dado.

La pradera se define en el presente estudio como un pastizal donde predominan los elementos provenientes del sistema natural y no son roturados regularmente. El pastizal se define como un ecosistema capaz de producir

tejido vegetal utilizable directamente por herbívoros de consumo humano.

El concepto de Condición ha sido ampliamente desarrollado para pastizales de pradera y con Uso ganadero y de Estilo ecocultivo, en el sentido planteado en este trabajo. La primera mención que se encuentra en la literatura sobre el concepto de Condición proviene de Sampson, entre los años 1917 y 1919. Según Sampson, el valor de la pradera como productora de tejido vegetal útil, está esencialmente determinada por la etapa de sucesión ecológica. Posteriormente el concepto de etapa de Sampson fue transformado en Condición. Diversos autores han definido y desarrollado el concepto de Condición para praderas (Costello, 1945; Bailey, 1945; Humphrey, 1945, 1947 y 1949; Ellison, 1949 y 1960; Wilson y Tupper, 1982; Tainton, 1981, entre otros).

Una de las definiciones más generales y que indica lo que es la Condición, corresponde a la definición planteada por Humphrey. En términos generales es preferible definir Condición en la siguiente forma: Es la productividad de tejido vegetal útil de la pradera en un momento determinado en relación a la productividad potencial del Sitio. Condición es, por lo tanto, una proporción entre dos cantidades: una que representa el valor actual de producción y la otra, el máximo absoluto del Sitio. La relación es en base a materia seca producida en ambas etapas sucesionales.

Condición representa una proporción que en sí, no es ecológica. Sin embargo, tiene fundamentos ecológicos, porque considera que la producción potencial y la actual corresponden a dos etapas sucesionales diferentes en una misma serie (Gastó, 1973).

Para la clasificación de la Condición de una pradera se pueden utilizar diversos elementos ecosistémicos indicadores, tal como microorganismos del suelo, insectos y otros grupos de animales inferiores edáficos, microflora, características físicas o químicas del suelo, plantas forrajeras y árboles o arbustos. Dyksterhuis (1949) determinó una técnica para clasificar Condición, basada en la proporción de plantas climax presentes en la pradera en un momento determinado. Relativo a ello, planteó la teoría concepto de climax-sitio (Dyksterhuis, 1949, 1958a), que se refiere a climaxes climáticos, edáficos o fisiográficos y es usualmente sinónimo de vegetación original.

El término climax-sitio se refiere a la teoría climácica en relación con la clasificación de suelos de pradera. Constituye la opción más lógica para satisfacer uno de los objetivos principales de una clasificación,

cual es proveer herramientas útiles para determinar qué y cuánto es modificable la que es, en la actualidad, ampliamente usada por el USDA SOIL CONSERVATION SERVICE, y el USDI Bureau of Land Management y Bureau of Indian Affairs (Mecker y Merkel, 1984).

Para que una comunidad de plantas sea considerada climax, de acuerdo a este concepto, no requiere madurez en el desarrollo del suelo o en el desarrollo geomorfológico, como en el caso de la teoría del monoclímax (Clements, 1916, 1936), del policlímax (Cowless, 1899, 1901; Moss, 1913; Tansley, 1939) o del climax policlimático (Tuxen, 1933; Tuxen y Diemont, 1937 y Ellenberg, 1959).

Dyksterhuis sostiene que se acepta el producto de la erosión originada por la acción antrópica en suelos intrazonales o azonales, como suelos o sitios potencialmente estables y considera a la relativamente estable comunidad de plantas en equilibrio con tales suelos como comunidades climax. La vegetación original como la usa Dyksterhuis se refiere a la población de plantas nativas y excluye las especies introducidas, sean naturalizadas o no.

En los casos donde una serie particular de suelo ha sido erosionado o ha ocurrido otro disturbio mayor, como en el caso que un suelo caracterizado por tener napa superficial se presenta profunda, el habitat modificado afecta a la asociación de plantas climax del Sitio. También afecta a aquella serie de suelo particular o fase, debido a que no tiene ya las mismas características distintivas. De esta forma, una fase de aquella serie de suelo o una nueva serie de suelo, necesita desarrollarse en orden a reflejar estos cambios. Esto va a determinar un cambio en la asociación de las plantas climax de tal forma que el mismo climax-sitio que ocurrió antes del disturbio, no es capaz de expresarse en ese Sitio. Para ello, la mayor sucesión de plantas que es capaz de desarrollarse ahora en este suelo erosionado, es considerado como el climax del Sitio. Dyksterhuis (1958b) sostiene que la vegetación climax para un sitio puede ser medida cuantitativamente para mostrar las diferencias entre sitios resultantes de diferentes suelos y climas.

La determinación de la vegetación climax del Sitio puede ser difícil para algunas áreas. Shiflet (1973) propone cinco métodos para utilizar en la determinación de la vegetación donde ésta está ausente:

1. Evaluar vegetación climax en suelos asociados sujetos a mínimos disturbios.

2. Comparar áreas que presentan varios grados de utilización con áreas similares que no tienen utilización.
3. Evaluar e interpretar la investigación relacionada con comunidades naturales de plantas y suelos.
4. Revisar literatura histórica y botánica reciente.
5. Extrapolar la información existente de vegetación a áreas de suelo, clima y microambiente similares.

Es necesario conocer la serie de suelo y las fases cuando es aplicable, para establecer una comunidad de plantas que se separa desde el climax en el climax-Sitio concreto. Si una comunidad de plantas está en un estado ecológico bajo, la única característica que tendrá en común con la comunidad del climax-Sitio es la serie de suelo y la fase.

Aunque una clasificación debe basarse en la vegetación climax, existe la necesidad de conocer la vegetación presente de un área. La información sobre la vegetación presente es requerida para establecer el estado ecológico y la tendencia de la vegetación necesaria para tomar decisiones de manejo. El climax-Sitio propuesto aparece como una opción lógica para las bases de una clasificación con propósitos de manejo (Mecker y Merkel, 1984).

Desde un comienzo, cuando se desarrolló y clasificó tanto la mecánica como los principios involucrados en la evaluación de praderas mediante el método que se denominó Condición, la determinación de la composición botánica en el momento en que se realiza la evaluación de la pradera y de la composición botánica climax correspondiente al sitio respectivo, han sido los fitómetros principales de la evaluación (Gastó, 1973).

Por tratarse de praderas, las cuales se caracterizan por tener una composición botánica variada de organismos vegetales en la estrata herbácea presente, las diversas especies han sido clasificadas en grupos. Numerosos autores han contribuido a tal clasificación, entre los que se pueden mencionar a Hanson *et al.* (1931), Smith (1940), Daubenmire (1940), Weaver y Clements (1941), Dyksterhuis (1949), Voight y Weaver (1951), Parker (1951), entre otros, y básicamente, a pesar de encontrarse una relativa variedad de denominaciones, cada uno de estos grupos corresponden en general, a conceptos similares.

Los objetivos de este trabajo indican que es conveniente clasificar a los organismos vegetales pratenses en cuatro grupos: decrecientes, crecien

tes, invasoras e indiferentes (Figura 1). Los tres primeros grupos corresponden aproximadamente a la definición de Weaver y Hansen (1941) y Dyksterhuis (1949) (Figura 2). El cuarto grupo, el que representa las plantas indiferentes, está basado en las ideas de Smith (1940).

De acuerdo a tales autores, las plantas decrecientes son todas aquellas típicas de la etapa sucesional del climax, pero que al ser utilizadas por herbívoros ajenos al climax, disminuyen su porcentaje en la composición botánica. Las plantas crecientes son también típicas del climax pero bajo condiciones de pastoreo y a medida que la Condición alcanza un cierto grado de deterioro, la situación se invierte y ellas comienzan también a decrecer. Las plantas invasoras no son típicas del climax, pero se encuentran presente en el área que ha sido alterada. Las plantas indiferentes son aquellas especies que no son relativamente afectadas por las etapas sucesionales o condición de la pradera.

Cada uno de los organismos vegetales o animales modifican la tasa de cambio de la población al ser sometidos a influencias de los factores ambientales de distintas magnitudes. Por ello, cada uno de los organismos reacciona independientemente, pero dentro de marcos generales que permite su clasificación en las tres o cuatro categorías indicadas en los trabajos revisados. El único mecanismo fitosociológico responsable del aumento o disminución de la densidad poblacional a medida que se producen progresiones sucesivas o retrogresivas es la tasa de natalidad, mortalidad y migración de cada población (Gastó, 1969 y Gastó y West, 1970).

Dos consideraciones debe tenerse en cuenta al utilizar la clasificación de los organismos vegetacionales para determinar la Condición. La primera de ellas es que de acuerdo a las ideas presentadas en este trabajo, cualquier organismo animal o vegetal puede utilizarse para determinar la Condición. Por esta razón, en lugar de utilizar el término de planta, debe reemplazarse éste, por organismo.

La segunda consideración implica la existencia de un grupo de organismos no indicadores de cambios sucesionales dentro de los límites de las etapas sucesionales prateras. Este grupo, por no demostrar buena correlación con la producción real de la pradera no deben ser utilizado como una medida de la Condición. Los otros tres grupos de organismos indicadores, los decrecientes, crecientes e invasores, considerados tanto en forma aislada específica o en grupos de especies, pueden ser utilizados como indicadores.

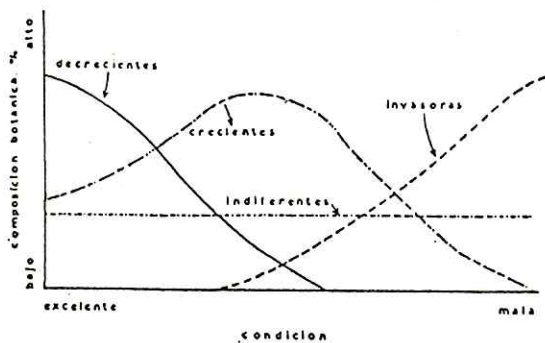


FIGURA 1. Porcentaje de composición botánica de los diversos grupos de organismos de acuerdo a la Condición de la pradera. (Dyksterhuis, 1949).

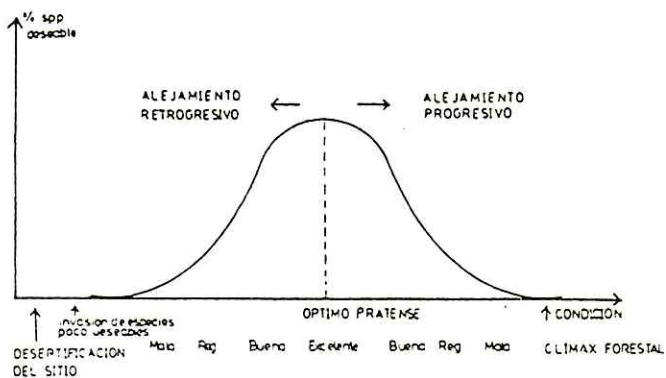


FIGURA 2. Alejamiento de la condición óptima de la pradera (Gastó, 1973).

La inclusión de praderas sucesionales, climax y disclimax en la discusión de condición requiere además la generalización de algunos términos. En este sentido, deterioro de la condición debe ser definido más exactamente. Tradicionalmente, deterioro ha sido sinónimo de retrogresión sucesional de la pradera. Esto es válido para las praderas climax por cuanto la única forma de deterioro de ellas es la evolución sucesional hacia etapas inferiores. Esto no es el caso en praderas sucesionales o disclimax donde tanto las sucesiones progresivas o retrogresivas pueden ser la causa de la degradación pratense.

La denominación y clasificación de los grupos de organismos que se encuentran en las diversas etapas sucesionales de importancia pratense no debe hacerse sólo en relación al climax. El fitómetro de comparación debe ser la etapa sucesional óptima de producción pratense, sea ésta, climax, subclimax o cualquier otra etapa de mayor productividad. En lugar de usarse retrogresión como un sinónimo de deterioro de la pradera, debe usarse los términos alejamiento progresivo y alejamiento retrogresivo ya sea, que la pradera se deteriore efectivamente por un avance sucesional desde la etapa óptima, o bien por un retroceso desde ella.

Las mejores plantas pratenses o forrajeras que se encuentran en una pradera se caracterizan, según Blair (1947), por producir mayor cantidad de alimento para el ganado u otros animales útiles. Además, proveen a la pradera de la mejor protección contra la erosión y fuego, y producen la mayor ganancia de peso del ganado por unidad de superficie.

Toda la gama de categorías de plantas pueden estar representadas en una pradera, algunas de ellas pueden ser excelentes desde el punto de vista de protección del suelo y producción de pasto y, otras, pueden ser muy malas. La persona encargada de manejar la pradera necesita conocer cuáles plantas proporcionan alimento de mejor calidad y cantidad para el ganado y vida silvestre útil, en qué lugar de la pradera ellas se encuentran y cuándo es su mejor época de utilización.

Las características más sobresalientes que, en general, deben tener las plantas pratenses para pertenecer a cada grupo son, según Blair (1947), son las siguientes:

#### Plantas pratenses deseables

Aceptables por el ganado.

Altamente nutritivas.

Libres de sustancias tóxicas agudas u otras características morfológicas poco deseables.

Altos rendimientos.

De más larga vida y con un período de utilización más prolongado.

Buenas protectoras y mejoradoras de suelo.

Abundantes en praderas utilizadas adecuadamente.

Disminuyen a medida que la condición se deteriora.

#### Plantas pratenses intermedias

Consumida por el ganado o vida silvestre útil con menor preferencia.

