

Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

VICERRECTORADO
DE PRODUCCION AGRICOLA
ESTADO PORTUGUESA

COORDINACIÓN
ÁREA DE POSTGRADO

**MANEJO DEL AGUA DE LLUVIA MEDIANTE EL USO DE
CURVAS DE NIVEL EN EPOCA SECA PARA LA PRODUCCION
DE FORRAJES**

**AUTOR: ING. TIBISAY DEL CARMEN MENDOZA RIVAS
TUTORA: DRA. NELLY DELGADO**

GUANARE, NOVIEMBRE DE 2018

Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"



La Universidad que Siembra

Vicerrectorado de Producción Agrícola
Coordinación de Área de Postgrado
Postgrado Manejo de los Recursos Agua y Suelo

MANEJO DEL AGUA DE LLUVIA MEDIANTE EL USO DE CURVAS DE NIVEL EN EPOCA SECA PARA LA PRODUCCION DE FORRAJES

*Requisito parcial para optar al título de **Magíster Scientiarum***

AUTOR:Ing. Tibisay del C. Mendoza R.

C.I: V – 10.722.783

TUTORA:Dra. Nelly Delgado

GUANARE, NOVIEMBRE DE 2018

ACTA DE DEFENSA PÚBLICA DE TRABAJO DE GRADO

En la sede del Vicerrectorado de Producción Agrícola de la UNELLEZ-Guanare, a las 10:00 a.m., del día lunes veintidós de noviembre de dos mil dieciocho, se reunieron los profesores Nelly Delgado, Franco Antonucci y Gilbert Méndez, miembros del Jurado Evaluador designado por la Comisión Asesora de Estudios Avanzados Ciencias del Agro y del Mar Vice-Rectorado de Producción Agrícola, según Resolución N° CAEA 086/2018, de fecha 06-05-2018 Acta N° 004/2018 Extraordinaria Punto N° 38, para proceder a emitir el veredicto sobre la defensa pública del Trabajo de Grado titulado: "MANEJO DEL AGUA DE LLUVIA MEDIANTE EL USO DE CURVAS DE NIVEL EN ÉPOCA SECA PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES", desarrollado por la Ingeniero Tibisay Mendoza, de nacionalidad venezolana, titular de la cédula de identidad N° V-10.722.783, como requisito parcial para optar al grado académico de **MAGÍSTER SCIENTIARUM en Manejo de los Recursos Agua y Suelo.**

Cumplido el acto de presentación pública, el cual finalizó a las 10:00 a.m., los miembros del Jurado Evaluador resolvieron **APROBAR** el trabajo en su forma y contenido y se le otorga mención **Publicación.**


Prof. Franco Antonucci
C.I. 11.837.078
UNELLEZ - Guanare
Miembro Suplente Interno


Prof. Gilbert Méndez
C.I. V. 16.477.040
UCLA-Barquisimeto
Miembro Principal Externo


Prof. Nelly Delgado
C.I. V. 7.628.300
UNELLEZ - Guanare
Tutora



APROBACION DEL TUTOR

Yo, Nelly J. Delgado, Cedula de Identidad N° V- 7.629.390 en mi carácter de tutora del Trabajo Especial de Grado, titulado: "MANEJO DEL AGUA DE LLUVIA MEDIANTE EL USO DE CURVAS DE NIVEL EN EPOCA SECA PARA LA PRODUCCION DE FORRAJES ", presentado por la ciudadana Tibisay del Carmen Mendoza Rivas C.I: V- 10.722.783 para optar al título de Magister Scientiarum Mención: Manejo de los recursos Agua Suelo. Por medio de la presente certifico que he leído el trabajo y considero que reúne las condiciones necesarias para ser defendido y evaluado por el jurado examinado que se designe.

En la ciudad de Guanare, a los 26 días del mes de Octubre del año 2018


Dra. NELLY DELGADO,
C.I. N° V- 7.629.390

FECHA DE ENTREGA: 26/10/2018

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que hicieron parte en la investigación

Tibisay

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen de Coromoto
Por darme Paz, Amor, Sabiduría y enseñarme que la Fe es el único camino
de mi felicidad.

Al Profesor Julio Cesar Gelvez Ramos, con quien siempre soñé compartir
este momento de alegría y triunfo aunque hoy no esté físicamente se que se
siente colmado de felicidad al ver concretado su proyecto, de tener una
investigación basada en los “Módulos de Apure a pequeña escala “.

INDICE GENERAL

	Pp
ACTA DE DEFENSA PÚBLICA DE TRABAJO DE GRADO.....	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
LISTA DE CUADROS.....	IX
LISTA DE GRÁFICOS.....	XI
RESUMEN.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: EL PROBLEMA	
Planteamiento del Problema.....	3
Objetivos de la investigación.....	5
Justificación e importancia de la investigación.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	
Antecedente de la investigación.....	8
Bases Teóricas.....	12
Bases Legales.....	30
Definición de términos básicos.....	33
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	
Método de la Investigación.....	35
Área de Estudio	35
Ubicación y Zona de Vida.....	36
Condiciones morfológica del suelo.....	37
Condiciones Climáticas.....	38
Tipo de Estudio	38
Población y Muestra.....	38
Organización de la Investigación.....	39
Método recolección de la Información.....	40
Análisis Estadístico.....	42
CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	
Análisis de la Información Básica.....	44
Balance Hídrico.....	45
Análisis de Suelo.....	47

Inventario Forrajero.....	49
Contenido de Humedad en el Suelo.....	51
Variables Biométricas.....	58
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones.....	64
Recomendaciones.....	65
REFERENCIAS CONSULTADAS.....	65
ANEXOS	
Anexo A. Resultado Análisis de Suelo.....	72
Anexo B. Registros climáticos mensual-anual.....	74
Anexo C. Mediciones de contenido de humedad en el suelo en las unidades de Banco, Bajío y Estero.....	80
Anexo D. Mediciones biométricas y porcentaje de cobertura de los pastos en diferentes unidades fisiográficas.....	83
Anexo E. Corrida programa estadístico: STATISTIX versión 8.0.....	85
Anexo F. Operacionalización de variables.....	92
Anexo G. Topografía de la Agropecuaria Del Carmen (AGRODELCA).	94
Anexo H. Resumen fotográfico.....	98

LISTA DE CUADROS

CUADRO		pp.
1	Diseño del Experimento	39
2	Datos del balance hídrico edáfico	46
3	Características de suelos (0-40 cm)	48
4	Inventario de especies vegetativas en las diferentes condiciones fisiográficas de la unidad de producción "Agrodelca"	49
5	Valores del estadístico F de Fisher y significancia ANDEVA para: contenido de humedad(%), diámetro del tallo (mm) en distintas unidades fisiográficas, con y sin curvas de nivel y de 0 a 20 a 20 a 40 cm de profundidad	52
6	Comparación de medias de Humedad (%) por Unidad fisiográfica	53
7	Comparación de medias de Humedad (%) con y sin uso de curvas de nivel	55
8	Comparación de medias de Humedad (%) por profundidad	57
9	Prueba de F y comparación de medias de altura y vigor de pasto en la unidad de banco	60
10	Prueba de F y comparación de medias de altura y vigor de pasto en la unidad de bajío	62
11	Prueba de F y comparación de medias de altura y vigor de pasto en la unidad de estero	63

LISTA DE GRAFICOS

FIGURA		pp.
1	Ubicación del área de estudio	37
2	Clima Diagrama (1970-2003); ANVC	46
3	Diagrama de déficits y excesos de precipitaciones	47
4	Promedios de Humedad por Unidad fisiográfica	54
5	Promedios de Humedad con y sin curvas de nivel	56
6	Promedio de humedad por profundidad de suelo	57
7	Promedios de Altura del pasto en la Unidad de Banco, con y sin curvas de nivel	61
8	Promedios de Vigor del pasto en la Unidad de Banco, con y sin curvas de nivel	61
9	Promedios de Altura del pasto en la Unidad de Bajío, con y sin curvas de nivel	62
10	Promedios de Altura del pasto en la Unidad de Estero, con y sin curvas de nivel	63
11	Inventario Forrajero utilizando cinta métrica	100
12	Inventario Forrajero	100
13	Toma de muestra de suelo utilizando palin	101
14	Toma de muestra de suelo	101
15	Diferentes profundidades de muestra de suelo	102
16	Observación de raíces del pasto Estrella	102
17	Muestras de suelo para determinar humedad gravimétrica	103
18	Muestras de suelo húmedo	103
19	Estufa para el secado de las muestras de suelo	104
20	Peso del suelo seco	104
21	Muestra de suelo seco de la unidad fisiográfica Banco	105
22	Muestra de suelo seco de la unidad fisiográfica Bajío	105
23	Muestra de suelo seco de la unidad fisiográfica Estero	106
24	Diferentes muestras de suelo seco	106

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
“EZEQUIEL ZAMORA”
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO
MAESTRÍA MANEJO DE LOS RECURSOS AGUA Y SUELO

MANEJO DEL AGUA DE LLUVIA MEDIANTE EL USO DE CURVAS DE NIVEL EN EPOCA SECA PARA LA PRODUCCION DE FORRAJES

AUTORA: **Tibisay Mendoza**
TUTORA: **Dra. Nelly Delgado**
AÑO: **2018**

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el manejo del agua de lluvia mediante el uso de curvas de nivel en época seca para la producción de forrajes, se ejecuto un experimento en el sector La Aduana municipio Papelón. El diseño experimental un arreglo en parcelas subdivididas con distribución completamente al azar. La investigación duro 4 meses, etapa en la cual se estudiaron, humedad del suelo, cobertura forrajera, vigor y altura del pasto. Los resultados indican que el contenido de humedad, mostró diferencias altamente significativas entre unidades fisiográficas en todos los períodos evaluados, resultando la unidad de Estero con contenidos de humedad superiores al Bajío y al banco. En cuanto al uso de las curvas de nivel, se encontró diferencias altamente significativas en varios períodos, favoreciendo claramente al uso de las curvas de nivel, lo que nos indica que la aplicación de esta metodología de manejo de los pastizales, mejora la capacidad de retención de humedad. Por otro lado, la profundidad mostró diferencias altamente significativas en todos los períodos. En cuanto a la unidades de Bajío y Estero, los resultados fueron similares al de banco, lo que definitivamente favorece el uso de melgas para promover mayor humedad y como consecuencia mayor crecimiento de los pastizales que producirán una mayor oferta forrajera en el período de sequia. Todo lo anterior, indica que el contenido de humedad en el suelo favorecido por las curvas de nivel, influencia la fisiología de la planta y variable de crecimiento y desarrollo.

Palabras Claves: curvas de nivel, contenido de humedad, uso del agua, cobertura forrajera

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
"EZEQUIEL ZAMORA"
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO
MAESTRÍA MANEJO DE LOS RECURSOS AGUA Y SUELO

RAIN WATER HANDLING THROUGH THE USE OF LEVEL CURVES IN A DRY TIME FOR FORAGE PRODUCTION

AUTORA: **Tibisay Mendoza**
TUTORA: **Dra. Nelly Delgado**
AÑO: **2018**

ABSTRACT

In order to evaluate the management of rainwater by using contour lines in the dry season for the production of forages, an experiment was carried out in the La Aduana municipality of Papelón. The experimental design an arrangement in subdivided plots with completely random distribution. The investigation lasted 4 months, stage in which they were studied, soil moisture, forage cover, vigor and height of the grass. The results indicate that the moisture content showed highly significant differences between physiographic units in all the periods evaluated, resulting in the Estero unit with moisture content higher than the Bajío and the bank. Regarding the use of contour lines, highly significant differences were found in several periods, clearly favoring the use of contour lines, which indicates that the application of this grassland management methodology improves the retention capacity moisture. On the other hand, the depth showed highly significant differences in all periods. As for the units of Bajío and Estero, the results were similar to that of the bank, which definitely favors the use of level curves to promote greater humidity and as a consequence greater growth of the pastures that will produce a greater forage supply in the drought period. All the above, indicates that the moisture content in the soil favored by the contour lines, influences the physiology of the plant and variable growth and development.

Key words: level curves, moisture content, water use, forage cover.

INTRODUCCIÓN

Una causa importante de la baja producción de los pastos y forrajes en la época seca, es la lluvia escasa y errática. Por lo tanto, en muchas áreas el manejo de tierras y cultivos no favorece el flujo del agua en la zona radical del cultivo. Por ello, los rendimientos bajos están relacionados con una insuficiencia de la humedad del suelo más que con una insuficiencia de la lluvia.

De acuerdo con Ortiz (2009), se ha estimado que el agua del suelo limita la producción en la mayoría de los cultivos, así como también en los pastos y forrajes, en aproximadamente tres cuartas partes de los suelos cultivables del mundo y es el principal factor responsable de los bajos rendimientos en las temporadas secas y en los trópicos y subtrópicos semiáridos. Por consiguiente, la poca disponibilidad de agua es un factor limitante en la producción forrajera, lo que hace vulnerable la explotación ganadera porque no existen estrategias bien definidas para contrarrestar este efecto, por lo tanto influye en la reducción y crecimiento de las plantas, afectando la oferta de forraje, tanto en cantidad como calidad, lo que en consecuencia disminuye la productividad de los rebaños.

No obstante, Murakoa y Tziboy (2000) afirmaron que el agua de lluvia es un recurso limitado que debe almacenarse y distribuirse cada vez más cuidadosamente, por esto se hace necesario la utilización de elementos y estructuras de aprovechamiento hídrico que permitan recolectar y almacenar el agua para posterior uso. Este aprovechamiento del agua lluvia es interceptada, colectada y almacenada en los períodos húmedos para luego aprovecharse en el periodo seco. Esta alternativa, corresponde a una

práctica sostenible y descentralizada, la cual puede evitar una gran cantidad de problemas ambientales generados por los excesos de agua lluvia, además de traer beneficios socioeconómicos a los pequeños productores. El siguiente documento presenta una investigación para el beneficio de los productores del sector La Aduana municipio Papelón del estado Portuguesa, que propone un diseño para la recolección y reutilización de agua lluvia.