Sólo moderadamente buenas como mejoradoras de suelo y desarrolladoras de estructura.

Con aristas duras u otras características inconvenientes para el ganado o vida silvestre útil.

Con sistema radical superficial.

De vida más corta.

Anuales y deben provenir de semillas cada año, o bien, de menor longevidad cuando se trata de praderas de plantas anuales (Terófitas).

Peligro de fuego después de secas (en el caso de praderas de especies perennes).

Aumentan temporalmente a medida que la condición se deteriora y luego disminuyen.

#### Plantas pratenses menos deseables

No consumidas preferentemente por el ganado.

Pobres mejoradoras de suelo y desarrolladoras de su estructura.

Crecen densamente en suelos pobres.

Tóxicas o causan daño mecánico.

Proporcionan buen pasto sólo por un período muy corto.

Producen sólo pequeña cantidad de forraje.

Valor nutritivo bajo.

No se encuentran presentes en la pradera óptima, aumentan posteriormente y luego continúan aumentando con un mayor deterioro de la pradera.

Las especies que se encuentran en cada Sitio y en las más variadas Condiciones deben ser clasificadas considerando algunas de estas características en los grupos respectivos. Además, debe considerarse al cuarto grupo formado por aquellas especies no afectadas en su densidad y cubierta en praderas de variadas condiciones.

Algunas de las más importantes características relacionadas con una mayor persistencia de los diversos componentes de la pradera están vinculadas con características fisiológicas y anatomo-morfológicas de los individuos. Las características más sobresalientes han sido determinadas como directamente relacionadas con la persistencia de las especies, son de acuerdo a Neil y Curtis (1956) y otros autores, las siguientes:

- Incremento del retardo en la elevación y elongación del meristema apical sobre la altura mínima de pacimiento.
- Disminución de la tasa de crecimiento de los individuos.
- Hábito rizomatoso.
- Producción de tallos y macollas laterales sin la influencia del corte o pacimiento.
- Retardo en la época de germinación y rebrote.
- Disminución de la altura y hábito de crecimiento.
- Proporción de tallos florales/vegetativos alta.
- Ubicación de los lugares de almacenamiento de carbohidratos no estructurales bajo el suelo o altura de pacimiento.

Cualquiera que sean las categorías de organismos que se utilizan para calificar la Condición no significa como resultados diferencias básicas en el método. La relación fundamental se logra determinar sólo después de conocer la relación que existe entre productividad potencial y producción real de la pradera con la composición botánica, densidad, abundancia, importancia relativa o cualquier otra característica de una o varias especies que presenta una alta correlación y regresión con la producción de la pradera.

#### CLASIFICACION DE LA CONDICION

Diversos puntos de vista han sido utilizados para clasificar la Condición de la pradera. La Condición de cualquier Sitio pratense está basada principalmente en dos grupos de factores: vegetales y edáficos. Diversos autores han establecido clases de Condición en un gradiente de deterioro y con diferentes indicadores o criterios de agrupamiento (Costello y Turner, 1944; Dyksterhuis, 1949; Humphrey, 1947; Ellison et al., 1951). En general, si la pradera está compuesta principalmente de plantas decrecientes y algunas crecientes, pero muy pocas o ninguna invasora, la Condición debe calificarse como excelente. Condición buena, regular, mala y muy mala son los calificativos corrientemente usados para describir diferentes grados

de deterioro de la Condición de la pradera (Blair, 1947). La categoría en que se clasifica la pradera indica la relativa proporción en la composición botánica de plantas decrecientes, crecientes o invasoras y la cantidad de erosión y mantillo presente.

Las praderas de Condición excelente, son aquellas que producen aproximadamente todo el forraje que el ecosistema es capaz de producir bajo el mejor manejo práctico.

Las praderas en Condición buena tienen generalmente un porcentaje más alto de especies crecientes. Los organismos representativos de especies crecientes son generalmente menos vigorosos que aquellos encontrados en praderas en Condición excelente. Praderas en Condición buena son consideradas por los ganaderos como el óptimo que se puede obtener bajo el mejor manejo práctico. A medida que se deteriora, se observa que las mejores especies han sido reemplazadas por otras de inferior calidad y que, además, no tienen el vigor necesario para producir de acuerdo a su capacidad potencial. La pradera produce sólo tres cuartos de lo que el Sitio es potencialmente capaz de producir.

Las praderas en Condición regular producen solamente la mitad del rendimiento máximo posible, mientras que aquellas en Condición mala producen solamente un cuarto del rendimiento máximo posible. Finalmente, las praderas en Condición muy mala producen solamente tejido vegetal útil mediante el crecimiento de especies invasoras y sus rendimientos, son generalmente inferiores a un cuarto del máximo que se podría obtener bajo el mejor manejo práctico.

La erosión del suelo está íntimamente asociada con una Condición mala y muy mala. Plantas en pedestal, pequeñas cárcavas, pavimento de erosión y movimiento de suelo, acumulación de ripio y arena, todo esto indica condición no satisfactoria de la pradera.

Las características del suelo son también indicadoras de la condición. Un suelo de buena estructura es blando y esponjoso, absorbe el agua y está asociado con una condición satisfactoria, mientras que un suelo duro y compacto está generalmente asociado con praderas en condición mala o muy mala.

El mantillo es aquella fracción de la materia orgánica vegetal presente en la pradera sobre la superficie del suelo y que está separada de las plantas vivas. Al juzgar la Condición de la pradera es importante medir la cantidad y distribución del mantillo. Cuando se trata de praderas en Condi

ción buena el mantillo se encuentra uniformemente bien distribuido y proporciona protección a la totalidad de la superficie del suelo (Blair, 1947).

Las praderas en Condición muy mala generalmente exhiben un modelo de características vegetales, edáficas y de erosión que le permiten al ganadero experimentado o al técnico determinar el grado de destrucción y la solución para recuperar el área o sector. Necesitan medidas especiales de manejo para su recuperación (Range Division, 1942).

Las áreas deterioradas necesitan especial cuidado y manejo para su recuperación el cual depende, primeramente, del control del movimiento del ganado y otros consumidores primarios y de la reducción de la intensidad de utilización. Sin embargo, a menudo es más fácil mejorar áreas en Condición muy mala de gran tamaño que sectores aislados, pequeños que se encuentran dentro de unidades de pastoreo tales como senderos de ganado, dormideros y sectores en Condición muy mala alrededor de aguadas, saladeros y comederos. Las áreas aisladas son de importancia no tanto por la superficie que presentan sino porque una vez la vegetación ha sido deteriorada en grado mayor, aumentan rápidamente de tamaño a expensas de áreas vecinas (Range Division, 1942).

Los mismos autores han puntualizado las características generales del suelo, relaciones hídricas y de erosión de praderas en Condición muy mala:

Falta de residuos vegetales consistentes en partes secas o muertas de plantas. La recuperación se observa solamente cuando la acumulación de residuos se hace evidente.

Falta de suficiente cantidad de suelo orgánico superior tal como el que normalmente prevendría la compresión y sellado del suelo contra una rápida infiltración del agua.

Deficiente en humus y nutrientes.

Extensas áreas de suelo desnudo, sin cubierta vegetal.

El suelo se remueve y vuela durante la estación seca si se le altera o pisotea.

Los suelos pesados exhiben la apariencia de ser duros, desecados y arenosos; los livianos son muy sueltos.

Excesivo escurrimiento superficial del agua de lluvia y de derretimiento de nieve, lo que generalmente le ocasiona un alto contenido de limo

y arcilla.

Fluctuaciones extremas del caudal fluvial y de vertientes.

Lenta penetración de la humedad en el suelo y baja capacidad de retención hídrica.

Vertientes que corrientemente fluyen ininterrumpidamente durante la estación o todo el año se transforma en ocasionales durante cortos períodos de tiempo.

Erosión de la capa superior de suelo es severa.

Pequeñas piedras y ramas son visibles desde gran distancia.

Caminos y senderos se transforman rápidamente en cárcavas debido a la acción acelerada del viento y agua.

Excesiva penetración del hielo en el suelo.

La nieve invernal se vuela y se acumula fuera de áreas desnudas, así en esta forma reduce la humedad proveniente del derretimiento de la nieve y aumenta, por lo tanto, la deficiencia hídrica.

#### DETERMINACION DE LA CONDICION DE LA PRADERA

La Condición puede determinarse luego de calcularse la composición botánica del Sitio, tanto en su etapa óptima como la del momento. Las especies, luego se agrupan en tres categorías: decrecientes, crecientes e invasoras, de acuerdo a las características que se presenten en cada Sitio. La categoría a la cual corresponde la especie no es una característica propia de ella en sí, sino que indica el comportamiento de cada especie en cada sitio. La misma especie puede, por lo tanto, representar diferentes etapas sucesionales en diferentes sitios.

La primera etapa en la determinación de la condición debe consistir en clasificar el Sitio donde se encuentra. Luego, se determina la composición botánica y, en seguida, se clasifica la Condición de la pradera dentro del Sitio en que se encuentra.

La composición botánica de la pradera climax que se encuentra en un sitio determinado debe ser conocida de antemano. Las especies climax y aqueu

llas que se desarrollan en etapas de sucesivo deterioramiento de la pradera se utilizan para establecer los patrones de comparación para cada sitio y, finalmente, clasificar las especies en los tres grupos de acuerdo a su comportamiento en las sucesiones vegetales pratenses.

En el Cuadro 3 se incluye una lista de las especies que se encuentran en la región natural de laderas en el Estado de Montana y su clasificación de acuerdo al Sitio. Algunas de las especies indicadas siempre son decrecientes en cualquiera de los Sitios que se les encuentre, dentro de una misma región natural de laderas. Las especies decrecientes pueden ocupar cualquier porcentaje de cubierta de suelo y siempre se las incluye en su totalidad, por cuanto por definición en ninguna etapa sucesional pueden representar una cubierta mayor que en el climax. En esta forma, se tiene que cualquier porcentaje que de ellos exista en una pradera, debe ser considerado en su totalidad.

El grupo de plantas crecientes debe ser analizado en distinta forma. Este grupo está representado por organismos que aumentan temporalmente su porcentaje en la composición botánica a medida que la pradera se deteriora, es decir, que se produce un alejamiento retrogresivo. Luego su porcentaje, si continúa el deterioro de la pradera, también comienza a disminuir. Por esta razón sólo se acepta una determinada porción de ellos. El máximo aceptable para cada especie es aquél que existe en el climax. El Cuadro 3 indica también el porcentaje de ellos que debe aceptarse en cada sitio, para el ejemplo citado anteriormente. Cualquier porcentaje de plantas crecientes superior al encontrado en el climax debe ser descartado.

El tercer grupo de plantas está representado por las especies invasoras. Este grupo de especies no son típicas del climax y, por lo tanto, deben de ser descartadas en su totalidad. En el ejemplo que se ha estado citando, sin embargo, se acepta hasta un máximo de 2,5% de especies invasoras, pues en la etapa climax existe hasta ese porcentaje. Por consiguiente, el porcentaje combinado de todas las plantas invasoras se limita a un máximo de 2,5%, sin considerar presente de cada especie en particular.

Finalmente, se suma el porcentaje total de plantas decrecientes, más el porcentaje aceptable de especies crecientes e invasoras. El valor resultante de la adición de estos tres componentes es el que se utiliza para calcular si la Condición está excelente, buena, regular, mala o muy mala.

CUADRO 3. Guía para la determinación de la condición de la pradera en los diversos sitios de la zona de laderas de la parte central del Estado de Montana, EE.UU., con una precipitación de 250 a 300 mm (Soil Conservation Service, 1962).

Especies decrecientes	Sitio*															Especies invasoras (el total debe ser igual o menor que 2,5% en el clima)											
	IM	Sb	SS	In	SI	Ar	SV	Arn	Lim	Arc	ArnD	LiaD	ArcD	ArcS	RipS		Lias	Mias	Mo	ArcD	AD	RI	MS	SA	E	TM	
1. <i>Spartina</i> spp.																											
2. <i>Deschampsia caespitosa</i>																											
3. <i>Stipa comata</i>																											
4. <i>Calamagrostis</i> spp.																											
5. <i>Festuca scabrella</i>																											
6. <i>Elymus canadensis</i>																											
7. <i>Bromus</i> spp.																											
8. <i>Poa ampla</i>																											
9. <i>Calamovilfa</i> spp.																											
10. <i>Festuca</i> sp.																											
11. <i>Sporobolus airoides</i>																											
12. <i>Poa juncifolia</i>																											
13. <i>Stipa viridula</i>																											
14. <i>Agropyron spicatum</i>																											
15. <i>Danthonia parryi</i>																											
16. <i>Agropyron trachycaulum</i>																											
17. <i>Stipa</i> sp.																											
18. <i>Irisetum spicatum</i>																											
19. <i>Oryzopsis hymenoides</i>																											
20. <i>Andropogon scoparius</i>																											
21. <i>Bouteloua curtipendula</i>																											
22. <i>Poa canbyi</i>																											
23. <i>Puccinellia</i> spp.																											
24. <i>Carex</i> sp.																											
25. Hierbas decrecientes																											
26. Leñosas decrecientes																											

\* El símbolo "-" significa que la especie tiene menos de 2,5% de cubierta o que no está presente en la vegetación climas del sitio. El símbolo "d" significa que la especie es decreciente en ese sitio. Los sitios corresponden a los siguientes: IM: tierras húmedas; Sb: subirrigado; SS: subirrigado salino; In: inundadas; SI: salinas inundadas; Ar: arenas; SV: savanas; Arn: arenoso; Lim: lioso; Arc: arcilloso; ArnD: arenoso delgado; LiaD: lioso delgado; ArcD: arcilloso delgado; ArcS: arcilloso superficial; RipS: ripio superficial; Lias: lioso superficial; Mias: no lioso superficial; Mo: moteado; ArcD: arcilla densa; AD: afloramientos delgados; RI: ripio; MS: muy superficial; SA: salinos altos; E: esquistos; TM: tierras salas.