Por consiguiente, se desarrollara este estudio en la Agropecuaria Del Carmen (AGRODELCA), la cual está ubicada geográficamente entre los paralelos $9^{\circ}36'47''$ / $9^{\circ}36'17''$ de latitud norte y los meridianos $68^{\circ}59' 23''$ / $68^{\circ}59' 37''$ de longitud oeste, con una altitud de 195 metros sobre el nivel del mar. En este sentido, el presente estudio propone evaluar el manejo del agua de lluvia mediante el uso de curvas de nivel en época seca para la producción de forrajes, presentando la siguiente estructura:

CAPITULO I: Comprende el planteamiento del problema, objetivos de la investigación, justificación que permitirá poseer una primera visión generalizada del problema a tratar en la investigación y determinar así, donde se orienta el estudio, CAPITULO II: Conformado por bases teóricas, bases legales y antecedentes, CAPITULO III: Consta de la metodología de la investigación, tipo de estudio y análisis de datos.

CAPITULO IV: Correspondiente al procesamiento del Análisis de Resultados, y CAPITULO V: Hace referencia a las conclusiones y recomendaciones según los resultados, finalmente, se presentan las referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I

EI PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Uno de los factores de restricción más importante de los cultivos tropicales es la carencia de un abastecimiento adecuado de agua durante el desarrollo vegetativo. En Venezuela son muy pocas las áreas de cultivo que reciben suficiente agua durante todo el año. Por otra parte, los suelos en general presentan baja retención de humedad (Delgado, 2004).

En la ganadería bovina, la producción de leche y carne depende en gran medida de la alimentación, donde la escasez de forrajes es uno de los principales problemas durante la época seca y no se cubren los requerimientos nutricionales de los animales motivado a que la cobertura forrajera se encuentra deficiente. Durante el periodo de lluvias que coincide con temperaturas y fotoperiodo favorable para el desarrollo de los pastizales, se produce cerca del 70 por ciento del forraje total anual. El productor, con la finalidad de mantener continua la producción, recurre a la compra de pacas de forrajes, bloques multi-nutricionales, ensilajes, pastos de corte, y a la renta de pastizales y sistemas de riego, medidas que atenúan el problema, aumentando sus costos de producción.

El problema principal que se presenta en estas áreas es la falta de riego en la época seca, ocasionando así, una disminución en la producción y productividad del ganado, incremento de la mortalidad por disminución de la oferta forrajera, animales caquéticos, retraso en la aparición de celo en las hembras en la etapa reproductora (anestro), bajo peso al nacer en los

becerros, acortamiento de la lactancia de las vacas, afectando la producción de leche y la ganancia de peso del rebaño.

Por otra parte, la época seca limita la producción de pastos y la calidad, debido a que se secan prematuramente. La dieta de los rumiantes se basa fundamentalmente en el uso del recurso pastizal, el cual se encuentra sujeto a las variaciones climáticas que inciden directamente sobre la cantidad y la calidad de los pastos producidos.

Por lo anteriormente descrito, surge la idea de orientar un plan de manejo y utilización de pastos y forrajes en los sistemas de producción, que permitirán mantener los rendimientos en carne y leche, mejorando el comportamiento reproductivo y aumentar el número de animales en los sistemas de producción del municipio Papelón. Por lo que surge la siguiente investigación titulada: “Manejo del agua de lluvia mediante el uso de curvas de nivel en época seca para la producción de forrajes”.

De acuerdo a lo anteriormente planteado se generan las interrogantes siguientes:

¿Cuáles son los factores que inciden en la baja oferta forrajera en los sistemas de producción del sector La Aduana durante la época seca?

¿Se podrá aprovechar el agua de lluvia adecuadamente mediante el diseño de curvas de nivel para el mejoramiento de la oferta forrajera en los sistemas de pastoreo?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Evaluar la utilización de curvas de nivel para el mejoramiento de la oferta forrajera en los sistemas de pastoreo a través del aprovechamiento de las lluvias, en el sector La aduana, municipio Papelón del estado Portuguesa.

Objetivos Específicos

- Caracterizar fisiográfica y edafoclimáticamente el área de estudio.
- Inventariar los pastos y forrajes en la unidad de producción seleccionada.
- Evaluar el contenido de humedad del suelo en el área de estudio.
- Determinar el comportamiento de las especies forrajeras presentes en la unidad de producción a través de variables biométricas.
- Proponer recomendaciones técnicas de manejo de suelos para la recuperación de potreros en época seca.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Las tendencias actuales de la producción agropecuaria hacen énfasis en los modelos que tengan un desarrollo integral entre los aspectos sociales, ambientales y económicos. Se requiere diseñar sistemas de producción pecuarios con capacidad de incrementar de forma eficiente la producción tanto de leche como de carne, mejorar la calidad de vida del pequeño productor, al mismo tiempo que protejan y mejoren los recursos naturales. Este estudio surge como respuesta a los productores pecuarios del sector La Aduana donde los sistemas de producción presentan una baja oferta forrajera la cual se acentúa en la época seca, y a los elevados costos de producción bovina, por lo que cualquier reducción y el aprovechamiento racional de los recursos locales permitirán el avance de la unidad de producción hacia un sistema sostenible.

En cuanto a la justificación metodológica, se emplearon técnicas y procedimientos de investigación científica, que permitió el logro de los objetivos previstos en la investigación. A su vez, la misma servirá de antecedente para otros estudios con variables similares.

Desde el punto de vista práctico, se propone un sistema de potrero basado en el manejo de la lámina de agua de lluvia, a fin de garantizar alimento natural al ganado en época seca, de bajo costo, que utilice los recursos existentes y disposición de los productores, por lo que no incrementara los costos de producción. Garantizar oferta forrajera durante un tiempo determinado de la época seca, que garantice mantener la producción de leche y carne, reducir las pérdidas que causan la mortalidad de los animales.

Asimismo, el estudio se relaciona con las líneas de investigación del Vicerectorado de Producción Agrícola, representando un aporte para fundamentar teórica o metodológicamente un avance en la producción agrícola.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Para Balestrini (2007), el marco teórico constituye: "...la descripción de enfoques dinámicos que favorecen la formulación de los antecedentes, bases teóricas, que son los medios a garantizar la relación que hace énfasis en la calidad de una investigación cuando se estudia las variables."

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Son indagaciones previas que sustentan el estudio, tratan sobre el mismo problema y sirven de guía al investigador permitiéndole hacer comparaciones y tener ideas sobre cómo se trató el problema en esa oportunidad. Los antecedentes están representados por tesis de grado doctorales, trabajos de grado de postgrado y otro trabajo de investigación de cualquier casa de estudios universitaria. Para Balestrini, (2007), los antecedentes "se refieren a ¿qué se ha escrito o investigado sobre el particular?, o lo que es lo mismo, se trata de la revisión de investigaciones previas relacionadas de manera directa o indirecta con la investigación planteada".

Históricos

Morillo (1997), en su artículo "Efectos de la época seca sobre la producción forrajera y bovina" hace referencia al déficit hídrico, muchas plantas reducen o detienen su crecimiento, se marchitan y mueren, disminuyendo la oferta forrajera; su composición química sufre cambios, reduce la digestibilidad y el consumo voluntario por los animales se hace aun

menor, este autor, menciona algunos enfoques de uso actual y potencial para lograr un balance entre los requerimientos nutricionales de los animales y la oferta de alimentos especialmente durante la época seca a fin de minimizar su impacto negativo sobre la productividad y rentabilidad de la ganadería bovina.

Lo expresado por el autor, aporta datos interesantes que pueden resultar muy significativos para la comprensión del presente estudio, además tiene una importancia fundamental porque enfoca su opinión hacia los efectos directo e indirectos de los principales factores climáticos durante la época seca sobre la producción ganadera, ya que su conocimiento es fundamental para desarrollar estrategias eficientes de alimentación y manejo en las explotaciones ganaderas.

Investigativos

Sánchez *et al.* (2015), situó su investigación en “Sistema de captación de agua para siembras en humedad residual utilizado por productores de Masiaca, Sonora”. La información se recolectó mediante la técnica de la encuesta, utilizando como instrumento un cuestionario. También se tomaron una serie de muestras de los suelos para conocer las características físicas y químicas de los mismos y tener los elementos necesarios para un análisis más completo del trabajo realizado.

Los autores concluyen, que las respuestas encontradas evidencian que el sistema de captación de agua es de suma utilidad en la producción de cultivos básicos, comerciales y forrajeros, bajo las condiciones climáticas descritas, empero no es funcional ante la ausencia de lluvias. Así mismo, cuando los suelos muestran cantidades bajas en el contenido de materia

orgánica, el color claro, la textura ligera y el microrrelieve accidentado de los terrenos, entre otras consideraciones relevantes, éstos teniendo la humedad suficiente pueden rendir en cualquiera de los cultivos que se establezcan.

Martinez *et al.* (2016) elaboraron su investigación en determinar la “Captación de agua de lluvia y retención de humedad edáfica en el establecimiento de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)”, y se basó en una investigación experimental. La unidad experimental fue la microcuenca de 2 m² (2 m largo x 1 m ancho), construidas con maquinaria. Los 8 tratamientos de cada repetición fueron aleatorizados en sentido norte-sur, con tres hileras en las tres repeticiones (una por repetición) con una distancia de 4 m entre hileras y 4 m entre cada microcuenca dentro de cada hilera. En la parte central de cada microcuenca, se seleccionaron tres plantas que aleatoriamente fueron interceptadas por un transepto de 30 cm trazado a lo largo de la microcuenca. A partir de estas plantas, se obtuvieron las medidas de crecimiento y desarrollo. Las conclusiones a las que llegaron los autores del estudio revelan que la captación de agua de lluvia, incrementó significativamente el contenido de humedad en el suelo y produjo una mayor cantidad de materia seca de pasto buffel.

Oscanoa y Flores (2016), realizaron una investigación que tuvo como propósito “Influencia de técnicas de mejora de suelos sobre la función hídrica de pastos naturales altoandinos”. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial (3 técnicas x 6 épocas por parámetro de estudio). La investigación duró dos años, etapa en la cual se estudiaron vegetación, biomasa, infiltración, humedad y temperatura. Las conclusiones del estudio revelan que la implementación de surcos y hoyos coadyuva a recuperar las facultades hidrológicas del pastizal degradado, probablemente como resultado de la mejora de captación del agua de lluvias, cobertura vegetal,

mantillo, humedad del suelo y disminución de la evapotranspiración de la comunidad vegetal; por lo que su elección y monitoreo participativo fue lo más pertinente como estrategia cooperativa para la mejora del pastizal degradado. Como opción técnica los surcos y hoyos demostraron mejor control de la erosión del suelo que el testigo.

La investigación proporciona evidencia de la importancia de profundizar en estudios ecohidrológicos de los tipos de pastizal en deterioro y la necesidad de generar propuestas, de menor costo de tiempo y dinero, alrededor de las técnicas de mejora estudiadas que son la base promisorias para la reintroducción de las especies vegetales de importancia hidrológica del ecosistema pastizal degradado.

Rincón, (2005), en su artículo “Gramíneas introducidas bajo riego en el semiárido venezolano”, hace referencia que en las zonas secas (áridas y semiáridas) el establecimiento y manejo de pastizales cultivados presenta una serie de desventajas con respecto a las zonas más húmedas a consecuencia de los costos causados por la necesidad de riegos más frecuentes. El sistema de riego a utilizar debe escogerse con mucho cuidado motivado a las dificultades que se presentan en algunas zonas debido a la excesiva velocidad del viento y poca infiltración de los suelos, lo cual sugiere utilizar sistemas de riego por inundación por melgas rectas o en curvas a nivel. Concluye que el método es poco eficiente en la utilización del agua por los grandes volúmenes requeridos y recomienda el aprovechamiento del agua de lluvia para mantener la humedad del suelo en la época seca.

En cuanto a Sánchez y otros (2015), presentaron una investigación “Sistema de captación de agua para siembras en humedad residual”. El objetivo general de la investigación es incrementar el uso eficiente del agua

de lluvia mediante un mejoramiento de las técnicas de manejo del agua a través de obras hidráulicas. Dentro de los hallazgos más resaltantes se detectó que los suelos muestran cantidades bajas en el contenido de materia orgánica, el color claro, la textura ligera y el microrrelieve accidentado de los terrenos, entre otras consideraciones relevantes, éstos teniendo la humedad suficiente pueden rendir en cualquiera de los cultivos que se establezcan. Concluyen que el desarrollo de la técnica de captación de agua de lluvia es de suma utilidad en la producción de cultivos básicos, comerciales y forrajeros, bajo las condiciones climáticas óptimas, empero no es funcional ante la ausencia de lluvias.

Mencionados los antecedentes, se concluye que existe la necesidad de utilizar el exceso de agua que se produce durante la época de lluvia a través de curvas de nivel para el mejoramiento de la oferta forrajera en los sistemas de pastoreo, aprovechando la humedad necesaria para el desarrollo de los pastizales en la época seca.

BASES TEÓRICAS

CAPTACION Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA

Los sistemas de captación y el aprovechamiento del agua de lluvia han sido, son, y serán la base para el desarrollo sostenible de los recursos naturales y el bienestar de la humanidad (Anaya, 2011). Tradicionalmente, la captación del agua de lluvia incluye la concentración y colección de la lluvia en una superficie mayor para concentrarla en un área pequeña de cultivo. El escurrimiento puede ser vertido directamente o distribuido en los campos o colectado para su uso posterior. Las técnicas de captación del agua de lluvia

incluyen: Sistemas de Captación Externos, Sistemas de Microcaptación o Captación “In Situ” y Sistemas de Colección de Escurrimiento en Techos. Este último es sobre todo utilizado para propósitos no agrícolas. Los sistemas de captación externos involucran la colección de agua desde un área grande a una distancia substancialmente lejana del área donde se desarrollará el cultivo. Los tipos de sistemas de captación externa incluyen la agricultura de escorrentías, o lo que se conoce como Manejo de Escurrimientos Superficiales (Anaya, 2011). Este involucra la colección del escurrimiento de áreas de laderas en áreas planas, y la cosecha de aguas de inundación dentro de los cauces de corrientes utilizando barreras para desviar el flujo hacia un área adyacente, de manera que se incrementan los volúmenes de agua en el terreno cultivado y el agua infiltrada en el suelo.

El manejo de los escurrimientos superficiales tiene como objetivo suministrar agua adicional a los cultivos con técnicas de riego por inundación, a veces conocido como “derramaderos” y se aplica en valles y en laderas de las regiones áridas y semiáridas de México (Anaya, 2011). Con estas tecnologías se reducen los efectos de la sequía y permiten asegurar la producción de alimentos, elevar el nivel de vida y mejorar el entorno ecológico. En estas tecnologías, los aspectos técnicos susceptibles de mejoramiento pueden agruparse en los siguientes rubros:

1. Diseño de las estructuras de toma, conducción y manejo de los escurrimientos a la parcela.
2. Mejoramiento del manejo de suelos y cultivos en la parcela que recibe los volúmenes escurridos.
3. Manejo de las áreas de captación.

4. Incremento de la productividad de la mano de obra mediante esquemas de mecanización adecuados a unidades de tamaño pequeño y de capital limitado.
5. Integración de actividades frutícolas, hortícolas y ganaderas, dando especial atención a la autosuficiencia en agua, granos básicos y forrajes.
6. Organización de los productores en torno a las obras del manejo colectivo, en la compra de insumos y comercialización de productos.

El diseño de las técnicas de captación de agua de lluvia se refiere a obras de derivación que se utilizan en forma tradicional y se refieren a lo siguiente: bordos de piedra, bordos de mampostería, zanjas de derivación, presas derivadores, melgas, curvas de nivel y diques filtrantes de piedra. Su costo varía en función del grado de complejidad de las estructuras y de los materiales que se utilicen (tierra, piedra y concreto). Considerando periodos de siete a diez años, las ganancias son satisfactorias ya que se pueden obtener relaciones costo beneficio de uno a dos y de uno a tres, dependiendo del tipo de cultivo.

Las técnicas de derivación y distribución de torrentes en las zonas áridas y semiáridas conllevan a sistemas de producción sostenibles, y a que estas obras implican la conservación de suelos, el incremento de la fertilidad del suelo, una mejor utilización del agua de lluvia y una mayor producción de cultivos, lo que permite mejorar el nivel de vida de los productores y mejorar el ambiente.

Los sistemas de microcaptación o captación in situ del agua de lluvia son aquellos en los que el área de captación y el área de cultivo están

adyacentes pero diferenciadas. Algunas de las técnicas de captación incluyen barreras semicirculares o al contorno y otros sistemas en los cuales el área de cultivo está inmediatamente abajo del área de captación, la cual se ha limpiado de vegetación para incrementar el escurrimiento. Anaya (2011) apoya esta definición al mencionar que los sistemas de microcaptación de agua de lluvia para cultivos anuales y perennes se conocen también como sistemas de captación in situ, y que para su establecimiento es necesario obtener información sobre la cantidad y distribución de la lluvia en el año, la capacidad de almacenamiento de agua en el perfil del suelo, las necesidades hídricas del cultivo a explotar y considerar los recursos con que se cuenta para establecer el sistema de captación in situ que mejor se adapte a las condiciones del área de trabajo. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de captación incluyen arados con vertederas y diseños modificados para destinar un área del terreno a la captación del agua de lluvia y otra para el crecimiento del cultivo. Se manejan sistemas desde la construcción de camellones con un arado bordeador, cuya altura es de 40 a 60 cm con una distancia entre el parte aguas de uno y otro de 100 a 130 cm. En algunas ocasiones se pueden hacer barreras o contras en los surcos para retener el agua.

MICROCUENCAS

Las microcuencas son unidades espaciales de diversas dimensiones, desde las más pequeñas pudiendo ser desde 1 m² hasta de mayores dimensiones, según lo requieran las condiciones específicas del lugar, y que se apoyan principalmente en el concepto hidrológico de división del suelo. Los procesos asociados al recurso agua, tales como escorrentía, erosión hídrica y producción de sedimentos, normalmente se analizan sobre este tipo de unidades espaciales (FAO, 2013).

El sistema de microcuencas captadoras de agua de lluvia, suele ser una alternativa cada vez más generalizada en las regiones áridas. Usualmente se utilizan las microcaptaciones conjuntamente con técnicas auxiliares como la labranza y prácticas de conservación de la humedad en el suelo, entre otras (FAO, 2013). La ventaja de las técnicas de microcaptación de agua de lluvia, es la posibilidad de combinarlas con las de conservación de humedad en el suelo, ante eventos de precipitación torrencial y altos escurrimientos y con ello tener un mejor control de la erosión.

En la actualidad existen diversos planteamientos de diseño y construcción de obras para la captura e infiltración de aguas lluvias. A este respecto, Villanueva *et al.*(1987), señala que estos van, desde los modelos más simplistas, que determinan una cierta cantidad de metros lineales de zanjas de infiltración por hectárea, hasta los modelos más complejos, que incorporan al diseño de la obra el componente hidrológico en un ambiente de microrrelieve y la vegetación existente (Martínez de Azagra 2000). Así, los modelos más simples en general establecen una categorización del proceso de erosión (leve, moderada, grave), y en función de la erodabilidad del suelo se determina la cantidad de metros lineales de zanjas de infiltración que deben ser distribuidas homogéneamente en la ladera, lo cual no siempre puede optimizar la funcionalidad de la zanja de infiltración en términos de la captura, infiltración y disponibilidad del agua lluvia, así como del control del proceso erosivo. Sin embargo, existen planteamientos que consideran a la intensidad de precipitación.

MÓDULOS AGROECOLÓGICOS

Monsalve (1979) los definió como un sistema agroecológico donde el componente hídrico (aguas de lluvia) es captado en una superficie de sabana

hidrófila. (1.500 a 5.000 ha) perimetralmente rodeada por terraplenes de tierra (diques). A través de una compuerta hidráulica reguladora, se maneja a voluntad la lámina de agua producida por la precipitación pluvial, con el objeto de mantener durante todo el año suficiente humedad edáfica, que permita una alta producción y productividad de biomasa forrajera con fines agropecuarios.

En relación con esto, Briceño y López (1980), mencionan que el sistema modular, constituye una reserva de agua dulce cercana a los 20 millones de metro cúbicos por módulo. El agua retenida contribuye en la disminución de inundaciones periódicas aguas abajo. La interacción de sus componentes, agua de lluvia, terraplenes y compuertas hidráulicas, permiten el desarrollo de una cubierta vegetal gramínea hidrófila, la cual se encuentra perfectamente adaptada al manejo de la mancha de inundación. Cuando la lámina de agua es controlada, se produce un crecimiento aéreo vegetal de gramíneas, sobre la superficie del agua.

Este complejo biológico se transforma en una alfombra flotante de materia orgánica que, al drenarse el módulo, se deposita sobre el suelo y ocurre una acelerada descomposición, potenciada por la abundante radiación solar y las altas temperaturas comunes en estos ecosistemas. Consecuencialmente, se genera una enorme fertilización orgánica húmica, que a su vez, produce abundante y valiosa biomasa forrajera de alta calidad. La abundante disponibilidad de forraje de alto valor nutritivo, se traduce en un significativo aumento de la capacidad de sustentación pecuaria de las sabanas moduladas, durante todo el año (González 1980).

López *et al.* (1986), indican que en el sistema modular se suprime definitivamente la quema de sabanas, erosión, contaminación y el sobre

pastoreo. Se aumenta significativamente el potencial de captura y fijación de carbono atmosférico a través del desarrollo sostenido y permanente de la biomasa vegetal graminiforme, así como la agroforestería a lo largo de los taludes de los terraplenes. Igualmente ocurre un continuo mejoramiento de la calidad de los suelos de las sabanas moduladas y el almacenamiento potencial de millones de metros cúbicos de agua.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MODULADAS

Torres (1994), señala que de los 18 millones de hectáreas, que aproximadamente posee Venezuela en el ecosistema sabana, 5,0 millones han sido identificadas como sabanas inundables cuya distribución y tipo obedientes a la altura y duración de la lámina de inundación principalmente, conforman sistemas de producción variados que van desde una ganadería trashumante en las sabanas de *Paspalum fasciculatum*, hasta el recién creado agroecosistema conocido como Módulos de Apure.

La infraestructura implementada para tal fin se estableció al combinar el arreglo de diques reguladores de escorrentía, perpendiculares a éstas, más un conjunto de diques paralelos a los principales caños y ríos, y una compuerta de regulación del volumen de agua almacenada, con cuyo producto se constituye una red de celdas dependientes y concatenadas, que integran áreas de sabana con superficie variable entre 3.000 y 6.000 ha del tipo denominado Banco, Bajío y Estero (Ramia 1980). Así, el Agroecosistema brinda la posibilidad de almacenar un volumen hídrico regulable mediante una estructura de drenaje, que permite la reserva de agua para abreviar los animales y una humedad en el suelo capaz de garantizar una producción forrajera durante el periodo de sequía, aunado a su vez, al surgimiento de un microclima propicio para la proliferación y dominancia de especies hidrófitas

de alto valor forrajero como son *Leersia hexandra* e *Hymenachneam plexicaulis*, sobre la parte afectada por lamina de inundación; mientras que en las posiciones indirectamente afectadas por la inundación proliferan especies de moderado valor forrajero como son: *Panicum laxum* y *Paspalum chaffanjonii*.

Briceño y López (1980) consideraron que los cambios logrados en cantidad y calidad de la pastura, han permitido un incremento de la carga animal cercano a 600% al comparar las sabanas moduladas y sucesionadas, contra sabanas no moduladas.

VEGETACIÓN DE SABANAS MODULADAS

Las ventajas de la modulación de sabanas, está directamente relacionada a la factibilidad de realización de un buen manejo hidráulico, para brindar la posibilidad de utilización de la vegetación existente en las partes altas del módulo durante el período de lluvias, las partes medias durante los periodos de entradas y salidas de lluvias, y las partes bajas durante el periodo de sequia (Torres 1987).

Torres (1994) considera que el manejo hidráulico ha de aportar:

- 1) Una altura de lámina de inundación no mayor de 100 cm., que propicie el establecimiento (sucesión) y mantenimiento de una vegetación hidrófita deseable
- 2) Una superficie a inundar (aproximadamente un 50%), que permita cubrir los requerimientos de los animales en zonas no inundadas, durante el periodo de fuertes lluvias.

3) Garantizar durante el período de sequía suficiente humedad en el suelo para propiciar un rebrote forrajero, luego de las pérdidas de agua por drenaje y evaporación.

Entrena (1976) resalta el efecto beneficioso del manejo hidráulico sobre la producción primaria de sabanas moduladas al compararla con sabanas no moduladas dentro de un mismo paisaje está ampliamente comprobado, encontrándose incrementos de 7 a 14 ton/ha/año. Luego que, al modular la sabana, la distribución de las especies no forman patrones que puedan definirse como vegetación de Banco, Bajío y Estero, sino por el contrario adoptan una disposición a lo largo del gradiente (González 1980) donde la lámina de inundación y el contenido de humedad en el suelo aparentemente, son los parámetros de mayor efecto sobre esta distribución y conforman así una vegetación con una estructura mucha más plástica y más manejable a través de factores antrópicos.

CONSTRUCCIÓN DE DIQUES MODULARES EN SABANAS INUNDADAS

López-Hernández (1995) considera un aumento sustancial de la capacidad de carga en las sabanas de Banco-Bajío-Estero, abundantes en el sur-oeste de Venezuela, es factible de lograr a través de la construcción de módulos o diques, los cuales contribuyen a regular los niveles de aguas de inundación y almacenarla en los períodos secos, contribuyendo a un mejoramiento del régimen hidrológico que a su vez favorece el establecimiento de especies hidrófilas de mayor productividad, que se comportan como factores conservadores de elementos nutricionales del sistema

Sin embargo, Sarmiento y Monasterio (1975) difieren que la construcción de este tipo de infraestructuras requiere de una inversión cuyo monto por hectárea es mayor que el de tierras con mayor capacidad de carga y de mejor ubicación. Es por ello que las opciones para el aumento de la productividad en el caso de los productores particulares, se encauzan más por la vía del aumento de la eficiencia en el manejo del rebaño que por el aumento de la capacidad de carga. Aún así, es de práctica común la modulación gradual y a pequeña escala, así como la introducción de pastos cultivados que sustituyen la vegetación natural en áreas estratégicas, con el fin de resolver problemas específicos en el proceso productivo.

EFFECTOS DE LA SEQUIA SOBRE LAS PLANTAS

La sequía es un período del año, durante el cual la lluvia resulta insuficiente para que las plantas crezcan, generalmente viene acompañada de elevadas temperaturas y altas tasas de evaporación que ocasionan un déficit hídrico severo (Faría 1994).

Baruch y Fisher (1991) señalan que la pérdida de agua de los tejidos de la planta, supera la suplencia de la misma, estos se deshidratan, afectando el comportamiento a nivel celular, fisiológico y morfológico, disminuyendo el crecimiento de la planta y retardando su desarrollo.

Por otro lado, Buxton (1989) señala que los déficits de agua afectan el desarrollo y crecimiento de las plantas, porque disminuyen la tasa fotosintética, retardan el envejecimiento y la ontogenia de gramíneas, como *Panicum maximum* y de algunas leguminosas, quienes frecuentemente son más digestibles, cuando se desarrollan con cierto déficit de agua, debido a una disminución más lenta de la relación hoja/tallo y una menor velocidad en

la formación de la pared celular secundaria de los tallos, que va unida a su lignificación.

Por su parte, (Faría 1994) asegura que el estrés hídrico aumenta la tasa de senescencia de las hojas viejas. Con severos déficit de agua, las hojas se desprenden reduciendo la relación hoja/tallo y la calidad del forraje. Si el estrés ocurre, durante la fase de crecimiento o prefloración, las plantas pueden recuperarse y alcanzar una relación hoja/tallo normal con pocas pérdidas en producción.