## RELACIONES ENTRE PRODUCTIVIDAD, PRODUCCION Y UTILIZACION

Al estudiar la condición de la pradera, no se debe olvidar que existen tres conceptos fundamentales que dicen relación con la producción real y potencial de la pradera y del Sitio.

Productividad Potencial del Sitio. Este valor se determina mediante la utilización de exclusiones u otros elementos, los cuales permiten conocer la composición sinecológica óptima que es posible esperar en el Sitio en relación a la producción pratense. Es sinónimo de potencial del Sitio.

Productividad Potencial de la Pradera. Es la capacidad de producir pasto de una pradera determinada en un momento dado cuando está sometida a la mejor utilización posible. Se entiende por esto que la producción de la pradera es la máxima para la composición sinecológica real de un momento determinado. Este concepto incluye el no deterioro de la pradera o producción sostenida de ella y, por lo tanto, conservación de ella o tendencia estabilizada. Es sinónimo de potencial de la pradera.

El mantenimiento de la productividad de la pradera a un nivel cercano al de la productividad del Sitio requiere una buena estructura edáfica. Para ello es necesario dejar remanentes sin utilizar sobre la superficie. Sin embargo, no existen pautas generales sobre que cantidad debe quedar, lo cual a menudo se expresa en porcentaje de la cosecha, en cm de altura o en kg de materia seca.

Wilson y McGuire (1961) por ejemplo, indicaron que el hecho de dejar un remanente no utilizado de 10 cm de altura, en lugar de la mitad, significa una considerable reducción en los rendimientos, lo cual puede deberse a una menor cantidad de energía luminosa utilizada por la planta, ya que los restos vegetales pueden causar condiciones excesivamente sciofilas sobre los componentes vegetales vivos.

Producción Real. La producción real puede ser diferente para un mismo Sitio y composición sinecológica de la pradera al ser sometida a diferentes sistemas de utilización, aún cuando esto no signifique modificar la Condición o producir una tendencia diferente a la estabilizada. Refleja directamente la utilización y manejo presente de la pradera. El Cuadro 4 es un ejemplo de la variabilidad en la producción real que se puede lograr pa

ra un Sitio y pradera que tiene una sola productividad potencial. El mal manejo de la pradera ha inducido retrogresión de ella a tal punto de presentar características desfavorables y, por ende, baja producción.

La determinación de la Condición es sólo una técnica para calcular la productividad potencial de la pradera en relación a la productividad potencial del Sitio. No es de ninguna manera una forma de calcular forraje consumido de la pradera por cuanto no incluye ningún factor o medida que lo relacione con la utilización. Sin embargo, bajo condiciones normales de manejo, producción real y productividad potencial de la pradera son equivalentes y, por lo tanto, bajo estas condiciones es posible utilizar la Condición como una manera de calcular la capacidad productora de la pradera en un momento determinado y suponer que ésta es similar a la producción bajo el sistema de utilización al cual será sometida.

CUADRO 4. Producción real de materia seca en kg/ha de una pradera en tres categorías diferentes de Condición, en la región sub-oriental de Oregon, EE.UU. (Hyder, 1953).

Condición de la Pradera	Materia seca kg/ha
Mala	88
Regular	195
Buena	322

Rendimiento. Es la fracción de la productividad neta susceptible de ser utilizada; es decir, se refiere sólo a los tejidos cosechables por la especie a la cual se le destina y sin que le ocasione daño fisiológico o de teriore los organismos o a la población productora.

Intensidad de Utilización. Es el porcentaje de productividad neta o de biomasa en pie removido o destruido por la especie o población que utiliza la biocenosis y que implica adecuacidad de la utilización, es decir, si se trata de pastoreo liviano, moderado o pesado. Sólo indica cantidad o proporción removida.

Entre las variables que caracterizan a la Condición de la pradera se tiene: tipo de erosión, grado de erosión y grado de desertificación.

La tendencia del pastizal es la categoría inferior de evaluación del

estado del pastizal. Representa la dirección del cambio de la Condición del estado del Sitio en un instante dado. A través de un análisis de la Condición de la pradera, es posible determinar la tendencia que expresa una pradera en el tiempo. Si existe una reducción paulatina de las especies decrecientes, entonces la pradera está siendo sobrepastoreada, lo cual debe ir asociado a un aumento de las especies crecientes. Si se observara una mayor cantidad de semillas de especies decrecientes germinando y desarrollándose, entonces la Condición está mejorando. Estos datos son de sumo interés ya que proporcionan una respuesta de la pradera al manejo que se le está implementando. Medidas correctivas pueden tomarse al tenerse esta evidencia (Tainton, 1981).

La tendencia es de utilidad para indicar si la pradera sometida a un determinado manejo está mejorando, se encuentra estabilizada o está empeorando. Esta medida, indica dirección, pero no indica magnitud de cambio (Bailey, 1945). El vigor de las especies que componen la pradera es el principal factor a considerar para determinar la tendencia de la pradera. El vigor de las especies afecta directamente su tasa de natalidad y mortalidad. Al variar estos parámetros poblacionales en especies decrecientes, crecientes e invasoras se afecta la condición de la pradera. Bajo una presión constante de alteración, la biocenosis y el ecotopo llegan a un equilibrio, en una nueva categoría de Condición (Gastó, 1973).

La capacidad sustentadora de la pradera es lo que determina la cantidad de energía que está disponible para consumo animal. Se debe descontar de esta cantidad el residuo que es necesario dejar para mantener estable la tendencia.

Las clases de tendencia son las siguientes: deteriorante, estable y mejorante.

La aplicación de las categorías de Distrito, Sitio e inferiores del sistema de clasificación de pastizales se han implementado en diversos estudios a nivel predial, regional o de ecosistemas específicos (Demanet, 1984; Fleischmann et al., 1984; Aguilar et al., 1984; Infante, 1986; Valenzuela, 1986; Contreras, Gastó y Cosío, 1987; Barahona, 1987 y Cosío et al., 1987).

La Provincia secoestival prolongada o Mapocho fue estudiada formalmente en trabajos complementarios al presente estudio, determinándose los Distritos y representándose cartográficamente a escala 1:250.000 (Panario, Gallardo y Gastó, 1987 y Gallardo y Gastó, 1987e). Los Sitios de la Pro-

vincia Mapocho fueron determinados y descritos con trabajos en terreno, antecedentes bibliográficos y análisis de laboratorio. La caracterización detallada de los Sitios de la Provincia aparecen en Cosío, Gastó y Gallardo (1987). Sitios específicos de la Provincia Mapocho fueron estudiados y descritos en relación con su estado actual y potencial en Infante (1986). El planteamiento hipotético de la sistemogénesis y Condición de los Sitios tratados en ese trabajo son considerados pertinentes al presente estudio. Junto a los demás trabajos de la Provincia secoestival prolongada o Mapocho mencionados, los resultados obtenidos por Infante (1986) se constituyen en el objeto principal del presente planteamiento.

## EL SITIO

El Sitio de estudio está ubicado en la Provincia secoestival prolongada o Mapocho, en la Rinconada de Lo Cerda, Maipú. Los lugares de muestreo se seleccionaron considerando que éstos no hubiesen sido utilizados al menos durante toda la temporada de crecimiento en que se hizo el estudio. Se seleccionó un Sitio representativo de la diversidad de Sitio de la Provincia Mapocho de acuerdo a la dominancia dada por el sistema de clasificación de pastizales.

El clima está clasificado como templado cálido con estación seca prolongada (Gastó, Gallardo y Contreras, 1985). Las precipitaciones se producen en forma de lluvia durante los meses más fríos del año y el rango de distribución abarca en promedio 3 a 4 meses. Los climas con precipitaciones invernales y cuyas temperaturas generalmente no descienden del punto de congelación, y que además presentan períodos estivales calurosos y secos, se conocen como climas mediterráneos (Gastó y Contreras, 1972). La variación de año en año del agua caída es grande, éste es un problema que la vegetación debe enfrentar, adaptándose por medio de la plasticidad de las especies a las variaciones en la disponibilidad hídrica.

El clima, en especial la precipitación, constituye el factor limitante de toda expresión de vida. El efecto de las condiciones climáticas características de las regiones mediterráneas áridas y semiáridas sobre la vegetación conduce a formaciones vegetales que fisionómicamente corresponden al matorral arbustivo o de mata (Gastó y Contreras, 1972).

El Sitio corresponde al Distrito plano de pastizales y la topografía del Sitio es de escasa pendiente, variando entre 0 y menos de 10,5%, y está ubicado dentro de la depresión intermedia en la cuenca de Santiago. Los procesos geológicos ocurridos en la cuenca han afectado y determinado la génesis de los Sitios presentes. La depresión intermedia se formó según Brügen (1950) por un hundimiento del bloque de cerros que ocupaban aproximadamente toda su extensión desde Aconcagua a Temuco. Este proceso habría ocurrido en el Terciario Superior o Cuaternario Inferior, hace aproximadamente un millón de años. Con posterioridad al hundimiento han existido dos glaciaciones, de las cuales la primera habría sido mayor que la segunda.

El material transportado por las morrenas además de aportes fluviales de los cursos de agua habrían contribuido para rellenar esta depresión cen

tral. En esta forma, se habla de un relleno fluvio-glacial de la depresión. Los cerros-islas que actualmente existen en la depresión no serían entonces otra cosa que las cumbres de los cerros más altos de esta serranía sepultada. La profundidad del relleno fluctúa entre los 60 y los 400 metros.

El río Maipo, con un largo total de 220 kilómetros, una hoya de 15.400 km<sup>2</sup> y un gasto medio de 102 m<sup>3</sup>/seg (Gémines, 1982) tiene un efecto constante sobre la montaña y el valle, siendo el curso principal de aguas y sedimentos de la cuenca de Santiago. El régimen hidrológico es mixto, con predominancia nival, de ahí que tenga fuertes crecidas en invierno, primavera y comienzos de verano. Los caudales máximos estivales duplican los gastos medios invernales (IGH, 1983).

Se podría dividir el río en dos sectores:

- Extracción, el primero ubicado preferentemente en la montaña donde la mayor pendiente condiciona un movimiento rápido de las aguas las que con fuerza mayor extraen y transportan los sedimentos que caen en su curso. El río Maipo y sus afluentes, especialmente los ríos Volcán y Yeso, aportan gran cantidad de sedimentos, los que sólo se decantan parcialmente debido a la energía cinética que el agua les proporciona.
  
- Una segunda zona de sedimentación o aporte ocurre agua abajo, donde el curso del río, a través del llano central se hace más lento, lo cual le da condiciones para que la sedimentación ocurra. Los materiales sedimentados se depositan sobre las capas de relleno anteriores, determinando en aquellos lugares un horizonte superficial compuesto de material de origen aluvial en forma dominante. En aquellos lugares de extracción va apareciendo la estratificación existente en forma original en el perfil.

La depositación de partículas no es un proceso azaroso sino que responde a leyes físicas determinadas. Las partículas más livianas se depositan en los cursos más lentos del río, los materiales más pesados se depositan en los lugares donde el río corre más rápido. Depende de la energía que se requiera para vencer la inercia del cuerpo estático y de la energía que el agua lleva en ese punto.

## CLASIFICACION Y ANTECEDENTES GENERALES

El estudio en terreno del Sitio indica una profundidad del suelo sin limitaciones para el arraigamiento. No presenta salinidad ni limitaciones por hidromorfismo. La pedregosidad superficial es escasa a común. El color del suelo es pardo y la pendiente igual a 1 por ciento.

Se infieren algunas propiedades generales tales como una baja duración de la sequía en relación a la Provincia. El riesgo de erosión es bajo y la fertilidad natural media. El suelo casi no presenta estructura y el Sitio está asociado a Sitios del Distrito ondulado.

La vegetación predominante herbácea en numerosos sectores es Erodium cicutarium y Trisetobromus hirtus. Las especies leñosas dominantes son Proustia pungens, Acacia caven, Solanum tomatillo y Quillaja saponaria. Entre las especies arbóreas plantadas están Quercus suber, Schinus molle, Pinus radiata, Prosopis chilensis.

El análisis de suelo del Sitio indica los siguientes resultados:

Conductividad eléctrica (Mmhos/cm)	:	0,08 muy bajo
pH	:	6,22 lig. ácido
Fósforo disponible	:	37,51 alto
Textura	:	Franco arcilloso
<u>Granulometría</u> : % arena	:	41,9
	:	% arcilla : 28,1
	:	% limo : 30,0
Capacidad de intercambio de cationes (meq/100 g suelo)	:	6,67

La clasificación general del Sitio corresponde a la siguiente:

	Nombre científico	Nombre vulgar	Código
REINO:	<u>Templado</u>	<u>                    </u>	<u>3</u>
DOMINIO:	<u>Secoestival</u>	<u>                    </u>	<u>1</u>
PROVINCIA:	<u>Prolongada</u>	<u>Mapocho</u>	<u>02</u>
DISTRITO:	<u>Plano</u>	<u>                    </u>	<u>2</u>
Unidad muestral N°:	<u>1</u>	<u>                    </u>	<u>                    </u>
Ubicación geográfica:	<u>Rinconada Lo Cerda, Maipú</u>		

Latitud: 33°30' S      Longitud: 70°55' W      Altitud: 400 msnm  
 Localidad: Rinconada      Referencia geográfica:                     

Predio: Rinconada Lo Cerda      Región: Metropolitana  
 Comuna: Maipú      País: CHILE

Nombre del determinador: Fernando Cosio  
 Institución: Universidad Católica de Valparaíso  
 Fecha: Noviembre 1987

DESCRIPCION Y DETERMINACION ESPECIFICAS

SITIO

Descripción:

Textura-profundidad:	<u>8</u>	Hidromorfismo:	<u>8</u>
Reacción (R):	<u>5</u>	Pendiente (T):	<u>2</u>
Salinidad (S):	<u>1</u>	Fertilidad (F):	<u>2</u>
Pedregosidad (P):	<u>4</u>	Exposición (E):	<u>9</u>
Materia orgánica (M):	<u>0</u>	Drenaje externo (DREX):	<u>3</u>
Periodo inundación (PEIN):	<u>1</u>	Capacidad de Uso (CAUS):	<u>11s</u>

Determinación:

Nombre científico: Textura media profundo drenaje moderado fertilidad baja  
 Nomenclatura : 88 F2  
 Nombre vulgar :                       
 Código : 01

CLASE DE PASTIZAL

Nombre: Templado secoestival prolongado plano, textura media profundo,

Código: 3102-201-000 drenaje moderado fertilidad baja

## ESTADO

El estado del Sitio está dado en el sistema de clasificación de pastizales por las categorías de Uso, Estilo, Condición y Tendencia.

### ANTECEDENTES DE UTILIZACION DEL SITIO

Se carece de información específica del Uso y Estilo del Sitio en estudio, correspondiendo en general a uso ganadero. Se plantea por analogía con el proceso de manejo global de la Provincia Seco estival prolongada o Mapocho de pastizal y zona mediterránea, el origen y evolución del sistema pratense dada su utilización y las transformaciones tecnológicas introducidas.

#### Origen

Las especies que componen la pradera mediterránea son en su mayoría originaria de Europa (Bas y Gastó, 1982). No se desarrollaron especies pratenses autóctonas adaptadas al uso intensivo de un animal debido a que el climax vegetacional no correspondía al de una pradera y al escaso desarrollo de la ganadería autóctona.

A este respecto se plantea que el climax vegetacional correspondería a un bosque esclerófilo constituido por especies latifoliadas tales como Peumo (Criptocarya alba), Quillay (Quillaja saponaria), Boldo (Peumus boldus) y Litre (Lithraea caustica) como especies dominantes (Follman y Matte, 1963; Oberdorfer, 1960; Schmithuesen, 1956). Asociado a este bosque latifoliado se encuentran especies hemicriptófitas, las que forman comunidades densas. Al entrar el Hombre y despejar los sitios más productivos tanto por su necesidad de leña, como de terrenos para cultivos, las terófitas invaden los lugares despejados, las que aumentan su importancia en relación a la situación climax (Di Castri, 1975).

El animal, por medio del pastoreo, ha cambiado estos ecosistemas estando actualmente constituidos por matorrales y por una estrata herbácea anual. La comunidad de terófitas es muy eficiente en la utilización de

los recursos. Es por esta razón que se piensa que las plantas hemicriptófitas de carácter perennes han sido desplazadas de este ambiente en el cual el animal está presente (Rossiter, 1966).

Otro componente vegetacional muy frecuente en la pradera anual es el espino (Acacia caven). Este se ve altamente favorecido con el pastoreo, debido a que aumenta el porcentaje de germinación de sus semillas por la acción de los jugos gástricos de los animales (Gutiérrez y Armesto, 1981).

Se va así formando el paisaje actual que corresponde a una formación leñosa baja de Acacia caven, con una estrata herbácea formada por terófitas. Esta situación puede retrogradar por acción antrópica y de herbívoros.

El manejo de la pradera por parte del hombre es importante para lograr la formación de una comunidad disclimax dominada por terófitas (Segarra, 1980). El objetivo principal en el manejo de praderas, es mantener un disclimax en la etapa de mayor producción de tejido vegetal útil. Este disclimax o equilibrio antrópico, corresponde a la composición botánica más adaptada para ese habitat y es, a su vez, la de más alta productividad y valor forrajero o pratense (Bas, 1980).

#### Dinámica de la pradera

La pradera mediterránea se caracteriza por poseer una estrata leñosa formada por espino (Acacia caven) y una estrata herbácea formada por especies terófitas pertenecientes a los géneros: Erodium, Bromus, Hordeum, Vulpia, Trisetobromus, Avena, Medicago, Trifolium, cuando ésta estaba en condición buena. También las familias Crucifera y "oragináceas están representadas (Segarra, 1980).

La contribución de cada uno de estos géneros y de sus respectivas especies a la productividad de la pradera varía de acuerdo a la intensidad de los factores del medio presentes y a los efectos antropogénicos, tales como carga animal o roturación del suelo (Segarra, 1980).

La curva de desarrollo de la pradera mediterránea posee una estacionalidad marcada. El crecimiento de la temporada se realiza durante los meses de invierno y primavera. Las especies anuales están adaptadas a este ritmo natural.

Con las primeras lluvias las semillas germinan y comienza el crecimiento. La oportunidad de las lluvias y su intensidad van seleccionando las especies presentes. De esta forma, durante el período de desarrollo se va determinando la composición botánica posterior.

La cantidad de agua caída determina el desarrollo de la pradera. Al ser abundante se favorece a las especies que poseen un período vegetativo más prolongado y que, por esta razón, producen un rendimiento mayor.

La composición botánica es un reflejo de los factores climáticos, edáficos y antrópicos que ocurren en la pradera.

La pradera mediterránea anual puede cambiar rápidamente su composición botánica y química (Rossiter, 1966), la cual se ve afectada por un gran número de factores:

Geográficos. Cada ambiente mediterráneo comparte gran parte de las especies, pero también hay algunas que son específicas de cada zona en particular. La posibilidad de migración de las especies de un ambiente a otro es grande, debido a que la mayoría de las especies mediterráneas se autopolinizan. Esto le confiere a un individuo de una determinada especie la posibilidad de formar su progenie. La variabilidad genética queda en este caso muy reducida (Rossiter, 1966).

Climáticos. El clima mediterráneo se ubica dentro de un rango amplio de precipitaciones desde los 200 a los 1.000 mm al año. Al ir aumentando la precipitación, el porcentaje de especies perennes en la pradera aumenta. Las especies anuales se adaptan a un amplio rango de precipitación y temperatura. De los factores climáticos es, al parecer, el largo de la temporada de crecimiento lo que más afecta la composición botánica (Rossiter, 1966).

Edáficos. El suelo afecta la composición botánica. Una de las evidencias más claras al respecto es el componente leguminoso de la pradera, el cual en suelos pesados y alcalinos es por lo general perteneciente al género Medicago. Sin embargo, si el suelo es liviano y ácido, entonces la leguminosa, por lo general, pertenece al género Trifolium. La razón que explica este fenómeno se basa en una mayor producción de semillas de la especie correspondiente en cada ambiente particular. Esto indica un mejor ajuste al medio (Rossiter, 1966).

Posición fisiográfica. Esta variable también afecta la composición botánica, se han indicado diferencias en las proporciones o existencia de ciertas especies en una u otra posición. El plano, por lo general, posee un período de desarrollo mayor que la ladera debido a una acumulación de agua y profundidad del suelo. Estos factores afectan la composición botánica (Rossiter, 1966). La pradera estudiada se encuentra ubicada en una posición de llano con pendiente suave (0% - 4%). En esta posición fisiográfica se encuentra ubicado el espinal, el cual es una de las formaciones más características de la zona central de Chile, que corresponde a la estepa de Acacia caven. El espinal en sí representa, hipotéticamente, una retrogradación de una formación climax más evolucionada dominada por dos especies arbóreas Lithraea caustica y Quillaja saponaria (Schmithuesen, 1956 y Oberdorfer, 1960). De acuerdo con esta hipótesis el espinal representaría un estado de equilibrio inferior al climax.

Fertilización. Este es uno de los estímulos más fuertes y con el que se pueden lograr los efectos más impresionantes en la composición botánica. En la literatura existen múltiples ejemplos sobre el efecto de la fertilización con distintos nutrientes y su incidencia sobre las especies de la pradera.

El tenor de nitrógeno del suelo afectaría la permanencia de la fabacea, en la pradera. Al existir un nivel mayor de nitrógeno, el desarrollo de la Poacea es mayor y ésta compite con la leguminosa. La gramínea reduce la fertilidad y promueve así el desarrollo de la leguminosa. De esta forma las leguminosas ocupan un estado de mejoramiento de las condiciones del suelo, una vez alcanzado un buen nivel de nitrógeno en la pradera; ésta puede poblarse de gramíneas las que suceden a las leguminosas (Rossiter, 1966).

La respuesta de la pradera a la fertilización nitrogenada también ha sido estudiada. Gastó y Contreras (1979) probaron distintas dosis de nitrógeno y, a su vez, también simulaban lluvias en algunos tratamientos. Sus conclusiones fueron que existía respuesta a la fertilización y a la adición de agua, el nivel de la respuesta se hace asintótico a las 64 unidades de N/ha. Con respecto a la adición de agua la respuesta de la pradera fue mayor cuando el agua simulaba primaveras lluviosas.

Condiciones estacionales. La pluviosidad es variable de año en año en una misma provincia, lo cual determina rendimientos variables y además distintas composiciones botánicas, según la precipitación que ocurra. La opor

tunidad de la lluvia es más importante que la cantidad total caída en el año, en relación a la productividad de la pradera.

La lluvia de abril a junio demostró tener importancia en el rendimiento total, las lluvias de noviembre resultaron ser negativas para el rendimiento total, estando éstas negativamente correlacionadas con la cantidad caída de abril a junio (Trumble y Cornish, 1936). La cantidad de agua caída afecta la población de las distintas especies, en años secos la población de E. cicutarium aumenta. Esto está relacionado con la sobrevivencia de las plántulas. Por otro lado, la diversidad también es menor en años secos (Rossiter, 1966). Al ser tempranas las primeras lluvias aumenta la población de B. mollis y de E. botrys. Las temperaturas también afectan la composición botánica. Temperaturas bajas aumentan la población de gramíneas (Rossiter, 1966).

La composición botánica de la pradera es un factor muy variable, ésta puede ser distinta debido a condiciones abióticas (suelo, geografía, clima) o por condiciones de manejo y presencia o ausencia de pastoreo y su intensidad. La composición botánica es por tanto una variable que depende de factores bióticos y abióticos. Estos la determinan y la condicionan. Además de estos factores existen otros mecanismos que la hacen ir variando en una tendencia direccional; ésta es la sucesión ecológica.

#### Modificaciones en la pradera por el animal

El efecto del animal sobre la pradera selecciona las especies presentes, pastorea selectivamente aquellas más palatables, de esta forma afecta la composición botánica. La utilización de la pradera por el animal afecta las tasas de natalidad y mortalidad de las especies, determinando por tanto un aumento o una disminución de la población de cada una de ellas. El momento de utilización afecta debido al estado de desarrollo y crecimiento en que se encuentran las especies. Las especies además poseen tiempos de maduración y producción de semillas distintos. Si el uso de la pradera por el animal no permite que las especies de períodos fenológicos más largos semillen, su tasa de natalidad se ve afectada.

Cargas animales altas estimulan el desarrollo de Trifolium sp. el cual tiende a dominar. Si se hace rezago, en este momento su población aumenta, si esta labor se repite en años consecutivos la población de Trifolium sp

disminuye (Rossiter, 1966). La pradera responde de manera rápida al rezago, elevando su productividad. Se obtuvo en una pradera que producía 700 kg MS/ha y con un 20 por ciento de suelo descubierto al cabo de tres años de rezago total, el 100% del área cubierta y una productividad de 3.000 kg MS/ha (Olivares y Riveros, 1979). La pradera mediterránea puede presentar elevada homeostasis, lo que indicaría que es relativamente simple recuperarla cuando sólo presenta un bajo grado de degradación. La homeostasis de la pradera le permite mantenerse por largo tiempo en una situación de productividad baja sin degradarse, a pesar del mal uso que se le dé (Olivares y Riveros, 1979).

La época de utilización afecta la composición botánica. Olivares y Riveros (1979) indican que si la pradera se utiliza sólo en invierno (julio) la diversidad de especies aumentó en relación a lo que había inicialmente. Las especies dominantes eran esencialmente tres: Trisebromus hirtus (80%), Erodium spp. y Vulpia dertonensis. La utilización de verano (enero) estimuló un incremento en la población de Vulpia. Al utilizarla en primavera (octubre) se favoreció el aumento de Erodium spp. y de Hordeum spp. La utilización de otoño e invierno determina los valores de densidad y dominancia máximos.

La exclusión completa de un Área al pastoreo tiende a la dominancia de Bromus rigidus. La tendencia general es la siguiente:

Hoja ancha	<u>B. mollis</u>	<u>Avena</u> spp.	<u>B. rigidus</u>
------------	------------------	-------------------	-------------------

Esta dominancia se debe en parte a la acumulación de materia orgánica. Esta tendencia sucesional, aunque interesante, no posee mayor interés agronómico (Rossiter, 1966). Se puede suponer entonces, que el animal es necesario para promover el desarrollo de las especies de mejor calidad en la pradera, las que de otra forma no se presentarían.