Las plantas mueren si son incapaces de tolerar el déficit hídrico que se desarrolla en sus tejidos, como consecuencia de la sequía. En términos ecológicos este impone una presión de selección en las especies, y estimula la sobrevivencia de genotipos que han desarrollado mecanismos para sobrevivir a la sequía (Buxton 1989).

El déficit hídrico en las plantas es el resultado de una combinación compleja de factores del suelo, la planta y la atmósfera, los cuales interactúan entre sí controlando la velocidad de absorción y la pérdida de agua por la planta (Kramer 1974). Numerosas especies son especialmente sensibles durante la iniciación floral y la floración; mientras que un grupo más reducido es más sensible durante la formación del fruto y desarrollo de la semilla (Levit 1980).

López Guerrero (2006) plantea que uno de los problemas más graves de los sistemas de producción es ocasionado por la estacionalidad en la cantidad y calidad del forraje que se produce bajo condiciones de temporal. Esto provoca que anualmente los animales presenten ciclos que alternan ganancia de peso y producción de leche aceptables durante la época de

lluvias, con pérdida de peso y baja producción láctea en la época seca. En las fincas con ganadería más tecnificada y en latitudes donde las condiciones climáticas llegan a impedir el uso del pastoreo directo, la conservación de forrajes es el medio más utilizado para disminuir el impacto del mencionado problema.

Por su parte, Silveira y Franco (2006) mencionan que los pastos constituyen la base principal en la nutrición de la masa ganadera del país por constituir la fuente más barata de todas las utilizadas en nuestras condiciones; sin embargo, los alimentos del ganado varían, en cantidad y calidad según la época del año. Según estos autores, en Cuba, por ejemplo, estos problemas se hacen evidentes debido a las características del clima subtropical, con dos estaciones o períodos: lluvioso y cálido, que van desde mayo a octubre. En la temporada lluviosa la producción de pastos es abundante y su crecimiento óptimo con un valor nutritivo más elevado y en la menos calidad disminuye notablemente tanto cualitativa como cuantitativamente, provocando graves crisis en la alimentación del ganado, haciéndose difícil y en ciertos casos imposibles de obtener buenos rendimientos.

EFFECTO DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LOS FORRAJES

Según Morillo (1994), la estación o época seca representa una gran limitación a la producción ganadera bovina en los trópicos, comparable al invierno en las regiones ubicadas a mayor latitud. Durante la época seca, el crecimiento de las plantas forrajeras se detiene, ocurre la marchitez y, a más largo plazo, la muerte de los tejidos reduciéndose así la cantidad de alimento disponible para el ganado.

Blue y Tergas (1969), señalan que desde el punto de vista de la agricultura la precipitación se considera importante como fuente de humedad del suelo y por el efecto de ésta sobre la producción forrajera. A medida que el suelo se seca la pérdida de agua por transpiración de la parte aérea de la planta excede la entrada de agua a las raíces desde el suelo, la cual a su vez disminuye y ocasiona la reducción del contenido de agua de la planta. La deficiencia de agua reduce la tasa de crecimiento de la parte aérea y en menor grado de las raíces ya que el mantenimiento de la turgencia y crecimiento celular se ven afectados negativamente.

Cuando la sequia es muy severa, el crecimiento de las plantas forrajera se detiene, ocurre la marchitez y, a más largo plazo, la muerte de los tejidos reduciéndose así la cantidad de alimento disponible para el ganado. La reducción es aún mayor en el caso de plantas cuyas hojas muertas se desprenden y caen al suelo. Las plantas difieren en su reacción a un déficit hídrico prolongado pero los principales mecanismos fisiológicos involucrados están más relacionados con la supervivencia que con la producción, lo cual es indeseable desde el punto de vista de los requerimientos de los animales (Fisher y Thomas 1987).

Wilson (1982) señala que la época seca ejerce también una marcada influencia sobre la calidad de los forrajes. Las sequias intermitentes y de corta duración tienden a mejorar la calidad del forraje debido al retraso de la madurez de la planta y al menor desarrollo de los tallos, con incrementos de 8 a 11 unidades de porcentaje en la digestibilidad de la materia seca (DMS) en pasturas de *Panicum maximum* y *Cenchrus ciliaris* y mayores ganancias de peso de los animales (Humphrey 1991) en comparación con épocas muy lluviosas. Por el contrario, si la sequia es prolongada, el secado del suelo

reduce la mineralización del N y su absorción por la planta; además el N de las partes aéreas en marchitez se moviliza hacia el sistema radicular y hasta la fijación simbiótica de Nitrógeno puede verse disminuida (Bodisco y Rodríguez 1985).

Para Padrón y Vaccaro (1987) las deficiencias nutricionales cuantitativas y/o cualitativas como la consecuencia de la época seca o por otras causas tienen una serie de efectos negativos sobre la producción y la reproducción de los bovinos, entre los cuales pueden citarse los siguientes: menor peso al nacer por retraso del crecimiento embrionario, reducción de la tasa de crecimiento hasta llegar a pérdidas de peso y condición corporal, reducción de la producción de leche hasta cese de la lactancia, anormalidades óseas y musculares en animales jóvenes y adultos, disminución del consumo y de la eficiencia de utilización de los alimentos, anestro, mortalidad embrionaria temprana, abortos, baja tasa de concepción, atrofia testicular y maduración eficiente y anormalidades de los espermatozoides.

EFFECTO DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LOS FORRAJES

PRECIPITACIÓN

Desde el punto de vista de la agricultura la precipitación se considera importante como fuente de humedad del suelo y por el efecto de ésta sobre la producción forrajera. A medida que el suelo se seca la pérdida de agua por transpiración de la parte aérea de la planta excede la entrada de agua a las raíces desde el suelo, la cual a su vez disminuye y ocasiona la reducción del

contenido de agua de la planta. La deficiencia de agua reduce la tasa de crecimiento de la parte aérea y en menor grado de las raíces ya que el mantenimiento de la turgencia y crecimiento celular se ven afectados negativamente. Black (1999) determinó que a la larga, la deposición de celulosa y otros compuestos en la pared celular hace disminuir su plasticidad e impide la reanudación del crecimiento aún después de restablecer el suministro de agua.

Fisher y Thomas (2000) consideran que cuando la sequía es muy severa, el crecimiento de las plantas forrajeras se detiene, ocurre la marchitez y, a más largo plazo, la muerte de los tejidos reduciéndose así la cantidad de alimento disponible para el ganado. La reducción es aún mayor en el caso de plantas cuyas hojas muertas se desprenden y caen al suelo. Las plantas difieren en su reacción a un déficit hídrico prolongado pero los principales mecanismos fisiológicos involucrados están más relacionados con la supervivencia que con la producción, lo cual es indeseable desde el punto de vista de los requerimientos de los animales.

En este orden de ideas, Wilson (2002) explica que la época seca ejerce también una marcada influencia sobre la calidad de los forrajes. Las sequías intermitentes y de corta duración tienden a mejorar la calidad del forraje debido al retraso de la madurez de la planta y al menor desarrollo de los tallos. Por el contrario si la sequía es prolongada, el secado del suelo reduce la mineralización del N y su absorción por la planta; además el N de las partes aéreas en marchitez se moviliza hacia el sistema radicular y hasta la fijación simbiótica de N puede verse disminuida. A medida que avanza la época seca las concentraciones en el forraje de P, K, Fe y Zn tienden a disminuir, la de Mg, Cu y Mo son poco afectadas y las de Ca y Mn aumentan, mientras que la relación Ca:P puede llegar hasta 10:1. La baja ingestión de minerales

provenientes del forraje afecta negativamente al animal y también el crecimiento y la actividad de los microorganismos ruminales.

LUZ

Wilson (2002) señala que el proceso de la fotosíntesis es controlado principalmente por la intensidad y duración de la luz que alcanza los órganos donde tiene lugar. Por lo tanto, la nubosidad existente durante la época de lluvias o en zonas con climas muy húmedos puede llegar a ser un factor negativo para el crecimiento de muchas especies forrajeras, aunque las leguminosas (plantas C3) son menos afectadas que las gramíneas tropicales (plantas C4). La sombra disminuye el nivel de carbohidratos solubles, lo cual generalmente va acompañado del aumento de los constituyentes de la pared celular (CPC) y de la lignina en particular. Por otra parte, las pasturas sombreadas tienen mayor contenido de PC, menor desarrollo vascular y cutícula más fina que las expuestas a niveles altos de radiación solar. Estos efectos no son muy acentuados durante la época seca debido a la baja nubosidad y al mayor número de horas de sol.

Sánchez (2006) señala que la duración del día o fotoperiodo en las regiones tropicales presenta relativamente poca variación durante el año (12 + 1,4 horas a 23,5" de latitud). La mayoría de las leguminosas florecen en días largos, mientras que la mayoría de los pastos tropicales son neutros o florecen en días cortos. En general, el fotoperiodo tiene mayor influencia sobre la floración que sobre el crecimiento de las plantas forrajeras. Cuando induce el desarrollo de tallos y flores en las gramíneas contribuye a la disminución de la DMS y CV de pasturas.

TEMPERATURA

Fisher y Thomas (2000) consideraron que la temperatura óptima para la fotosíntesis en las gramíneas tropicales está alrededor de 35°C mientras que para las leguminosas es de 31°C, por lo tanto este factor climático no debería ser limitante para la producción de forrajes en las zonas tropicales de poca altitud. Sin embargo, si la temperatura es muy elevada durante los períodos secos puede acentuar el déficit hídrico de las plantas por aumento de la transpiración. Las altas temperaturas ejercen una influencia negativa sobre la calidad del forraje, ya que incrementan la actividad metabólica mediante la cual varios productos solubles del contenido celular son transformados en componentes estructurales, y también favorecen la actividad enzimática asociada con la síntesis de lignina.

Por otra parte, Minson (2001) considera que la alta tasa de transpiración puede contribuir a la baja digestibilidad de los forrajes que crecen a temperaturas elevadas posiblemente debido al incremento del desarrollo del sistema vascular para conducir mayores masas de agua a través de la planta (9, 17) o a la marchitez que ocurre cuando el suelo no es capaz de suplir el agua a la tasa necesaria para cubrir la evapotranspiración.

HUMEDAD RELATIVA Y VELOCIDAD DEL VIENTO

Wilson (2002) señala que la baja humedad relativa puede incrementar el déficit hídrico en las plantas debido a la mayor demanda por evaporación. Sin embargo, los pocos estudios realizados al respecto indican que dicho efecto es pequeño e inconsistente. El movimiento del aire a velocidades sostenidas superiores a 3 kph puede ocasionar cierto grado de marchitez en las plantas al favorecer la transpiración. Además, los vientos muy fuertes

inducen la reducción del tamaño de las plantas y de su área foliar y el desarrollo de otras características xeromórficas tales como mayor crecimiento del sistema vascular, elevada proporción de esclerénquima y cutícula más gruesa.

BASES CONSTITUCIONALES Y LEGALES

Los artículos que serán utilizados en esta investigación, han sido citados con el propósito de establecer una fundamentación legal en el estudio, que permita fortalecer las ideas planteados y por consiguiente, los resultados alcanzados.

Es así entonces, como en la **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)**, en su Artículo 127 establece que:

“...es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley”.

En razón a lo planteado, el artículo refiere al papel fundamental del Estado venezolano, como garante de un ambiente libre de contaminación para los ciudadanos y el derecho a disfrutar de un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado, situación que implica a su vez la obligación de contribuir a través de una participación activa en el mantenimiento de estas condiciones ambientales favorables.

Asimismo, en el Artículo 129 de la Carta Magna, indica que:

“...en los contratos que la República celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que afecten los recursos naturales, se considerará incluida aun cuando no estuviere expresa, la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenidas y de restablecer el ambiente a su estado natural si éste resultare alterado, en los términos que fije la ley”.

En dicho artículo, determina el disfrute de una vida y un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado y es considerado como un derecho humano y se obliga al Estado venezolano a garantizarlo en beneficio de sus administrados, donde se identifican los principios fundamentales para el acceso de tecnología y formulación e implementación de la nueva política ambiental del país.

Por otra parte, la **Ley de Aguas (2007)** en su Artículo 4 expresa que: “...La gestión integral de las aguas tiene como principal objetivo: Garantizar la conservación, con énfasis en la protección, aprovechamiento sustentable y recuperación de las aguas tanto superficiales como subterráneas, a fin de satisfacer las necesidades humanas, ecológicas y la demanda generada por los procesos productivos del país...”.Este precepto, hace referencia a la gestión integral de las aguas, asociada a su conservación, protección, prevención y control de los posibles efectos negativos de las aguas sobre la población y sus bienes.

Por otra parte, el Artículo 24 párrafo 3, del Título V, de de la mencionada Ley cita a La Organización Institucional para la Gestión de las Aguas, y señala:

“Elaborar, evaluar y ejecutar estudios y proyectos de importancia nacional vinculados con la gestión integral de las aguas...”.

Recomienda la elaboración de estudios y ejecución de proyectos, ya que sin ellos, no se podría enfrentar la sequía porque afecta la sustentabilidad. Las acciones de mal uso del ambiente, tales como la devastación de los bosques, los incendios forestales, el descuido de las cuencas, la alteración imprudente de los cursos de los ríos, la perforación indiscriminada de pozos y su sobre explotación, y el desperdicio de agua potable aumentan la magnitud de los impactos de la sequía y atentan contra el desarrollo sustentable.

La Ley Nacional de Meteorología e Hidrología (2006), en el Título III Organización del Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología, en su Capítulo I Del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), ratifica que es función del INAMEH establecer las políticas hidrometeorológicas para apoyar al desarrollo sostenible, como lo señala el Artículo 12:

“El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), tendrá a su cargo la ejecución de las políticas que en las áreas meteorológica e hidrológica dicte el ministerio con competencia en materia ambiental”.