El uso de la pradera por el animal no puede ser excesivo para evitar que ésta empeore, por tanto la carga animal debe adecuarse cada año al desarrollo de la pradera. Este tiene, al parecer, relación con la precipitación caída entre abril y junio y su composición botánica. Una utilización excesiva reduce a las especies más palatables y promueve el desarrollo de plantas pequeñas y en roseta.

Estudios que permitan predecir la producción en base a la precipitación de los primeros meses de la temporada de lluvias son importantes pa

ra poder ajustar la carga animal antes que una población excesiva de éstos dañe la pradera.

#### MEDICION DE LA CONDICION

El lugar de muestreo se seleccionó considerando que no hubiese sido utilizada al menos durante toda la temporada de crecimiento en que se hizo el estudio. La fecha de muestreo fue el 27 de septiembre y se utilizaron los datos colectados por Gastó y Naveas en el año 1972.

La fecha de muestreo se relaciona con el momento de máxima carga acumulada de la pradera, en este momento se encuentra el máximo de flores y frutos, lo que facilita la identificación de especies. Esto, debe realizarse antes que la pradera se descargue en forma natural, de aquí la importancia de realizar un muestreo rápido.

La metodología empleada en las tres praderas para la selección de las parcelas fue la siguiente: en el Sitio se muestrearon las diversas composiciones botánicas existentes. El muestreo consistió en cortar a ras de suelo cuadrantes de 0,5 x 0,25 m. El forraje cosechado fue puesto en bolsas de papel indicándose el número correspondiente a la parcela. Las muestras cosechadas en terreno fueron llevadas al lugar de trabajo donde estando aún frescas fueron separadas submuestras representativas del total de la parcela. En estas submuestras se separaron manualmente las especies que existían y el martillo. Se guardaron en bolsas de papel cada especie separada para poder determinar posteriormente la contribución específica al rendimiento. Las especies separadas y el resto del material, se guardó en la bolsa correspondiente a la parcela para ser secada.

Todas las muestras cosechadas fueron secadas en una estufa con aire forzado a 60°C, durante un tiempo mínimo de 48 horas. Al estar secas se procedió a pesar las muestras de cada especie en una balanza con una precisión de milésimas de gramos (0,001 g), el resto del material se pesó en una balanza con una precisión de décimas de gramos (0,1 g). Los datos fueron anotándose llenándose formularios confeccionados para ello. En las tablas se anotaban los siguientes datos: número de la muestra, peso de la bolsa, peso del residuo, pesos de cada especie.

Se elaboró un programa de computación que permitiera en forma rápida calcular los porcentajes de cada especie en cada parcela y su correspondiente cantidad de kilogramos por hectárea y el rendimiento total. La cantidad de martillo de la parcela en kilogramos/ha fue restada del total para evaluar el crecimiento del año. El porcentaje se refirió al crecimiento del año.

Estos datos fueron ordenados en un cuadro resumen (Cuadro 5) en el cual se incluyó el porcentaje y los kilos por hectárea de cada especie dentro de cada parcela. Se elaboraron a partir de estos datos gráficos (Figuras 3 y 4) de las especies más frecuentes donde se relacionaron los kilogramos por ha de la parcela con el porcentaje del rendimiento total correspondiente a la especie.

En estos gráficos se observa la tendencia de las especies al variar la producción total de la parcela. Los elementos que proporcionan los gráficos específicos son importantes para construir las hipótesis que se probaron para este sitio.

LLANO ARCILLOSO PROFUNDO

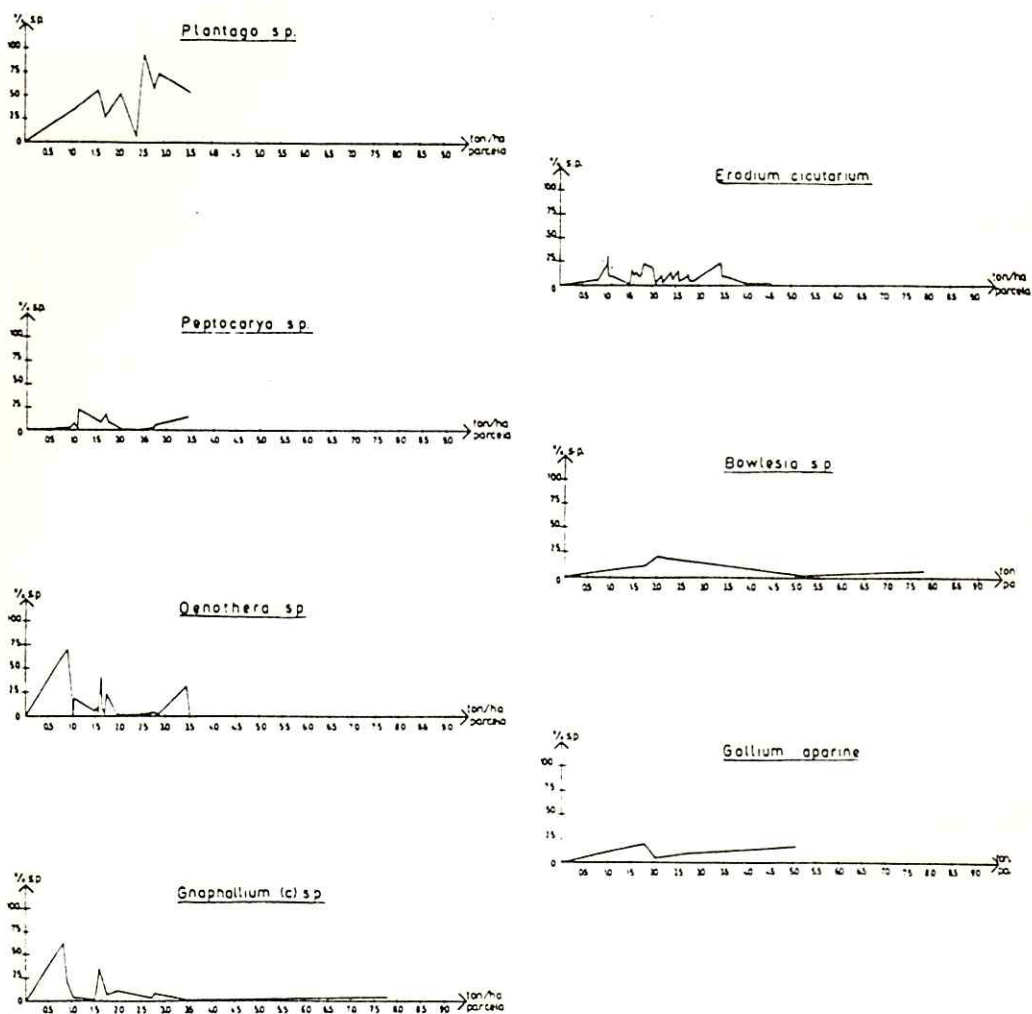


FIGURA 3. Porcentaje específico de contribución al rendimiento total en el Sitio de estudio (Infante, 1986).

LLANO ARCILLOSO PROFUNDO

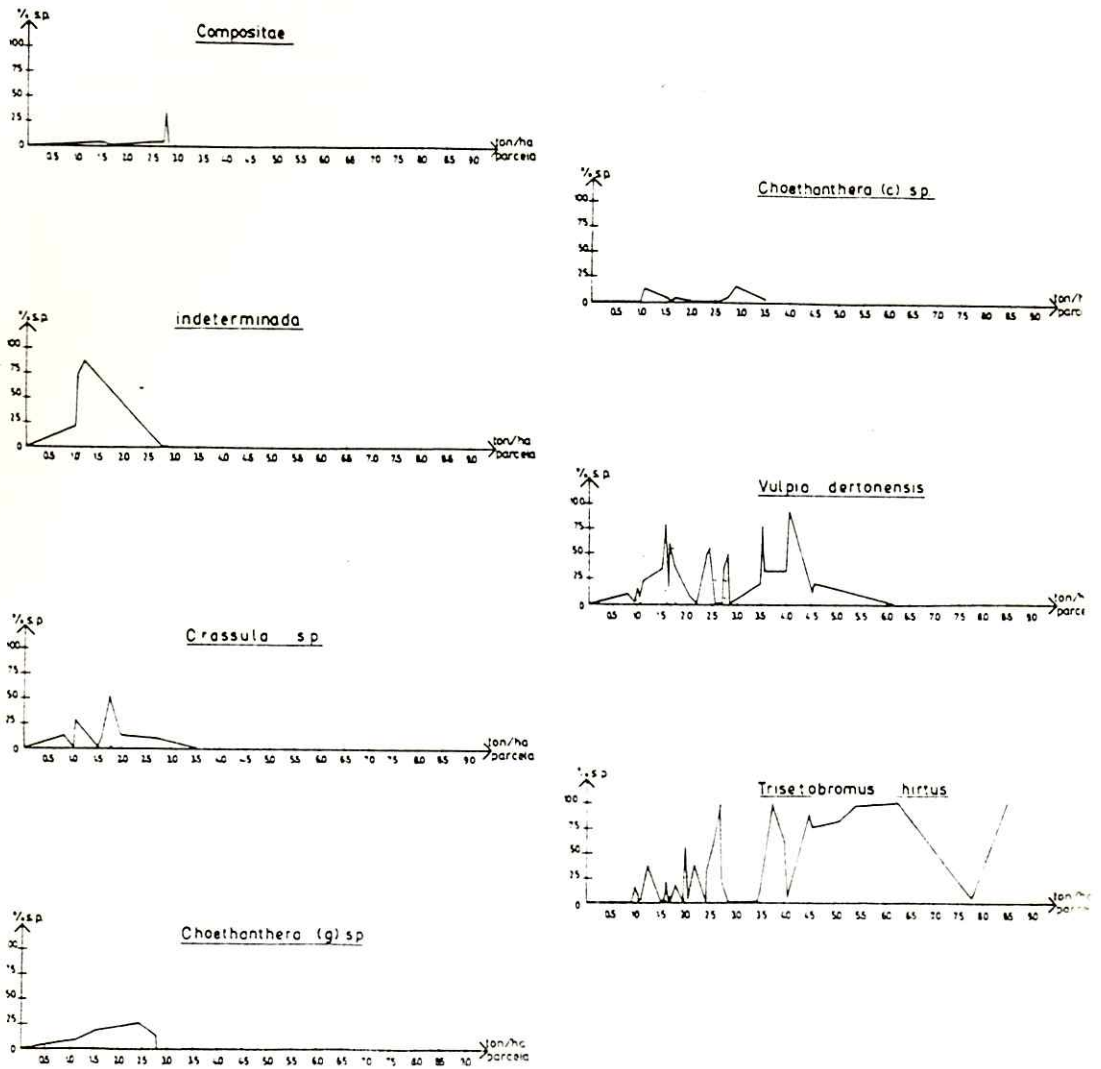


FIGURA 4. Porcentaje específico de contribución al rendimiento total del Sitio de estudio (Infante, 1986).

## OPCIONES DE ESTADO

La interpretación de las mediciones y observaciones realizadas en el Sitio de estudio se pueden plantear formalmente para una mejor comprensión de los fenómenos que participan y estados de la pradera. Las hipótesis planteadas por Infante (1986) son consideradas en el presente acápite y se extractan a continuación.

### PLANTEAMIENTO SISTEMOGENICO

Los estados sucesionales se ubicaron en base a la productividad de las parcelas muestreadas y la similaridad de aquellas especies que poseían más de un 15% de importancia en peso dentro de la parcela. Se escogió la cifra de 15% por estimarse que éste puede ser un límite de apreciación visual de importancia de la especie en la parcela.

La génesis del sistema y las opciones de estado del Sitio ocurren a través de varias rutas (Figura 5). A partir de la situación de suelo desnudo la sucesión comienza con la invasión de un grupo de especies las cuales son bastante numerosas y que se asocian en forma indistinta unas y otras. El momento inicial es un estado de desorden o alta entropía. No existe una relación estrecha entre ambiente y composición botánica debido a que el ajuste de las especies al medio es escaso al comienzo de la sucesión.

Pasado algún tiempo, aumenta la población de las especies más nobles empezando a ajustarse la composición botánica al medio. Aumenta entonces la población de E. cicutarium, V. dertonensis y aparece una de las especies más nobles de este ambiente: Trisetobromus hirtus. Esta especie es común en las muestras tomadas y se hace importante cuando la fitomasa comienza a sobrepasar las dos ton MS/ha. Aún existe un grado de desorden y desajuste aunque éste es menor que en la etapa anterior. Otras especies acompañantes son Chaetantera sp. que empieza a reemplazar a E. cicutarium.

Una etapa más madura es la que se alcanza alrededor de las cuatro ton MS/ha donde T. hirtus ha alcanzado una importancia relevante y es frecuente en este rango de productividad. La especie que acompaña es principalmente V. dertonensis, la que en algunos casos domina la cubierta.