El Capítulo II de esta Ley, trata de las Funciones y Atribuciones del INAMEH, tal como lo cita el Artículo 14:

“Ejercer la autoridad nacional en cuanto al suministro de la información meteorológica e hidrológica; y ser el portavoz oficial con relación a los pronósticos, avisos y alertas meteorológicos e hidrológicos”.

“Realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico en las áreas de su competencia.”

“Suministrar servicios de información con fines de pronóstico y alertas meteorológicos e hidrológicos a mediano y largo plazo; y servicios de asesoría y consultoría técnica al público en el área de su competencia”

De igual manera, la Ley Forestal de Suelos y Aguas **(2010)**, en el Artículo 94: Hace mención, que “...todo propietario puede abrir libremente pozos y construir zanjas o galerías dentro de sus fincas guardando entre ellos una distancia que no interfiera en la producción de los pozos que existen en los terrenos vecinos...”. Resaltando lo anterior, este artículo fomenta el aprovechamiento de los recursos naturales de los predios y de los productos que se ellos se derivan.

De allí pues, la importancia de esta fundamentación legal del presente trabajo de investigación con la finalidad de aclarar y unificar los criterios antes expuestos y de esta manera brindar un mejor sustento a éste.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Bajío: Son áreas intermedias que retienen agua durante la estación de lluvias y se secan entrando el verano.

Banco: Son las zonas relativamente altas y menos expuestas a inundaciones por desborde de ríos y a la acumulación de excesos de agua superficiales por lluvia y escorrentía local.

Curvas de Nivel: Son líneas perpendiculares a la pendiente en las cuales todos los puntos están alineados al mismo nivel. El trazo de estas líneas permite reducir la erosión del suelo, aumentar la retención del agua y recuperar la productividad de los terrenos.

Época Seca: Es una reducción considerable de las precipitaciones y un aumento gradual de la temperatura.

Estero: Son un tipo de bajío que mantienen una lámina de agua hasta mediados o fines del período seco.

Forraje: Son gramíneas o leguminosas cosechadas para ser suministradas como alimento a los animales, sea verde, seco o procesado (heno, ensilaje).

Humedad del suelo :Es la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno. Su medición exacta se realiza gravimétricamente, pesando una muestra de tierra antes y después del secado. Esta es de gran importancia debido a que el agua constituye un factor determinante en la formación, conservación, fertilidad y productividad del mismo, así como para la germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas.

Lluvia: Es un fenómeno atmosférico de tipo hidrometeorológico que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes.

Pasto: Son plantas gramíneas y leguminosas que se desarrollan en el potrero y sirven para la alimentación del ganado.

Pastura: Son biomásas forrajeras donde pastorea el ganado, puede ser natural o establecidos (potreros con distintos tipos de pastos de porte baja).

Permeabilidad del suelo: Se refiere a la velocidad a la cual el agua de lluvia se mueve a través del suelo.

Precipitación: Es la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Sequia: Es un período del año, durante el cual la lluvia resulta insuficiente para que las plantas crezcan, generalmente viene acompañada de elevadas temperaturas y altas tasas de evaporación que ocasionan un déficit hídrico severo.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Métodos de la investigación

Área de Estudio

Ubicación y zona de vida (*HOLDRIDGE*)

El área experimental se desarrolló en la Agropecuaria Del Carmen C.A (AGRODELCA) ubicada en el sector La Aduana del municipio Papelón del estado Portuguesa, Venezuela, localizado entre los 08° 40' 58" y 09° 04' 19" de latitud norte y los 68° 32' 38" y 69° 41' 20" de longitud oeste; la altitud se encuentra entre 100 y 150 m.s.n.m y presenta una superficie de 70 ha de especies forrajeras aproximadamente. Geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas (*Universal Transversal Mercator*(UTM) Huso 19, *Datum*– SIRGAS REGVEN) 981199,672(Norte) y 473302,049 (Este). (Figura 1). Cobertura vegetal entre baja y media con presencia de bosque ribereño semi - deciduo relativamente denso, de altura media entre 15 y 25 metros en terrenos parcialmente inundables e intercalados con sabanas de bancos, bajíos y esteros constituida por un gran número de especies de gramíneas y actividad agropecuaria extensiva. La zona de vida corresponde a bosque seco tropical (sistema *HOLDRIDGE*), Ewel *et al.* (1976) y Salas y Quero (1983). La precipitación anual oscila entre 1200 y 1313 mm; la altura sobre el nivel del mar oscila entre 100 y 150 m.s.n.m y la temperatura media anual de 26,3 °C. La época seca se presenta entre los meses de diciembre a abril y la época lluviosa va de mayo a noviembre. Esta unidad de producción fue seleccionada por poseer el levantamiento topográfico (planialtimétrico) y curvas de nivel.

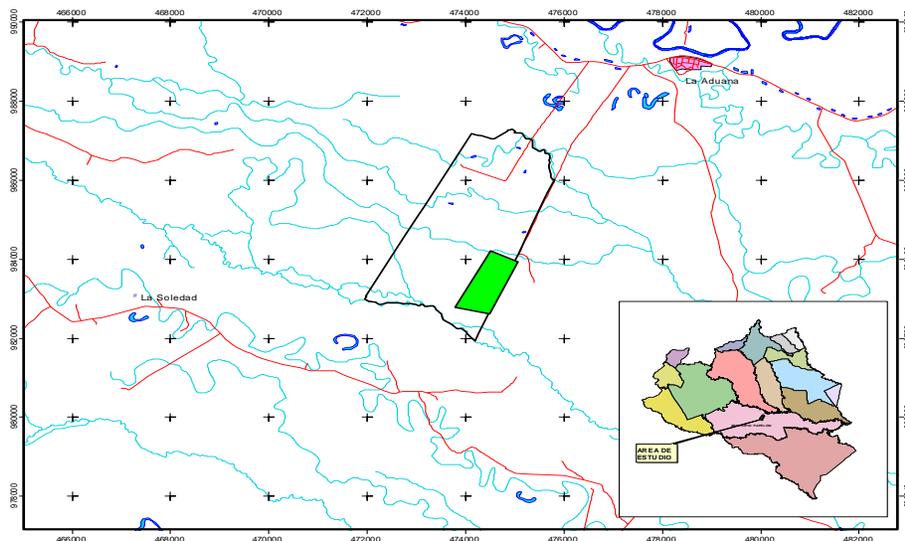


Figura 1: Ubicación del área de estudio

CONDICIONES MORFOLOGICA DE LOS SUELOS

Los suelos presentan una textura franco arenoso, caracterizados por bancos altos; se consiguen deposiciones formadas por cauces muy sinuosos, mezclados con los aportes del Río Portuguesa. Por lo general son suelos bien drenados con algunas áreas de drenaje imperfecto de inundaciones estacionales. Representado por un medio deposicional de planicie de desborde correspondiente al Río Portuguesa (Norte) y del Río Guanare (Sur), donde se encuentran bancos altos entremezclados con grandes y extensas napas, los cuales pertenecen al orden Inceptisoles donde se incluye el gran grupo Ustropepts con 14% de prevalencia. Su asociado más importante corresponde al orden Entisoles, el cual incluye el gran grupo Ustorthents (escala 1:100.000). Morfodinámicamente, la infiltración y el escurrimiento suscitan sobre pendientes muy bajas (menor al 1%), por lo tanto la erosión hídrica es muy baja o muy débil y muy localizada (Salas y Quero, 1983). No obstante, las principales características o cualidades de estos suelos,

exceptuando su fertilidad y profundidad, no son limitantes para el aprovechamiento agrícola (MATCVA, 2005).

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Climatológicamente, el área de estudio está influenciada por la estación meteorológica del Aeropuerto Nacional Virgen de Coromoto (ANVC) serial 2296, ubicada en la ciudad de Guanare, estado Portuguesa a 9,0427° de latitud y -69,76° de longitud, y una altitud de 163 msnm, la cual se seleccionó no solo por ser la más cercana, sino por estar en similar piso altitudinal. En promedio, la precipitación media anual es de unos 1.615,3mm y se distribuye entre los meses de abril a noviembre, con valores máximos en junio y julio. El periodo seco va desde diciembre hasta marzo. La evaporación presenta valores promedios de 1.840,9mm año-1, una humedad relativa aproximada de 75% anual y temperatura promedio de alrededor de 26,2°C año-1 (INAMEH, 2012).

TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio corresponde a una investigación experimental.

POBLACIÓN Y MUESTRA

El área dispuesta para el estudio consta de 10 hectáreas, de las cuales se tomaron 1,0 hectárea para realizar los muestreos de suelo, cuyo propósito fue determinar la información edáfica. Por otra parte, se tomaron los datos meteorológicos de la página web del INAMEH (2012), respectivamente, para la generación del balance hídrico de acuerdo con el propósito del objetivo número 1. Se realizó un inventario forrajero en las diferentes unidades fisiográficas. Se hicieron mediciones de contenido de humedad de suelo en

6 (seis) puntos espaciados a 30 metros de cada sub-parcela (Banco, Bajío y Estero). Además, se tomó una muestra de 15 especies de gramíneas por cada sub-parcela, para un total de 60 gramíneas destinados para las mediciones biométricas en concordancia con el objetivo número 4.

ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se establecieron a nivel de campo, tres parcelas demostrativas o parcelas de observación con similares condiciones edáficas y con unidades fisiográficas de banco (zona alta), bajío (zona media) y estero (zona baja), de 01 ha de pasto, cada una. En las parcelas se identificaron con estacas numeradas cuatro puntos de medición (repeticiones). La distribución del ensayo en campo se muestra en el cuadro 1, señalando como: T1 = Tratamiento de Banco, T2 = Tratamiento de Bajío y T3= Tratamiento de estero.

Cuadro 1: Diseño del Experimento

Tratamiento	Punto	Repetición	
		Profundidad	
T1 (Banco) con curvas de nivel	1	0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
T1 (Banco) sin curvas de nivel	2	0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
T2 (Bajío) con curvas de nivel	3	0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	
		0 - 20 cm	
		20 - 40 cm	

T2 (Bajío) sin curvas de nivel	4	0 - 20 cm
		20 - 40 cm
		0 - 20 cm
		20 - 40 cm
T3 (Estero) con curvas de nivel	5	0 - 20 cm
		20 - 40 cm
		0 - 20 cm
		20 - 40 cm
T3 (Estero) sin curvas de nivel	6	0 - 20 cm
		20 - 40 cm
		0 - 20 cm
		20 - 40 cm

Para cumplir con los objetivos planteados, se desarrollaron las siguientes actividades:

METODO RECOLECCION DE LA INFORMACION

CARACTERIZACIÓN FISIAGRÁFICA Y EDAFOCLIMÁTICA

a) Para lograr esto, se llevo a cabo, la recopilación de información básica sobre datos meteorológicos. Los parámetros climáticos requeridos fueron obtenidos desde la página web del INAMEH (2012).

b) Se realizaron análisis de suelo en las diferentes unidades fisiográficas en el laboratorio de la UNELLEZ, para lo cual se utilizaron los métodos para pH de Potenciométrico, Conductividad Eléctrica: Conductrimétrico y Bouyucu para textura.

INVENTARIO DE PASTOS Y FORRAJES EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

Para determinar el predominio de las especies vegetales se realizó un inventario forrajero en el período de sequía entre enero y febrero de 2018. Se aplicó el método del puntero modificado o línea del punto, este método es muy práctico para muestrear la vegetación en grandes áreas en poco tiempo y con un nivel aceptable de confiabilidad (Tejos 1997); se utilizó una cinta métrica y se muestreo a cada metro. Se agruparon las especies identificadas en gramíneas, leguminosas o malezas (Deseables (D), Menos Deseables (MD), Indeseables (I)). También se agrupó las distintas especies por posición topográfica. Los datos fueron llevados a una tabla matriz en donde se determinó los porcentajes de cada una de las especies D, MD y I, respectivamente. Para el cálculo de condición de la pastura se calculo sumando las variables D + MD, el resultado estará determinado bajo criterios establecidos como una condición pobre <35%, condición regular 35 – 60%, Condición Buena 61 – 85%, condición excelente > 86%.

EVALUACIÓN DE VARIABLE DE HUMEDAD DEL SUELO

El porcentaje de humedad de suelo se determinó en base a peso, en el suelo mediante el método gravimétrico, para esto se tomaron las muestras de suelo en cada una de las parcelas experimentales, específicamente en las unidades de banco (zona alta), bajío (zona media) y estero (zona baja) a profundidades de 0-20, 20-40 cm. Se pesaron para obtener su peso inicial o peso húmedo, luego se sometieron a secado en estufa a 105 °C durante 24 horas y después de este tiempo, se pesan nuevamente, para obtener el peso seco. Por diferencia entre los pesos se obtuvo el contenido de humedad en

base a peso y se expresó en porcentaje. Las tomas de muestras de realizaron quincenales desde noviembre de 2017 a fin de febrero de 2018.

DETERMINACIÓN DE VARIABLES BIOMÉTRICAS

Se realizó la medición de desarrollo biométrico del pasto en cada unidad fisiográfica. Para la caracterización se utilizó la metodología de Tejos(2002) donde se midió, con regla milimetrada, durante la etapa vegetativa: Altura de planta (cm), medida en tres plantas en cada unidad fisiográfica, tomada desde la base del tallo. Cobertura registrada mediante uso de malla de 1 m² graduada en decímetros cuadrados. Vigor, referido específicamente a la condición de turgidez de la planta, en una escala de 0 a 5, donde 0 correspondió a la planta casi en estado de marchitez y 5 a una planta túrgida y sus correspondientes valores intermedios (Tejos, 2002). Las mediciones se realizaron mensuales desde diciembre de 2017 a fin de febrero de 2018.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos para las variables evaluadas, fueron analizados, mediante el programa estadístico: STATISTIX versión 8.0, utilizando:

1. Análisis de la varianza para modelo de clasificación múltiple (Arreglo en parcelas subdivididas con distribución completamente al azar), aplicado al Contenido de Humedad (%) en las diferentes fechas evaluadas, con la unidad fisiográfica en la parcela principal, el uso de curvas de nivel en la subparcela y la profundidad en la subsubparcela.