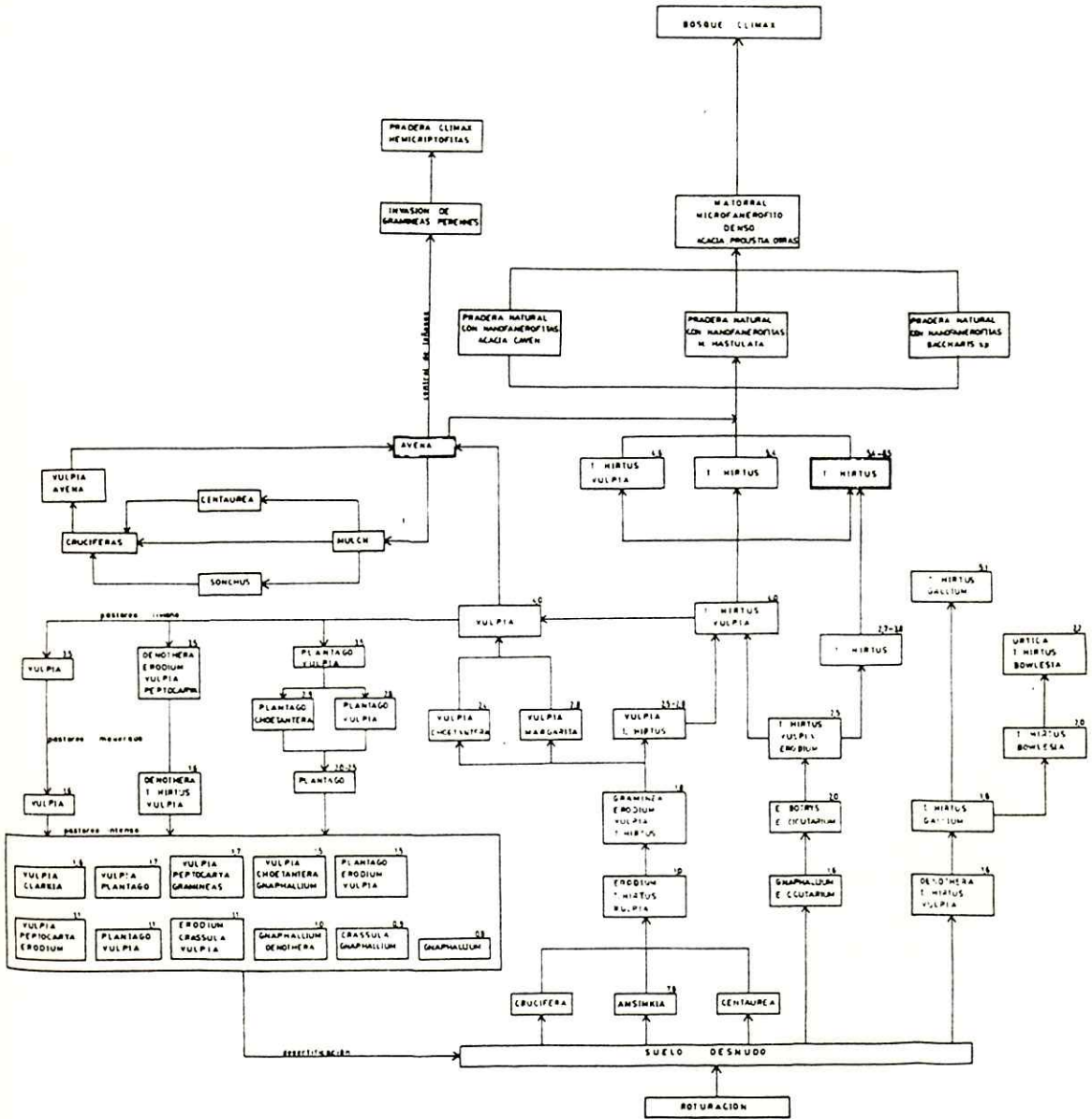


FIGURA 5. Hipótesis sucesional de los estados pratenses, atractores climáticos para el Sitio, retrogradación por sobrepastoreo. Dominio plano, Reino templado. La cifra en vértice superior es rendimiento de materia seca observado T/ha (Infante, 1986).

tea que el uso global que hacen del sistema las especies anuales es tan eficiente que éstas habrían desplazado definitivamente a las especies perennes. La eliminación de las especies perennes de la pradera se realizó a través de una acción conjunta entre el pastoreo de los animales domésticos y el desmonte realizado por el hombre. Las especies anuales que invadieron están más adaptadas a condiciones de pastoreo intenso. Bajo estas condiciones la permanencia de las especies perennes no es posible, no debido a un uso menos eficiente del sistema sino a una presión de pastoreo que permite la invasión de especies anuales desplazando a aquellas autóctonas.

Otro caso interesante de notar es la ausencia de Avena barbata en todos los muestreos, realizado en 1972; al recorrer el mismo lugar de muestreo se observa una gran dominancia de esta especie en los lugares de pradera abierta. El efecto del rezago y exclusión estimuló fuertemente el desarrollo de A. barbata, la cual es hoy muy importante. Dentro de los amplios sectores dominados por esta especie, se observan sectores que están sin vegetación activa y el suelo cubierto por un grueso mantillo de materia orgánica. Otras áreas se encuentran con una vegetación dominada por crucíferas y Centaurea sp., y otros más evolucionados con V. dertonensis, T. hirtus y A. barbata.

A este respecto se piensa que la pradera en su ruta sucesional va cargando materia orgánica hasta llegar a un punto en el cual se forma un mantillo denso que limita la germinación de las semillas pratenses, la sobrevivencia de las plántulas también podría verse afectada. Esto aniquila a la pradera, la carga acumulada no está en equilibrio con la forma vital existente. El control y manejo de plantas leñosas mantiene el sistema en el estado de pradera. La materia orgánica acumulada en el mantillo se mineraliza y después se inicia una microsucesión que posee su estado pionero con crucíferas y Centaurea, para evolucionar rápidamente a un estado avanzado con V. dertonensis, T. hirtus y A. barbata. Esta situación tiende a la dominancia de A. barbata. Este fenómeno tendría al parecer características cíclicas y ocurriría cada cierto intervalo de tiempo.

El aporte de materia orgánica al suelo va mejorando las características del ecotopo y dada una etapa de migración adecuada podría establecerse en este ambiente una pradera de hemicriptófitas con especies como Nasella chilensis, Piptochaetium montevidense y Stipa spp. (Gallardo, 1985). El control de leñosas debe ser en los primeros años bastante frecuente para luego ir siendo cada vez más esporádico. El estado pratense es un disclímax antrópico y requiere de un aporte de energía para mantenerlo. Si no existe control de leñosas o éste cesa, el estado pratense va siendo invadido por

En este nivel de cuatro ton MS/ha, la pradera necesita un grado de ajuste importante de sus especies ya que la exigencia que esto significa al medio es grande. En este punto es entonces donde se postula la creación de distintas posiciones de las especies en la pradera lo que es también equivalente a la creación y utilización de nuevos habitats ecológicos de producción, esto es lo que permite a las especies más ajustadas aumentar la producción sobre el nivel de cuatro ton MS/ha, el cual ha sido postulado por Segarra (1980) como la asíntota productiva a la que tendería la pradera en este ambiente.

Las posiciones que se postulan varían entre sí en la incidencia de luz solar y aporte de materia orgánica por parte del follaje de árboles o arborescentes.

Los distintos habitats descritos son:

Pradera madura abierta: especies dominantes Avena barbata y Vulpia dertonensis.

Estepa de Acacia caven poco densa: Avena barbata, Trisetobromus hirtus y Vulpia dertonensis.

Estepa de Acacia caven densa: Trisetobromus hirtus y Vulpia dertonensis.

Lado tronco: Urtica sp., Oxalis sp., Gallium aparine y Bowlesia sp.

Bajo copa: Trisetobromus hirtus.

Sobre leña: Gallium aparine y cualquiera de las anteriores dependiendo del grado de descomposición de la leña y de su posición relativa.

La mayor productividad se registra en comunidades puros de Trisetobromus hirtus situados bajo la copa de los arbustos, en esta posición la temporada de crecimiento es más amplia, posee más homeostasis en relación a la temperatura y un contenido mayor de nitrógeno. Estos factores ambientales sumados a una especie de período vegetativo prolongado como T. hirtus determina un mayor desarrollo y rendimiento.

Las especies presentes son, en general, terófitas que no evolucionaron en este medio. Esto podría hacer pensar que las especies hemicriptófitas autóctonas podrían mejorar el uso global del medio en relación al uso que hacen las especies terófitas exóticas. Como contraparte llama la atención la escasa presencia de estas especies en este ambiente; es materia de discusión la relevancia de las especies hemicriptófitas en estos ambientes después de haber sido excluidos de éste por las especies anuales. Rossiter (1966) plan

especies como Muelenbeckia hastulata, Acacia caven y Baccharis spp. Este proceso ha sido descrito por Gallardo y Gastó (1985). Los procesos antes descritos se realizan en forma natural y son esencialmente función del tiempo, sólo se requiere en algunos casos la acción del hombre para favorecer el desarrollo de la estrata herbácea.

El animal consume en la pradera aquellas especies que son más palatables, de esta forma selecciona de todas las especies disponibles aquéllas que son de período vegetativo más largo y que por tanto poseen una palatabilidad mayor. Depende de la cantidad de animales o carga animal el efecto que éstos tengan sobre la pradera. Si la carga animal es excesiva la pradera empieza a retrogradar hacia especies menos palatables y de menor productividad, que poseen un período vegetativo más corto. Esta situación no es deseable y de aquí nace la necesidad de poder determinar con precisión la carga animal que es capaz de sustentar la pradera según la condición en que ésta se encuentra. La época de pastoreo también afecta la composición botánica y dependiendo del momento de utilización se estimulan o favorecen ciertas especies y se inhiben o perjudican otras. Por lo tanto el animal afecta y determina la composición botánica de la pradera, por efecto del número de animales como por el momento en que éstos utilizan la pradera. Si el número de animales es adecuado a la producción de forraje, la productividad de la pradera debiera mantenerse.

Otro efecto importante del animal en la pradera es que éste por lo general estimula la aparición de leguminosas en la pradera. En este ambiente en particular es Trifolium glomeratum la especie que se ve más favorecida con el pastoreo. La altura de la pradera es un factor muy importante en la permanencia de la leguminosa.

Llama la atención la gran diversidad de micro-habitats que se desarrollan en este ambiente. Las estrategias para sobrevivir deben ser más ajustadas para lograr una mayor persistencia y producción de tejido vegetal. La mayor disponibilidad de agua produce una mayor uniformidad del ambiente. Los otros casos estudiados en este trabajo poseen un número de especies y diversidad ambiental menor.

## CLASIFICACION DE ESPECIES EN LA CONDICION

En base a la ordenación en un gradiente productivo de las asociaciones y los gráficos de respuesta específica al rendimiento total, se establecieron hipótesis para ordenar las especies dentro de los grupos superior-medio-inferior de acuerdo a la metodología general que establece el método de la condición (Dyksterhuis, 1949 y 1958; Ellison, 1960).

Se elaboró un programa de computación que permitiera operar en forma rápida con los datos y probar las hipótesis. Se busca maximizar el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) entre el porcentaje de especies deseables (X) y productividad total de la parcela (Y). El porcentaje de especies deseables se calcula sumando el porcentaje existente de las especies del grupo superior más el porcentaje establecido como permitido para las especies del grupo intermedio, las especies del grupo inferior son rechazadas en su totalidad. Si el porcentaje existente de las especies del grupo intermedio excede al porcentaje establecido como máximo para este grupo, se lleva el porcentaje existente al máximo permitido por medio de una relación lineal. A través de estas operaciones aritméticas se obtiene el porcentaje de dichas especies deseables.

Se determinó las funciones de regresión de los datos obtenidos por las distintas hipótesis probadas, en un modelo lineal simple, ajustado por el método de mínimos cuadrados. Se incluyen cinco hipótesis, aquellas que tuvieron un ajuste de ( $R^2$ ) mayor. Otras hipótesis fueron probadas pero su ajuste fue menor por lo que se decidió no incluirlas, ya que no aportan elementos que ayuden a solucionar el problema. Para cada hipótesis se probaron seis niveles de inclusión de especies del grupo medio, a saber: 5, 10, 20, 30, 40 y 100%, respectivamente.

El Cuadro 6 muestra las hipótesis planteadas y los resultados obtenidos al probar cada una de las hipótesis con sus seis niveles de ajuste de las especies del grupo medio.

Para las especies identificadas en el Sitio de estudio, ubicado en el Distrito plano, se usaron las siguientes abreviaciones:

Amsimkia hispida	amhi	Indeterminada	inde.
Boraginaceas	bora.	Koeleria phleoides	koph
Bowlesia sp.	bosp	Micropsis sp.	misp
Clarkia tenella	clte	Oenothera sp.	oesp

CUADRO 6. Nivel de ajuste de las cinco hipótesis probadas en el Sitio de estudio (Infante, 1986).