Modelo lineal aditivo

$$X_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \beta_k + (\alpha\tau)_{ij} + (\alpha\beta)_{ik} + (\tau\beta)_{jk} + (\alpha\tau\beta)_{ijk} + \gamma_{il} + \theta_{ijl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

X_{ijkl} = Representa una observación cualquiera de las variable dependiente.

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto de la Unidad fisiográfica

τ_j = Efecto de la curva de nivel

β_k = Efecto de Forma de la profundidad

$(\alpha\tau)_{ij}$ = Efecto de interacción Unidad*curva de nivel

$(\alpha\beta)_{ik}$ = Efecto de interacción Unidad*Profundidad.

$(\tau\beta)_{jk}$ = Efecto de interacción curva de nivel*Pofundidad.

$(\alpha\tau\beta)_{ijk}$ = Efecto de interacción Unidad*curva de nivel*Profundidad.

γ_{il} = Error a

θ_{ijl} = Error b

ε_{ijk} = Error experimental.

2. Prueba de Medias de Tukey para la comparación de medias por unidad fisiográfica.
3. Análisis de la varianza ANAVAR con modelo simple (DCA), en cada período de evaluaciones

Modelo lineal aditivo

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Representa una observación cualquiera de las variables altura del pasto y vigor

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto de la presencia de curva de nivel

ε_{ij} = Error experimental.

3. Aproximación a la prueba de F, de Kruskal-Wallis con modelo simple (DCA) para corregir el uso de escala en la evaluación del vigor.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Análisis de la información básica:

Balance Hídrico:

El balance hídrico edáfico calculado y presentado en la cuadro2, fue utilizado para determinar la distribución de la lluvia durante el año, con el propósito de distinguir el comienzo y duración del periodo seco. El registro de precipitación promedio anual en el periodo estudiado (1970-2003) presenta una curva unimodal (figura 2). El periodo lluvioso generalmente se inicia a comienzos del mes de mayo y finaliza en el mes de noviembre, creando un exceso hídrico en el suelo con valores máximos cercanos a los 260 mm en el mes de julio. En cambio, usualmente desde noviembre a abril ocurre un severo déficit hídrico con valores máximos de Evaporación y ETo de 218,41 mm y 163,81 mm respectivamente, como se muestra en la figura 3. Durante el mes de septiembre el suelo inició la pérdida gradual del agua almacenada (desecamiento). Sin embargo, aún persiste humedad suficiente en el suelo para que las plantas forrajeras realicen un crecimiento adecuado (Tejos, 2002). Torres *et al.* (2003) concuerdan al señalar un déficit de humedad (1.057 mm) y precipitación (1.470 mm), con 55 y 76 % de acumulación en los meses de diciembre-abril y mayo-septiembre, respectivamente.

Tejos (2002) consideró que tanto el exceso como el déficit hídrico generan condiciones desfavorables para un aceptable manejo del forraje.

Cuadro 2. Datos del balance hídrico edáfico; ANVC.

Parámetros	Meses												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Factor Ajuste	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	
Evapotransp (mm)	144.60	150.62	163.81	131.83	108.85	104.84	105.14	113.89	115.26	123.39	110.40	117.80	
P-Eto (mm)	-134.72	-131.33	-127.70	-1.62	107.89	150.32	151.28	88.82	63.83	50.56	-5.80	-86.65	124.88
Almacenamiento	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	94.20	7.55	701.75
Evapot. Real (mm)	144.60	150.62	163.81	131.83	108.85	104.84	105.14	113.89	115.26	123.39	110.40	117.80	1490.43
Exceso(mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	7.89	150.32	151.28	88.82	63.83	50.56	0.00	0.00	512.70
Deficit (mm)	127.17	131.33	127.70	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	387.82
Evapor media(mm)	72.30	75.31	81.90	65.91	54.42	52.42	52.57	56.94	57.63	61.70	55.20	58.90	745.22

P - ETo = 124,88 mm

Ex - Df = 124,88 mm ; Almacenamiento máximo = 100 mm

**Clima Diagrama (1970-2003)
Aeropuerto Nacional Virgen de Coromoto**

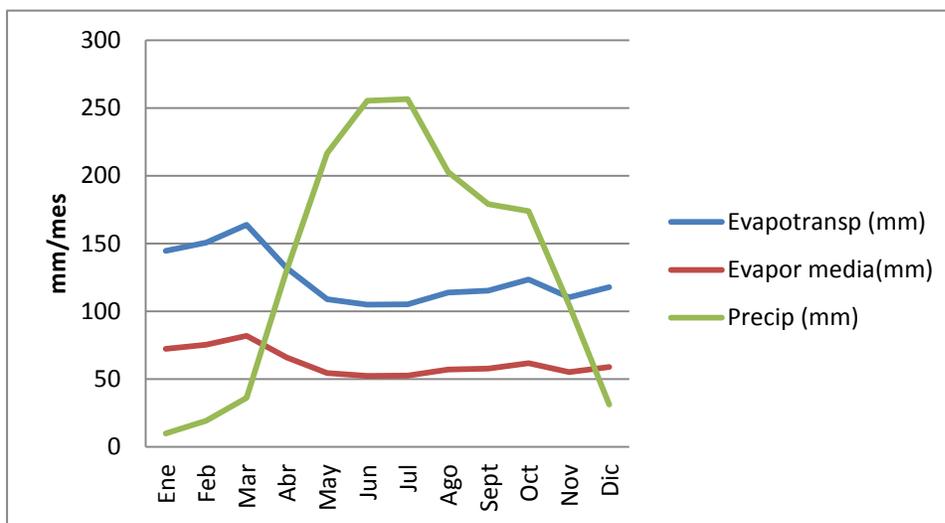


Figura 2.- Clima Diagrama (1970-2003); ANVC.

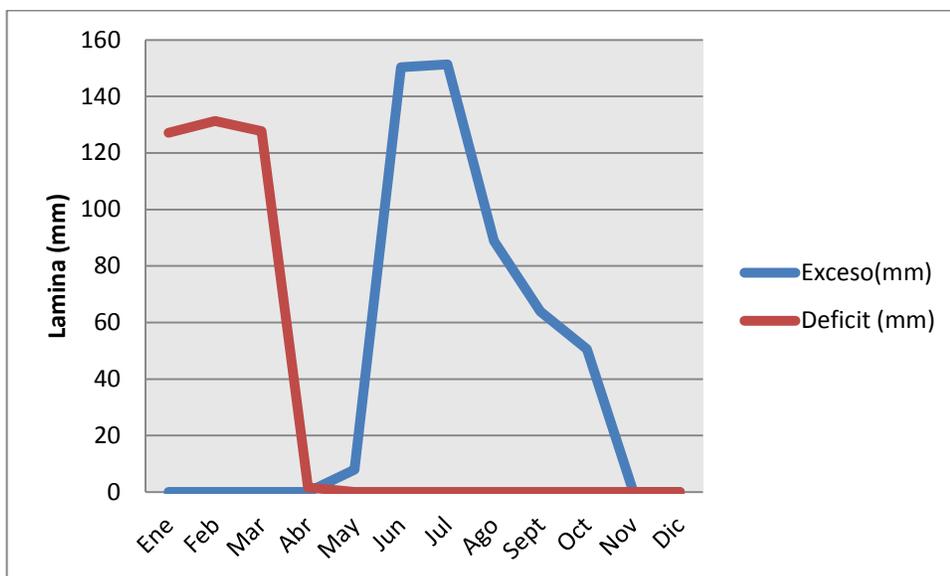


Figura 3.- Diagrama de déficits y excesos de precipitaciones

ANALISIS DE SUELO

Cabe destacar que los suelos presentes en la unidad de producción “Agrodelca”, están representados por suelos donde predominan los Inceptisoles con texturas medias sobre los bancos y Alfisoles y Vertisoles con texturas finas y drenaje pobre en los bajíos. Vertisoles en la mayor parte de las zonas donde permanecen con alto contenido de arcillas expansibles, con fuerte agrietamiento cuando secos (Bajíos) (Shargel, 2011). En el Cuadro 3, se presentan las características de los suelos. Los bancos son de textura media y arenosa, con estructura blocosa subangular; en algunos casos no se presenta una real estructuración (Schargel y González, 1973). Los suelos de los bajíos y esteros están en posiciones topográficas más bajas, en consecuencia, son de texturas mayormente finas (arcillosas y arcillo-limosa) con estructuras blocosas subangular y en algunos casos prismáticas.

En forma general las diferentes unidades fisiográficas muestran diferencias significativas en relación a los contenidos de arena y limo; destacando los mayores contenidos de arena para los suelos de esteros y banco y los mayores cantidades de limo en los suelos de bajío indicando que los suelos más livianos tienen una mayor productividad, mientras que en los más limosos es menor (anexo A). De esta manera, se aprecia la influencia de la textura de los suelos en la productividad de las gramíneas dentro de la Agropecuaria Del Carmen.

Las principales características químicas (cuadro 3) señalan que los valores varían en pH desde 4,0 (extremadamente ácido) a 4,9 (fuertemente ácido). El pH en los bancos tiende a ser ácido como consecuencia de períodos alternos de anegamiento y secado, mientras que en los esteros los tenores de acidez pueden estar asociados al incremento de materia orgánica (Torres, 2003). Son suelos sin problemas de acumulación de sales por lo que son considerados como no salinos, ya que su Conductividad Eléctrica (CE) es menor a 2 ds/ m.

Cuadro 3. Características de suelos (0-40 cm). Agropecuaria Del Carmen

Estimador	Banco	Bajío	Estero
Textura	F	F.A.L	F.A.a
Arena (%)	42,8	16,8	44,8
Arcilla (%)	21,2	39,2	27,2
Limo (%)	36	44	28
pH	4,9	4,2	4
Cond Electrica	0,08	0,05	0,07

a: Arenoso, F: Franca; L: Limosa; A: Arcillosa

INVENTARIO FORRAJERO

En base a los resultados de la metodología del puntero modificado descritos en el cuadro 4, se describe que en los bancos la vegetación de especies indeseables (I) tiene un 33%, mientras que las especies medio deseables (MD) presentan un 8% y las deseables (D) un 67%, con una condición buena (75%), con respecto a las zonas de bajíos el caso también es de condición buena (74%), con un 26% de especies(I) y un 74% de especies (D), en la zona baja se evidencio predominancia del pastizal introducido (51%) sobre las especies indeseables(I) con un 42% , se puede inferir que la condición de pastura es regular.

Cuadro 4. Inventario de especies vegetativas en las diferentes condiciones fisiográficas de la unidad de producción “Agrodelca”.

Banco					
Indeseables	Cobertura %	Medios Deseables	Cobertura %	Deseables	Cobertura %
<i>Sida acuta</i>	23	<i>Desmodiumssp</i>	4	<i>Brachiariahumidicola</i>	64
<i>Vernoniabrasiliana</i>	10	Arbol Mora	4	<i>Samaneasaman</i>	3
Total (I)	33	Condicion de pastura		75	
Bajío					
Indeseables	Cobertura %	Deseable	Cobertura		
<i>Rochefortiaspinosa</i>	10				
<i>Solanumhirtum</i>	5				
<i>Seneaaculeata</i>	5	<i>Cynodonnlemfuensis</i>			74
<i>Hydroleaspinosa</i>	4				
<i>Ischaemumrugosum</i>	2				
Total (II)	26	Condición de pastura			74
Estero					
Indeseables	Cobertura %	Deseable	Cobertura		
<i>Hydroleaspinosa</i>	14				
<i>Thaliageniculata</i>	22				
		<i>Leersiahexandra</i>			51
<i>Hecatostemumcompletus</i>	13				
Total (II)	49	Condición de pastura			51

Suelos de banco: francos, fuertemente ácidos, con una condición de pastura buena.

En este caso corresponde a una pastura de *Brachiaria humidicola*, que, aunque tiene una condición de cobertura aceptable la condición se clasifica como buena. Se pudo evidenciar que el porcentaje de especies indeseables predomina la especie escoba (*Sida acuta*) con un 23% la cual puede controlarse a través de un control mecánico con segadoras acopladas al tractor después de una presión de pastoreo fuerte para aprovechar la pastura presente, después de un tiempo prudencial de 7 días se realiza un control químico a base de un herbicida selectivo como Picloram + 2,4 D Amina al 2% focalizado en donde predomine la especie a controlar (Benejam, 2006). En esta unidad fisiográfica se conservan árboles en potreros (*Samanea saman*) a pesar de tener un bajo porcentaje de cobertura, estos proporcionan beneficios (sombra, fruto, follaje, conservación del agua). Navas (2010) señaló que los árboles propician microclimas (de 9 a 2 °C menos) que reduce el estrés calórico en los animales e incrementa el tiempo de pastoreo.

Suelo de bajío: franco arcillo limoso, extremadamente ácidos, con una condición de pastura buena.

La tendencia de cobertura de especies deseables como el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) establecida para los bajíos, permite señalar que esta fisiografía presenta una condición de pastura buena, similarmente a lo sucedido en la zona alta. Se pudo comprobar que entre las especies indeseables predomina la Guaica (*Rochefortia spinosa*), con un 10% de cobertura, la cual se puede controlar, como lo reporta Tejos (2004)

con una aplicación química generalizada en todo el potrero o localizado cuando se dirige únicamente a la maleza problema.

Suelo de estero: franco arcillo arenoso, extremadamente ácidos, con una cobertura regular.

En cuanto a la relación de las especies vegetales encontradas se puede deducir que hay mayor presencia de malezas(42%) comparadas con las zonas fisiográficas altas y medias y esta afectó la cobertura forrajera en un 51% de la especie *Leersia hexandra* (pasto lambedora) .Camargo *et al.* (2010) reportó que las variables cobertura de maleza y cobertura forrajera afectaban negativamente. La relación de estas variables manifiesta que para tener una mayor presencia de especies deseables en los potreros es necesario controlar maleza, bien sea por medios mecánicos o químicos.

CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO

El procedimiento utilizado para el análisis estadístico de las mediciones de contenido de humedad, (cuadro 5), mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre unidades fisiográficas en todos los períodos evaluados, resultando la unidad de Estero con contenidos de humedad superiores al Bajío (Cuadro 6) y este a su vez, presentó humedad superior a la unidad de Banco (Figura 4).

Los resultados anteriormente mencionados se explican por sí solos, si se tiene en cuenta que la textura del suelo, estructura y diseños de obras de captación de agua de lluvia pueden influir notablemente en el grado de retención de agua en la época seca (López-Hernández, 1995), aunque también otros factores bióticos y abióticos influyen significativamente en la

humedad del suelo (Oscanoa y Flores 2016). En las zonas medias y bajas (bajío y estero) los suelos presentaron una textura arcillosa (mayor capacidad de retención de agua); ello facilita la humedad casi permanente del suelo y el desarrollo de los pastos.

Fiala *et al.* (1991) informaron que en una ladera de un pastizal, con curvas de nivel, la humedad del suelo varió de la parte más alta a la más baja (30,3 - 38,7%, respectivamente), donde, además, las características físicas y químicas de los suelos eran diferentes. Igualmente, Sagué *et al.* (1979), en estudios realizados durante noventa días en las estaciones poco lluviosa y lluviosa, en áreas diseñadas con melgas, observaron que en ambas estaciones la humedad del suelo fue mayor en el área baja, seguida de las medias, por último, las altas.

Cuadro 5. Valores del estadístico F de Fisher y significancia (ANDEVA) para: el contenido de humedad (%), Diámetro del tallo (mm) en distintas unidades fisiográficas, con y sin curvas de nivel y de 0 a 20 y 20 a 40 cm de profundidad.

Fuente de variación	HUM15N	HUM30N	HUM15D	HUM15E	HUM30E	HUM15F	HUM30F
Unidad Fisiográfica	46,42 ** (P < 0,01)	54,04** (P < 0,01)	72,11 ** (P < 0,01)	143,07 ** (P < 0,01)	313,8 ** (P < 0,01)	111,47 ** (P < 0,01)	113,79 ** (P < 0,01)
Uso de curva de nivel	4,61 ns (P > 0,05)	6,41 * (P < 0,05)	4,45 ns (P > 0,05)	16,55 ** (P < 0,01)	4,61 ns (P > 0,05)	18,53 ** (P < 0,01)	22,36 ** (P < 0,01)
Profundidad	42,54 ** (P < 0,01)	16,30 ** (P < 0,01)	12,12** (P < 0,01)	23,44 ** (P < 0,01)	42,54 ** (P < 0,01)	34,05** (P < 0,01)	45,36** (P < 0,01)
Interacción (Unidad * curva de nivel)	0,71 ns (P > 0,05)	0,72 ns (P > 0,05)	0,64 ns (P > 0,05)	0,92 ns (P > 0,05)	0,70 ns (P > 0,05)	1,06 ns (P > 0,05)	1,36 ns (P > 0,05)
Interacción (Unidad * Profundidad)	0,92 ns	0,74 ns	2,57 ns	0,19 ns	0,56 ns	0,55 ns	0,03 ns

profundidad)	(P > 0,05)						
Interacción (curva de nivel * Prof.)	1,65 ns (P >0,05)	1,45 ns (P > 0,05)	1,56 ns (P > 0,05)	0,52 ns (P > 0,05)	0,01 ns (P >0,05)	0,02 ns (P > 0,05)	0,17 ns (P > 0,05)
Interacción (Unidad*curva de nivel*Prof.)	2,53 ns (P > 0,05)	1,59 ns (P > 0,05)	1,72ns (P > 0,05)	1,48 ns (P > 0,05)	0,72 ns (P > 0,05)	0,51ns (P > 0,05)	0,76ns (P > 0,05)
CV%	2,54	3,7	3,89	6,68	4,17	7,27	7,89

Cuadro 6. Comparación de medias de Humedad (%) por unidad fisiográfica

UNIDAD FISIOGRÁFICA	HUM15N	HUM30N	HUM15D	HUM15E	HUM30E	HUM15F	HUM30F
1 (Banco)	29,85 c	27,32 c	24,64 c	21,35 c	19,60 c	18,62 c	17,10 c
2 (Bajío)	34,16 b	33,17 b	32,01 b	30,03 b	29,23 b	28,08 b	27,08 b
3 (Estero)	38,36 a	37,73 a	37,13 a	35,79 a	35,08 a	34,23 a	33,50 a

NOTA: Letras distintas en la misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes.

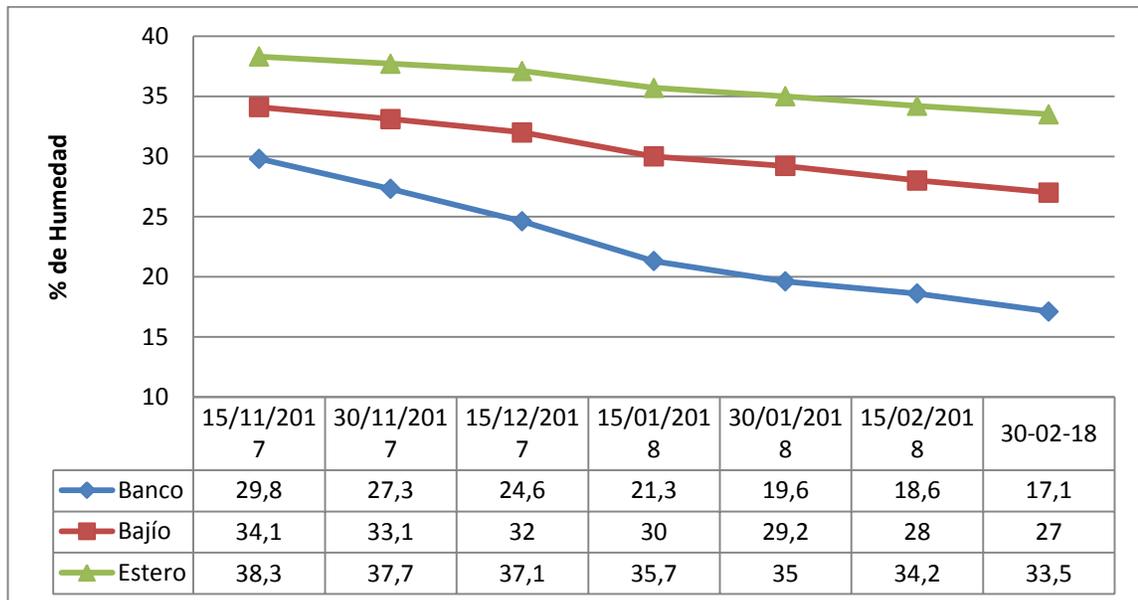


Figura 4. Promedios de Humedad por Unidad fisiográfica

El análisis de varianza de los porcentajes de humedad (cuadro 7 y figura 5) con el uso de curvas de nivel en la época seca mostró que existen diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en varios períodos, lo cual indica que la humedad del suelo se incrementó significativamente con las curvas de nivel. Esto confirma que las curvas de nivel crean las mejores condiciones para la retención de agua en el suelo durante la temporada de lluvias. Lo anterior no sucedió con el testigo debido a que aunque existió un incremento de humedad, no es estadísticamente significativo, ya que fueron los sitios de menor humedad, y mayor pérdida durante la temporada de secas en todos los tratamientos. Como citan, Harold y Hocker (1984), cuando se trazan curvas de nivel el flujo de agua es más rápido sobre las pendientes pronunciadas que sobre las suaves de las elevaciones más altas, el agua perdida corre hacia los sitios que se encuentran pendiente abajo, las que tienen menores pendientes o son relativamente planas, lo cual aumenta

la cantidad de agua recibida por estas localizaciones. Los mismos autores mencionan que si la topografía es suave, se puede evitar el escurrimiento debido a que el agua se acumula y llena los poros no capilares del suelo. Si esta condición se produce frecuentemente en la época de lluvia, se incrementa la humedad del suelo en la época seca.

Harold y Hocker (1984), y Stephen y Burton (1980) mencionan que es necesario hacer un manejo de suelo para concentrar el agua de lluvia y tener mayor disponibilidad de humedad. Encontraron que los cambios en los niveles de humedad del suelo variaron con sabanas moduladas en comparación del testigo. De manera que la precipitación afecta la cantidad de agua que penetra en el suelo y siendo la lluvia la única fuente de recarga de agua en el pastizal, la textura, cubierta vegetal, y fisiografía aumentaron significativamente la cantidad de humedad del suelo retenido.

´Cuadro 7. Comparación de medias de Humedad (%) con y sin uso de curvas de nivel

Uso de curvas de nivel	HUM15N	HUM30N	HUM15D	HUM15E	HUM30E	HUM15F	HUM30F
1 (Con curva de nivel)	34,86 a	33,52 a	32,00 a	30,20 a	29,15 a	28, 20 a	27,28 a
2 (Sin curva de nivel)	33,39 a	31,96 b	30,52 a	27,92 b	26,78 a	25,76 b	24,50 b

NOTA: Letras distintas en la misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes

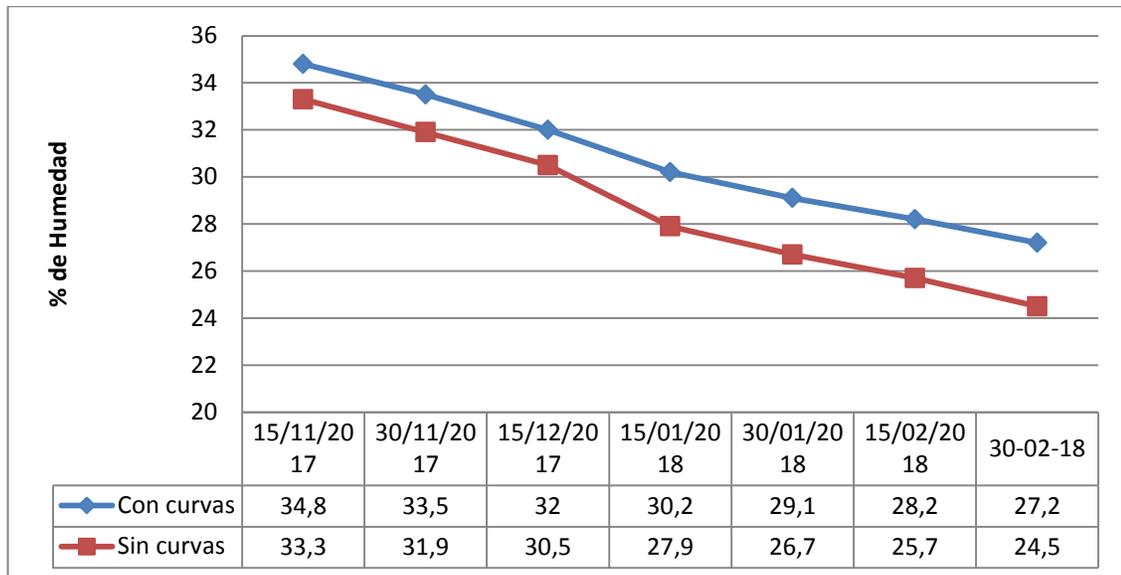


Figura 5. Promedios de Humedad con y sin curvas de nivel.

Por otro lado, la profundidad mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en todos los períodos, y el cuadro 8, evidenció que el mayor porcentaje de humedad se encontró en el estrato más profundo, lo cual podría deberse al almacenamiento de agua de lluvia producto de las curvas de nivel.

La figura 6 señala que a medida que transcurre el tiempo, no solamente hay una reducción de la humedad en los primeros estratos del suelo, sino que también se manifiesta en profundidad pero con menor intensidad en el estrato de 20 a 40 centímetros, lo cual concuerda con los resultados obtenidos de Sagué y Hernández (1978) donde determinaron que este indicador de humedad es mayor en la capa de suelo de 20-40 cm. Sin embargo, estos autores observaron que en el horizonte superficial el déficit de humedad es mayor en el bosque que en el pastizal, lo cual pudiera estar

dado por la mayor transpiración de la vegetación en el primero que en el segundo. Por otra parte, Entrena (1976) señaló que en las sabanas moduladas de Venezuela los regímenes de humedad en los meses de Diciembre a Marzo, casi siempre son más seco en profundidades de 10 a 20 centímetros.

Cuadro 8. Comparación de medias de Humedad (%) por profundidad

Profundidad	HUM15N	HUM30N	HUM15D	HUM15E	HUM30E	HUM15F	HUM30F
1 (0 - 20)	33,3 b	32,0 b	30,6 b	28,2 b	27,0 b	25,9 b	24,8 b
2 (20 - 40)	34,9 a	33,4 a	31,8 a	29,9 a	28,9 a	27,9 a	26,9 a

NOTA: Letras distintas en la misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes.

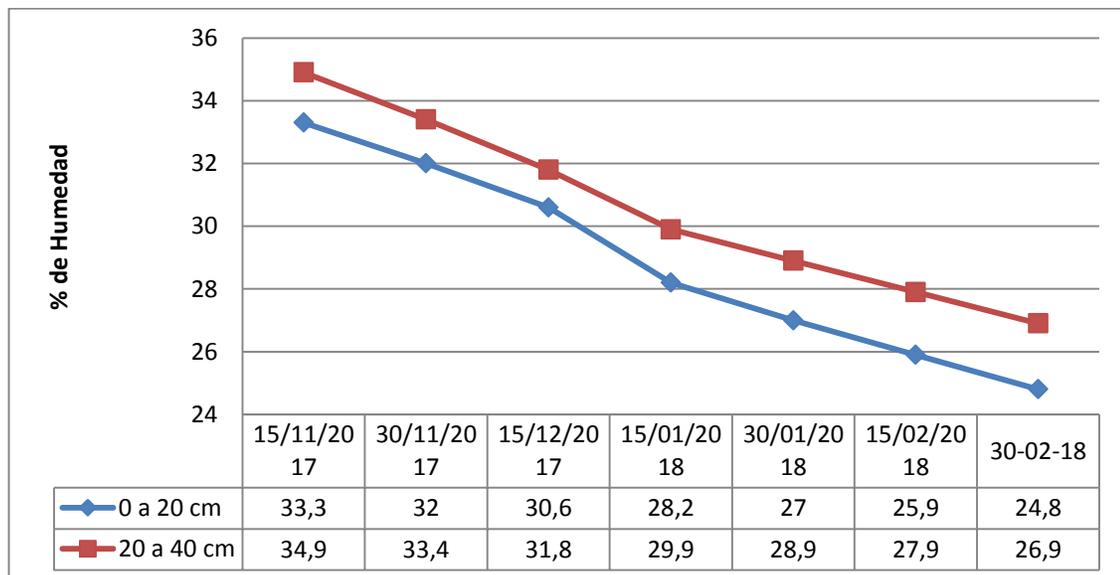


Figura 6. Promedios de Humedad por profundidad de suelo.