	Superior	Medio	Inferior	% espe- cies gru- po medio	R <sup>2</sup>	T	Coef. esti- mado va- riable	Coef. esti- mado cons- tante		
HIPOTESIS										
1	trhi	vude	amhi	clte	5	0,1369	2,7305	24,004	989,334	
	erbo	erci	bora.	disp	10	0,3789	5,3550	32,257	1.566,586	
	gaap	bosp	coma	chsp(c)	20	0,3374	4,8923	32,826	1.292,194	
		chsp(g)	misp	gnsp(c)	30	0,3049	4,5410	33,953	1.008,864	
		plsp	oesp	gnsp(g)	40	0,2691	4,1599	34,316	780,853	
		trgl	pesp	gram.	100	0,1369	2,7305	24,004	989,334	
		ursp	poly.	higl						
		inde.	prsp	koph						
			sasp	comp.						
			scro.	sp(1)						
		crsp	sp(2)							
HIPOTESIS										
2	trhi	erci	inde.	crsp	5	0,2634	4,0994	26,6267	1.297,098	
	erbo	bosp	bora.	disp	10	0,2545	4,0054	27,520	1.160,987	
	gaap	ursp	coma	chsp(c)	20	0,2390	3,8422	29,436	876,5992	
		vude	amhi	misp	gnsp(c)	30	0,2398	3,8506	32,258	545,331
		chsp(g)	oxsp	gnsp(g)	40	0,2582	4,0441	35,552	205,805	
		comp.	pesp	gram.	100	0,3131	4,6287	40,215	435,0896	
		oesp	poly.	highl						
		plsp	prsp	koph						
		trgl	sasp	sp(1)						
			scro.	sp(2)						
		clte								
HIPOTESIS										
3	trhi	gaap	amhi	misp	5	0,3294	4,8044	29,7584	1.516,198	
	erbo	vude	bora.	oxsp	10	0,3116	4,6119	29,8947	1.383,582	
	plsp	erci	coma	poly.	20	0,2605	4,0689	29,5415	1.166,802	
		bosp	clte	prsp	30	0,2185	3,6252	29,3183	985,816	
		chsp(g)	crsp	sasp	40	0,1743	3,1503	27,9096	907,201	
		chsp(c)	disp	scro.	100	0,0549	1,6532	17,095	1.352,696	
		comp.	gnsp(g)	ursp						
		oesp	gnsp(c)	sp(1)						
		inde.	gram.	sp(2)						
		pesp	higl							
	trgl	koph								
HIPOTESIS										
4	trhi	erci	amhi	koph	5	0,2374	3,8254	26,7335	1.049,122	
	erbo	bosp	bora.	misp	10	0,2121	3,5571	26,3771	982,276	
	plsp	chsp(g)	coma	oxsp	20	0,1623	3,0171	25,2248	926,289	
		gaap	chsp(c)	clte	poly.	30	0,1314	2,6667	24,5793	892,106
		trgl	comp.	crsp	prsp	40	0,1104	2,4151	23,4495	926,049
		vude	oesp	disp	sasp	100	0,0585	1,7091	17,5589	1.320,589
			inde.	gnsp(c)	scro.					
			pesp	gnsp(g)	ursp.					
				gram.	sp(1)					
				higl	sp(2)					
HIPOTESIS										
5	trhi	erci	amhi	oxsp	5	0,2376	3,8278	26,6877	1.052,082	
	erbo	bosp	bora.	poly.	10	0,2213	3,6542	27,0219	955,429	
	plsp	chsp(g)	coma	scro.	20	0,1905	3,3263	26,8551	867,130	
		gaap	comp.	clte	prsp	30	0,1740	3,1417	26,6448	832,219
		vude	inde.	crsp	sasp	40	0,1614	3,0078	25,7729	873,959
		trgl		disp	ursp	100	0,1385	2,7487	24,0525	976,991
				gnsp	chsp(c)					
				gram.	oesp					
				higl	pesp					
				koph	sp(1)					
			misp	sp(2)						

Compositae	comp.	Oxalis sp.	oxsp
Conium maculatum	coma	Peptocarya sp.	pesp
Crassula sp.	crsp	Plantago sp.	plsp
Dioscorea sp.	disp	Polygonaceas	poly.
Chaetanthera sp. (c)	chsp(c)	Proustia sp.	prsp
Chaetanthera sp. (g)	chsp(g)	Sagina sp.	sasp
Erodium cicutarium	erci	Scrophulareaseae	scro.
Erodium botrys	erbo	Trifolium glomeratum	trgl
Gallium aparine	gaap	Trisetobromus hirtus	trhi
Gnaphallium sp. (c)	gnsp(c)	Urtica sp.	ursp
Gnaphallium sp. (g)	gnsp(g)	Vulpia dertonensis	vude
Graminae	gram.	sp(1)	sp(1)
Hipochaeris glabra	higl	sp(2)	sp(2)

#### CONDICION Y CAPACIDAD SUSTENTADORA

Usando el criterio de maximizar el coeficiente de determinación  $R^2$ , se seleccionó la mejor hipótesis y ajuste de las especies del grupo medio. Usando esta ecuación de primer grado se calcula la productividad de forraje en base al porcentaje de especies deseables, este valor se transforma a capacidad sustentadora de la pradera usando la fórmula 1:

$$CS = \frac{PMS \cdot F}{15.365}$$

Los resultados se expresan en UA/ha x año (Cuadro 7), se usaron tres valores para F: 1,0; 0,8 y 0,6.

CUADRO 7. Capacidad sustentadora en distintas condiciones del Sitio en estudio.

% spp deseables	UA/ha x año		
	CS F = 1,0	CS F = 0,8	CS F = 0,6
100 - 75	0,8 - 0,7	0,7 - 0,6	0,5 - 0,4
75 - 50	0,7 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3
50 - 25	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2
25 - 0	0,4 - 0,2	0,3 - 0,1	0,2 - 0,1

En el cuadro se indican distintas capacidades sustentadoras para la pradera en la misma condición, la cual es cosechada con distintas eficiencias (F), este factor es esencialmente dependiente del manejo del pastoreo que se haga.

En este sitio el número de observaciones fue de 49, la variable dependiente fueron los kilos totales medidos en cada parcela, la independiente ha sido el porcentaje de esta productividad representada por las especies deseables, el cual varía de acuerdo a la hipótesis que se establezca y el porcentaje de especies medias aceptadas en las deseables. El valor de T es lo que nos da la confiabilidad del ajuste. En este caso  $T = 5.3550$  lo que para 47 grados de libertad y una variable explicativa significa una confiabilidad muy alta. Una correlación de esta magnitud, con 49 observaciones ocurriría aleatoriamente menos de 0,1 por ciento de las veces.

Para el sitio Llano Arcilloso Profundo la hipótesis más ajustada es la número uno, al nivel de aceptación de especies del grupo medio del 10 por ciento (Cuadro 6). La recta que presenta mejor ajuste es:

$$Y = 1566,586 + 32257X$$

$$R^2 = 0,3789$$

donde X representa el porcentaje de especies deseables en base 100. De esta manera se puede calcular, a partir de la proporción de especies deseables presentes, la productividad de materia seca del sitio. Si ajustamos por el consumo de una unidad animal en materia seca, podemos transformar los kilogramos de materia seca producidos en una hectárea del sitio a capacidad sustentadora de éste dada una cierta presencia de especies deseables.

El Cuadro 8 se propone como un formulario de terreno para ser usado en el sitio Llano Arcilloso Profundo. El usuario debe, como primer requisito, conocer las especies pratenses del sitio, debe, además, estimar dentro de la superficie en que esté evaluando el porcentaje de terreno que esté cubierto por cada especie. Teniendo este dato ve en el listado de especies incluidas en el formulario a qué lista corresponde la especie en cuestión. Si es Superior debe sumar la totalidad del porcentaje estimado, si es el grupo Medio puede sumar sólo hasta un 10%, el resto se rechaza. El porcentaje total del grupo Medio no debe exceder del 10%. Si la especie pertenece al grupo Inferior se rechaza todo lo existente. Este grupo no contribuye al porcentaje de especies deseables, se mira en la tabla dentro de qué rango se está ubicado, según el tipo de pastoreo utilizado, se ve la carga animal que la pradera puede sustentar.

CUADRO 8. Formulario de terreno para determinar la capacidad sustentada de la pradera a partir de la composición botánica en el Sitio de estudio (Infante, 1986).

Grupo Superior	Medio	Inferior
Erodium botrys	Bowlesia sp.	Amsimkia hispida
Gallium aparine	Chaetanthera sp.(g)	Boraginaceae
Trisetobromus hirtus	Erodium cicutarium	Chaetanthera sp.(c)
	Indeterminada	Clarkia tenella
	Plantago sp.	Compositae
	Trifolium glomeratum	Conium maculatum
	Urtica sp.	Crassula sp.
	Vulpia dertonensis	Dioscorea sp.
		Gnaphallium sp.
		Graminae
		Hipochoeris glabra
		Koeleria phleoides
		Micropsis sp.
		Oenothera sp.
		Oxalis sp.
		Peptocarya sp.
		Polygonaceae
		Sagina sp.
		Scrophulareaceae

Porcentaje de especies grupo Medio aceptados = 10%

$$Y = 1566,586 + 32,257X$$

$$R^2 = 0,3789$$

% spp deseables	UA/ha x año		
	Soiling*	Pastoreo rotativo	Pastoreo continuo
100 - 75	0,8 - 0,7	0,7 - 0,6	0,5 - 0,4
75 - 50	0,7 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3
50 - 25	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2
25 - 0	0,4 - 0,2	0,3 - 0,1	0,2 - 0,1

\* Para Soiling F = 1,0; Pastoreo rotativo F = 0,8; Pastoreo continuo F = 0,6.

## RESTRICCIONES

La estrata herbácea en el Sitio estudiado ocupa un lugar pionero en la sucesión ecológica característica de cada ambiente particular. Esta característica implica otros atributos que hacen complejo el estudio sistemogénico de la pradera en estos ambientes, el primero de ellos y el más importante es el desorden, característico de las etapas iniciales de la sucesión. Por lo tanto el germoplasma herbáceo perteneciente a las formas vitales Hemicriptófito y Terófito susceptibles de colonizar los sitios es muy abundante, demostrando las distintas especies niveles variables de ajuste medio.

A pesar del desorden referido, para cada Sitio existen especies que son indicadoras de ciertas condiciones y tendencias sucesionales en la pradera, la identificación de estos indicadores es de gran valor debido a la alta cantidad de la información en ellos contenida. Esta forma de observar la pradera implica una atención especial en algunos de sus componentes, que más fielmente representan los cambios que ocurren en la pradera.

A partir de los resultados obtenidos en el desarrollo de este trabajo se puede concluir que el método para determinar la productividad de la pradera en un sitio a través de la composición botánica es posible de ser aplicado.

En ambientes de mayor artificialización relativa presente en el Sitio, expresado principalmente en la implementación de riego, se produce una respuesta de la vegetación que se expresa en un menor ajuste debido a una menor rigurosidad ambiental. La especie ya no es por lo tanto, indicadora tan fiel de un nivel productivo determinado. La mayor rigurosidad del ambiente la da el pacimiento del animal, la selección opera en favor de aquellas especies que soportan el pastoreo y pueden recuperarse al corte. Los ajustes obtenidos para el Sitio de estudio, concuerdan con lo publicado por otros autores (Bas y Gastó, 1982).

Los gráficos específicos elaborados para el Sitio, muestran las tendencias que expresan las especies, por lo tanto deben ser vistos desde esta perspectiva. La cantidad de factores que afectan y determinan la respuesta poblacional de una especie son múltiples. Tratar de explicar un fenómeno de esta naturaleza en base a una variable es imposible, esto produce un comportamiento errático de la población y en realidad lo que ocurre es que la respuesta de la especie no es en relación a esa variable solamente, sino a los múltiples factores que intervienen en su respuesta final, el ren-

dimiento asociado a un determinado desarrollo. Kershaw (1964) plantea al respecto la ausencia de aleatoriedad en la distribución de las especies, que lleva al establecimiento de patrones los cuales por, lo general, se cumplen ya que las especies responden a ciertos factores ambientales, además de la competencia entre especies y de la habilidad competitiva variable con la edad de los individuos. Encontrar un lugar tan uniforme en suelo como para que la distribución de especies sea al azar es difícil de imaginar, además debe suponerse coetaneidad de los individuos para tener igual capacidad competitiva. Por lo difícil y utópico de que todo esto suceda es que se observan patrones de distribución. La observación es pertinente bajo el punto de vista de los factores que afectan el desarrollo de las poblaciones vegetales. Entonces lo que aporta al método es la constatación de que al aumentar el rendimiento en el Sitio la especie tiende a aumentar a su vez su participación en la muestra.

La hipótesis sistemogénica fue elaborada en base a la escasa bibliografía existente, observaciones en terreno y los datos cuantitativos que se poseían de la estrata herbácea. El planteamiento de la microsucesión praxense ha sido elaborado exclusivamente en base a los datos y las observaciones realizadas en terreno.

Los acercamientos a la hipótesis más ajustada se inscriben dentro de la metodología general de aproximaciones sucesivas.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, C.; FLEISCHMANN, M.; CARAS, R. y GASTO, J. 1984. Estudio de un ecosistema predial. Empresa agropecuaria de la cordillera andina de Bfo Bfo, Chile. Informe proyecto OEA-Univ. Católica de Chile "Educa-  
ción tecnológica en predios marginales rurales".
- BAILEY, R.W. 1945. Determining trend of range watershed condition essen-  
tial to success in management. Jour. Forestry 43: 733-737.
- BARAHONA, V. 1987. Evaluación de la pradera naturalizada en diferentes  
Sitios de la zona mediterránea semiárida, mediante el método de la  
Condición. Tesis como parte de los requisitos para optar al título  
de Ing. Agrónomo, Universidad Católica de Valparaíso.
- BAS, M.F. 1980. Ordenación de la pradera mediterránea en un Continuum y  
su relación con la productividad. Fac. de Agronomía, Universidad Ca-  
tólica. Tesis Ingeniero Agrónomo.
- BAS, M.F. y GASTO, J. 1982. Estimación de la productividad de la pradera  
mediterránea subhúmeda a través del ordenamiento, valor pastoral y con-  
dición. Cienc. Inv. Agr. 9: 189-198.
- BLAIR, R.F. 1947. Range condition. A clasification of the grass-sage  
brush range in the Mayfield. Soil Conservation District. U.S. Dept.  
Agric. Soil Cons. Service. Mayfield Soil District. 13 p.
- BRÜGGEN, J. 1950. Geología, 2a. ed. Nacimiento. Santiago. 510 p.
- CLEMENTS, F.E. 1916. Plant Succession. Carnegie Inst. Pub. 242, Washing-  
ton.
- CLEMENTS, F.E. 1936. Nature and structure of the climax. J. Ecol. 24:  
253-284.
- CONTRERAS, D.; J. GASTO y F. COSIO (eds.). 1987. Ecosistemas pastorales  
de la zona mediterránea árida de Chile. I. Estudio de las comunidades  
agrícolas de Carquindaño y Yerba Loca del Secano Costero de la Región  
de Coquimbo. UNESCO-MAB y CONICYT - Comité MAB-3 Chile. UNESCO, Mon-  
tevideo, Uruguay.
- COSIO, F., GALLARDO y J. GASTO. 1990 (En prensa). Sitios de la provincia  
seco estival prolongada o Mapocho. Facultad de Agronomía, Universidad  
Católica de Valparaíso, Valparaíso.

- COSIO, F. et al. 1987. Evaluación y análisis de opciones de desarrollo de El Sobrante, Petorca. Informe proyecto Mejoramiento y desarrollo del área de secano mediterráneo interior de la región de Valparaíso, V Región. Univ. Católica de Valparaíso. Fac. Agronomía.
- COSTELLO, D.F. 1945. Reading the Range. Amer. Hereford Jour. 1(1).
- COSTELLO, D.F. 1956. Factors to consider in the evaluation of vegetation Condition. J. Range Manage. 9: 73-74.
- COSTELLO, D.F. y G.T. TURNER. 1944. Vegetation changes following wxclusion of livestock from grazed ranges. Jour. Forestry. 39: 310-315.
- COSTELLO, D.F. y G.T. TURNER. 1944. Judging Condition and Utilization of Short Grass Ranges on the Central Great Plains. U.S.D.A. Farmer's Bulletin, 1949.
- COWLESS, H.C. 1899. The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. Bot. Gaz. 27: 95-116, 167-202, 281-308, 361-391.
- COWLESS, H.C. 1901. The physiographic Ecology of Chicago and Vicinity; a study of the origin, development and classification of Plant Societies. Bot. Gaz. 31: 73-108, 145-182.
- DAUBENMIRE, R.F. 1940. Plant Succession due overgrazing in the Agropyron-bunchgrass prairie of Southeastern Washington. Ecology, 21: 55-64.
- DEMANET, R. 1984. Análisis de sistemas ganaderos de la zona árida y semiárida de Chile. Universidad Católica de Valparaíso. Tesis Ing. Agr., Quillota.
- DI CASTRI, F. 1975. Esbozo ecológico de Chile. Ministerio de Educación. Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigación Pedagógica.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1949. Condition and management of Range Land upon Quantitative Ecology. J. Range Manage. 2: 104-115.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1958a. Ecological principles in range evaluation. Botanical Rev. 24: 253-272.

- DYKSTERHUIS, E.J. 1958b. Range conservation based on Sites and Condition classes. J. of Soil and Water Conserv. 13: 104-115.
- ELLENBERG, H. 1959. Typen tropischer Urwälder in Peru. Schweiz. Z. Forstw. 110: 169-187.
- ELLISON, L. 1949. The ecological basis for judging condition and trend on Mountain Rangeland. Jour. Forestry 47: 787-795.
- ELLISON, L. 1960. Influence of grazing on plant succession of rangelands. Bot. Review 26: 1-78.
- ELLISON, L.; A.R. CROFT y R.W. BAILEY. 1951. Indicators of condition and trend on high range watersheds of the Intermountain Region. USDA Handbook 19.
- FLEISCHMANN, M.; J. GASTO; C. AGUILAR y R. CARAS. 1984. Estudio de pequeñas propiedades agrícolas de la cordillera andina de Bío Bío, Chile. Informe proyecto OEA - Universidad Católica de Chile, "Educación tecnológica en predios rurales marginales".
- FOREST SERVICE. 1965. In your service. The work of Uncle Sonn's forest rangers. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. AIB 136: 24 p.
- GALLARDO, S. 1983. Estado y cambio de estado del ecosistema de Quillaja saponaria (Mol.). Trabajo de Investigación como requisito para la obtención del grado de Licenciado en Ciencias Biológicas, U.C. No publicado.
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1985. Sistema de clasificación de pastizales. Informe final proyecto CONICYT 1085/84.
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987. Estado y planteamiento hipotético del cambio de estado del ecosistema de Quillaja saponaria (Mol.). Sistemas en Agricultura 87-15.
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987a. Sistema de clasificación de pastizales. Sistemas en Agricultura 87-14.
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987b. Clave de clasificación de pastizales. Informe proyecto CONICYT-FONDECYT N° 1409-86. Santiago.

- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987c. Carta de pastizales de Chile. Reinos, Dominios, Provincias y Distritos. Escala 1:1.500.000. Informe proyecto CONICYT-FONDECYT N° 1409-86. Santiago.
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987d. Carta de pastizales de Chile. Provincia secoestival prolongada o Mapocho. Escala 1:250.000. Informe proyecto CONICYT-FONDECYT N° 1409-86. Santiago.
- GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987e. Distritos de pastizales de Chile y cartas temáticas ganaderas. Informe proyecto CONICYT-FONDECYT 1409-86. Santiago.
- GASTO, J. y N.E. WEST. 1970. Population dynamics studies of the causes of range condition and trend. Annual Meeting Amer. Soc. Range Management, Denver, Colorado. February 12, 1970.
- GASTO, J. 1973. Evaluación sinecológica de praderas. Centro de Información de Zonas Áridas. Esc. Sup. de Agricultura "Antonio Narro", Universidad Autónoma de Coahuila, México.
- GASTO, J. 1979. Ecología. El hombre y transformación de la naturaleza. Universitaria, Santiago.
- GASTO, J. y D. CONTRERAS. 1979. Un caso de desertificación en el norte de Chile. El ecosistema y su fitocenosis. Bol. Técnico N° 42. Santiago.
- GASTO, J.; S. GALLARDO y D. CONTRERAS. 1985a. Caracterización de los pastizales de Chile. Reinos, Dominios y Provincias. Informe final proyecto CONICYT 1085/84.
- GASTO, J.; S. GALLARDO y D. CONTRERAS. 1985b. Carta de los pastizales de Chile. Reinos, Dominios y Provincias. Escala 1:1.500.000. Informe proyecto CONICYT 1085/84.
- GASTO, J.; S. GALLARDO y D. CONTRERAS. 1987. Caracterización de los pastizales de Chile. Reinos, Dominios y Provincias. Sistemas en Agricultura, IISA 8716.
- GASTO, J. y CONTRERAS, L. 1972. Análisis del potencial pratense de fanerófitas y caméfitas en regiones mediterráneas de pluviometría limitada. Bol. Téc. N° 35, Fac. Agr., U. de Chile.

- GEMINES. 1982. Geografía económica de Chile. Andrés Bello (ed.). Santiago de Chile. 1082 p.
- GUTIERREZ, F. y ARMESTO, J. 1981. El rol del ganado en la dispersión de las semillas de Acacia caven. *Cienc. e Invest. Agr.* 8: 3-7.
- HANSON, H.C.; D. LOVE y M.S. MORRIS. 1931. Effect of different systems of grazing by cattle upon a western wheatgrass type of range. *Colorado Agr. Exp. sta. Bull.* 377. 82 p.
- HUMPHREY, R.R. 1945. Some fundamentals of the classification of Range Condition. *Jour. Forestry*, 43: 646-647.
- HUMPHREY, R.R. 1947. Range forage evaluation by the Range Condition Method. *Jour. Forestry*, 45: 10-16.
- HUMPHREY, R.R. 1949. Field comments on the Range Condition Method of forage survey. *J. range Manage.* 2: 1-10.
- HYDER, D.N. 1953. Grazing capacity as related to Range Condition. *Jour. Forestry*, 51: 206.
- INFANTE, R. 1986. Método de condición, productividad y sistemogénesis de praderas en cuatro sitios del Reino Templado. Facultad de Agronomía, Univ. Católica de Chile, Tesis Ing. Agr.
- KERSHAW, K.A. 1964. Quantitative and dynamic ecology. Amer. Elsevier Publ. Co., New York. 183 p.
- KÖPPEN, W. 1923. Die Klimate der Erde, Grundriss der Klimakunde. Berlin, Leipzig. de Gruyter.
- Mc ARDLE, E.R. 1960. Concepto de uso múltiple de bosques y tierras forestales. Su valor y limitaciones. *Fifth World Forestry Congress Proceeding.* pp. 149-152.
- MECKER, O.D. Jr. y D.L. MERKEL. 1984. Climax Theories and a recommendation for vegetation classification - A view point. *J. of Range Manage.* 37(5): 427-430.
- MICKENBERG, N. 1970. Los suelos de Chile. Ensayo de clasificación. In forme mimeografiado. Proyecto UNSF. 113 CHI/LA/FAO.
- HOSS, C.E. 1913. Vegetation of the Peak District. Cambridge University Press. Mass.

- MURPHY, R.E. 1967. A spatial classification of landsforms based on both genetic and empirical factors: a revision. *Ann. Assoc. Am. Geog.*, v. 57: 185-186.
- MURPHY, R.E. 1968. Lands-forms of the world. *Map. Supp. N° 9. Ann. Assoc. Am. Geog.*, v. 58.
- NAVA, R.; R. ARMIJO y J. GASTO. 1979. Ecosistema. La unidad de la naturaleza y el hombre.
- NEILAND, B.M. y J.T. CURTIS. 1956. Differential responses to clipping of six prairie grasses in Wisconsin. *Ecology*, 37: 355-365.
- OLIVARES, A. y RIVEROS, E. 1979. Composición botánica de la estrata herbácea de una pradera mediterránea anual sometida a diferentes épocas y frecuencias de talajes. *Avances en Producción Animal*, 4(1): 35-44. *Fac. de Agronomía, U. de Chile.*
- PANARIO, D.; GALLARDO, S. y J. GASTO. 1987. Unidades geomorfológicas en el sistema de clasificación de pastizales. Distrito. Informe proyecto CONICYT-FONDECYT N° 1409-86.
- PANARIO, D.; MORATO, E.; GASTO, J. y S. GALLARDO. 1987. Sitio en el sistema de clasificación de pastizales. Informe proyecto CONICYT-FONDECYT 1409-86.
- PARKER, K.W. 1951. A method for measuring trend and range condition on national forest ranges. U.S.D.A. Forest Service, Washington D.C. 26 p.
- RANGE DIVISION. 1942. Some examples of depleted rangeland in the Pacific Northwest. U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service, Portland, Oregon. 8 p.
- ROSSITER, R. 1966. Ecology of the mediterranean annual-type pasture. *Advan. Agron.* 18: 1-56.
- SAMPSON, A.W. 1917. Succession as a factor in relation to Range Management. *Jour. Forestry* 15: 593-596.
- SAMPSON, A.W. 1919. Plant Succession in relation to Range Management. U.S.D.A. Bull. 791.

- SCHMITHÜSEN, J. 1956. Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. En: Forschung in Chile. Donner Geogr. Ab. 17 (1-89). Bonn.
- SEGARRA, F. 1980. Caracterización de la curva de crecimiento de la pradera natural, en el secano interior mediterráneo. U. de Chile. Tesis Ing. Agrónomo. 52 p.
- SHIFLET, T.H. 1973. Range Sites and soil in the United States. pp. 26-33. En: Society for Range Manage. Publ., Arid Shrublands.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1962. Technicians guide to range site, condition class and recommended stocking rates in soil conservation districts of the Foothill Area of Central Montana's 10-14. Precipitation Bolt. U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service, Lincoln Nebraska. 2 p.
- TAINTON, N.M. 1981. Veld and pasture management in South-Africa. Shuter y Shooter (Ed.). pp. 46-56.
- TANSLEY, A.G. 1939. The British Islands and their vegetation. Cambridge Univ. Press.
- TUXEN, R. 1933. Klimaxprobleme des nordwest-europäischen Festlandes. Nederl. Kriud-kund. Arch. 43: 293-309.
- TUXEN, R. y H. DIEMONT. 1937. Klimaxgruppe and Klimaxschwarm. Jahresber. Naturhist. Ges. Hannover 88/89: 73-87.
- VALENZUELA, M. 1986. Evaluación de praderas mediterráneas del secano árido y semiárido de la región de Coquimbo y de Valparaíso, mediante el método de la Condición. Tesis como parte de los requisitos para optar al título de Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- VOIGHT, J.N. y J.E. WEAVER. 1951. Range condition classes of native southwestern pastures: an ecological analysis. Ecol. Monogr. 21: 30-60.
- WEAVER, J.E. y W.W. HANSEN. 1941. Native midwestern pastures; their origin, composition and degeneration. Nebraska Cons. Bull. 22. 93 p.
- WILSON, D.B. y W.S. MCGUIRE. 1961. Effects of clipping and nitrogen on competition between three pasture species. Canad. J. Plant. Sci. 41: 631-642.
- WILSON, D.B. y G.J. TUPPER. 1982. Concepts and factors applicable to the measurement of range condition. J. Range Manage. 35: 684-689.