El efecto no significativo ($P > 0,05$) de las interacciones dobles y triples (Cuadro 5), es un indicativo de que no hay una relación de dependencia en el contenido de humedad de las unidades fisiográficas, el uso de curvas de nivel y la profundidad, por lo que, los efectos de cada uno de estos factores se mantiene independientemente del otro factor.

VARIABLES BIOMETRICAS

El procedimiento de análisis estadístico de las mediciones de altura del pasto (cm) y vigor en cada unidad fisiográfica comparando el uso de curvas de nivel con un testigo sin curvas de nivel. En el caso de la unidad de banco (cuadro 9), mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) en la mayoría de los períodos evaluados, favoreciendo claramente el uso de curvas de nivel (Figuras 7 y 8) y esto tiene relación directa con la mayor retención de humedad en las curvas de nivel. En cuanto a las unidades de Bajío (cuadro 10) y Estero (cuadro 7), los resultados fueron similares al de banco (Figuras 7, 8 y 9), lo que definitivamente favorece el uso de curvas de nivel para promover mayor humedad y como consecuencia mayor crecimiento de los pastizales que producirán una mayor oferta forrajera en el período de sequía.

En términos de desarrollo y crecimiento de los pasto en cada unidad fisiográfica, los resultados del muestreo, evidenciaron aspectos que en general son favorables al uso de las curvas de nivel como obras de conservación de aguas y suelos (Cuadro 10). Por otra parte, se pudo observar la diferencia existente entre los testigos y sus respectivos tratamientos (Figura 7, 8, 9), en que claramente se observa que los tratamientos presentaron mayor desarrollo que los testigos, lo que da cuenta de la efectividad de la obra de captación de agua de lluvia.

Todo lo anterior, indica que el contenido de humedad en el suelo favorecido por las curvas de nivel, influencia la fisiología de la planta (Cuadro 7) y variable de crecimiento y desarrollo, al menos en altura de planta, con valores significativos de correlación de 0.5669 y 0.5452, respectivamente. De igual manera se obtuvo una correlación positiva significativa entre la altura de planta y cobertura vegetal (Cuadro 10). Con respecto al testigo presenta una menor tasa de crecimiento durante el periodo seco con mayor énfasis entre los meses de diciembre a febrero en comparación con todos los tratamientos.

Similar patrón de respuesta ha sido informado por Wilson (1982) y Torres (1994) en especies del género *Panicum* y *Brachiaria*, respectivamente, en condiciones similares, demostrando que la altura de planta son significativamente mayor ($P < 0.05$) en el mes de marzo en cualquier unidad fisiográfica, sin diferencia estadística entre ellas y tampoco diferencia significativa en la cobertura de la planta y el vigor. Lo anterior significa que, bajo este sistema de captación de agua de lluvia, la humedad del suelo es retenida por los tratamientos en las unidades de banco (Figura 7), bajío (Figura 9) y estero (Figura 10), repercutiendo en una mayor altura de planta, reflejándose en la cobertura y el vigor de la planta. Esto coincide con los resultados obtenidos por Oscanoa y Flores (2016) quienes indican que al aplicar prácticas de conservación de agua y suelo, se incrementó la humedad en el suelo en la época seca y por lo tanto la productividad en unidades fisiográficas bajas.

Tejos y Arias (1988) demostraron que la producción de pasturas durante las épocas seca coincide con el incremento de la edad de las plantas y carencia de humedad en el suelo especialmente en las unidades fisiográficas de banco y bajío, además de la elevada evaporación. Por lo que, fisiológicamente se interpreta como un retardo en la tasa de crecimiento. Este

comportamiento concuerda con los resultados encontrados en el mismo tipo de sabanas por otros autores (Torres et al., 2003). Se manifiesta, en las épocas seca, una sucesión regresiva de las especies forrajeras deseables en las unidades de banco y bajío, por una mayor desecación de su vegetación y menor en la de estero.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se confirma que el desarrollo del pasto depende en buena medida de la cantidad agua de alguna forma retenida en el suelo, esto último por la tasa de evaporación debido a las altas temperaturas (Tejos, 2002). De todo lo anterior, se desprende que las curvas de nivel mostraron tener efectos positivos en todas las unidades fisiográficas (cuadro 9) y ello repercute en un mejor desarrollo y crecimiento de la planta y por ende, en una mayor producción de biomasa.

Cuadro 9. Prueba de F y Comparación de medias de altura y Vigor del pasto en la Unidad de banco

Banco	Altura de planta (cm)				Vigor			
	15-nov	15-dic	15-ene	15-feb	15-nov	15-dic	15-ene	15-feb
1 (Con curva)	89,4 a	84,1 a	65,6 a	52,2 a	3 ^a	3a	3 ^a	3 ^a
2 (Sin curva)	81,9 b	77,4 b	57,1 b	47,8 a	3 ^a	3a	2b	1b

NOTA: Letras distintas en la misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes.

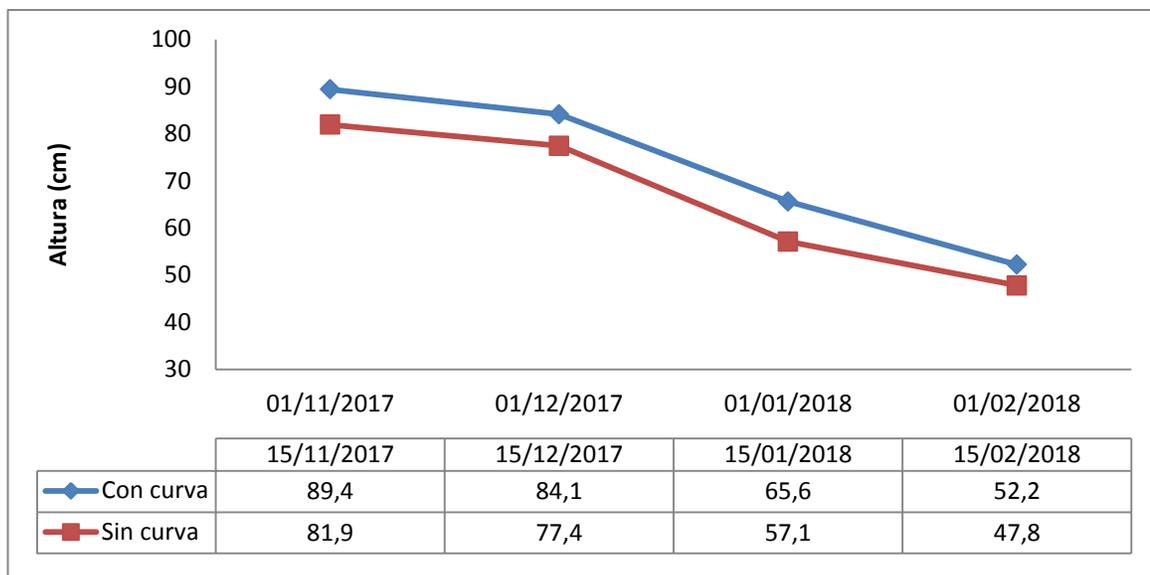


Figura 7. Promedios de Altura del pasto en la Unidad de Banco, con y sin curvas de nivel.

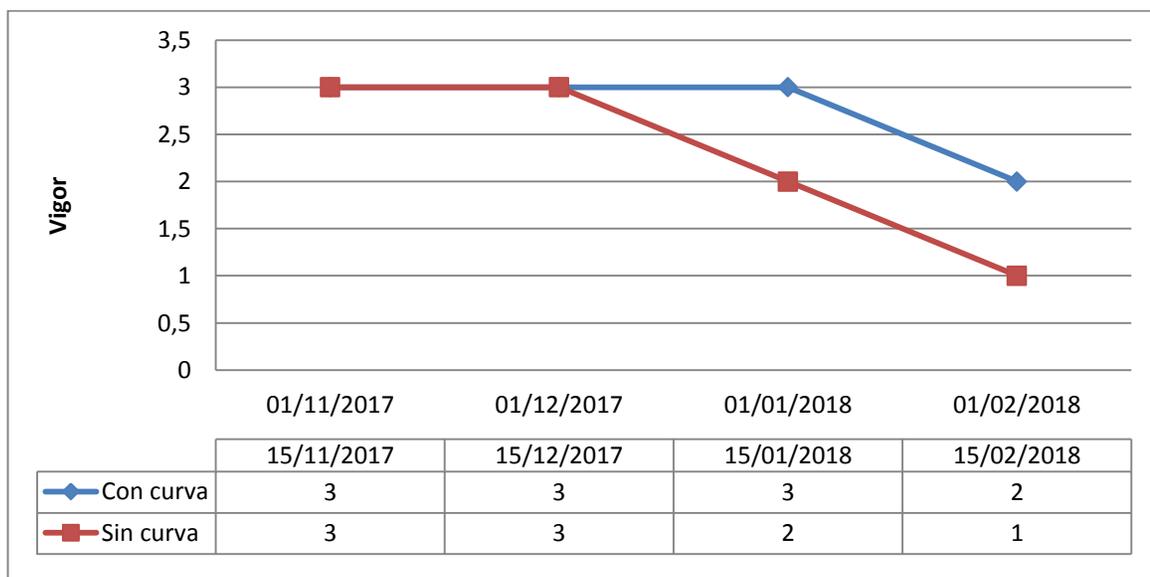


Figura 8. Promedios de Vigor del pasto en la Unidad de Banco, con y sin curvas de nivel.

Cuadro 10. Prueba de F y Comparación de medias de altura y Vigor del pasto en la Unidad de Bajío.

Bajío	Altura de planta (cm)				Vigor			
	15-nov	15-dic	15-ene	15-feb	15-nov	15-dic	15-ene	15-feb
1 (Con curva)	71,6 a	67,3 a	60,0 a	50,2 a	4a	4a	3a	2 ^a
2 (Sin curva)	56,4 b	50,1 b	46,1 b	41,4 a	3a	3a	2b	1b

NOTA: Letras distintas en la misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes.

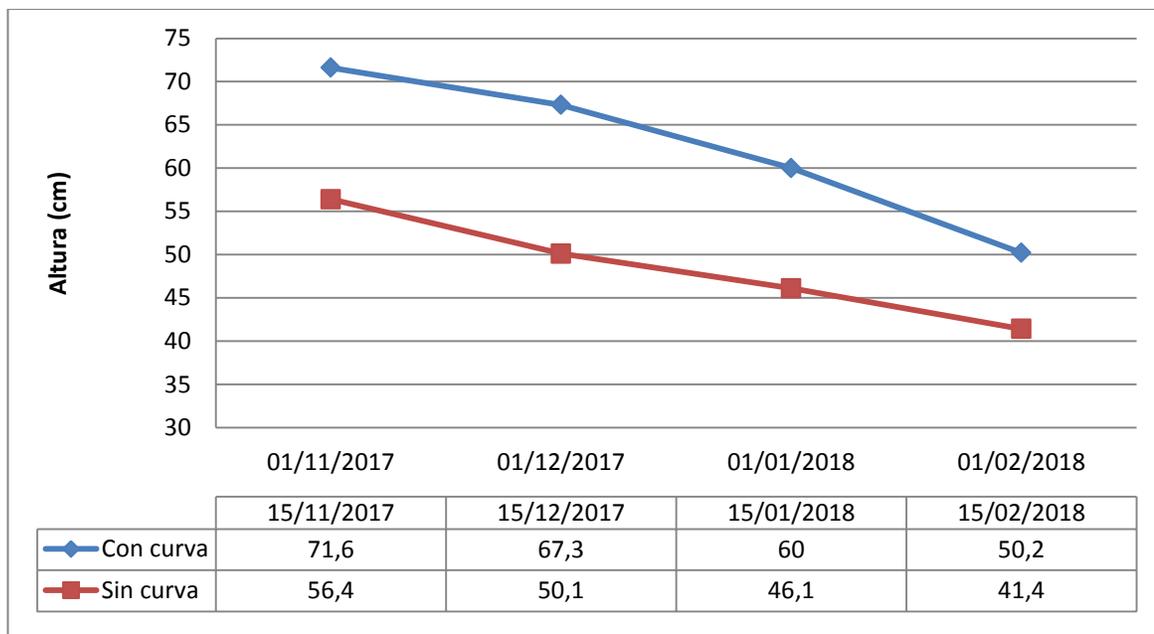


Figura 9. Promedios de Altura del pasto en la Unidad de Bajío, con y sin curvas de nivel.

Cuadro 11. Prueba de F y Comparación de medias de altura y Vigor del pasto en la Unidad de Estero.

Esteros	Altura de planta (cm)				Vigor			
	15-nov	15-dic	15-ene	15-feb	15-nov	15-dic	15-ene	15-feb
1 (Con curva)	32,4 a	33,4 a	41,5 a	43,8 a	5a	5a	4a	3 ^a
2 (Sin curva)	23,2 b	15,9 b	27,2 b	32,2 b	5a	4a	4a	3 ^a

NOTA: Letras distintas en la misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes.

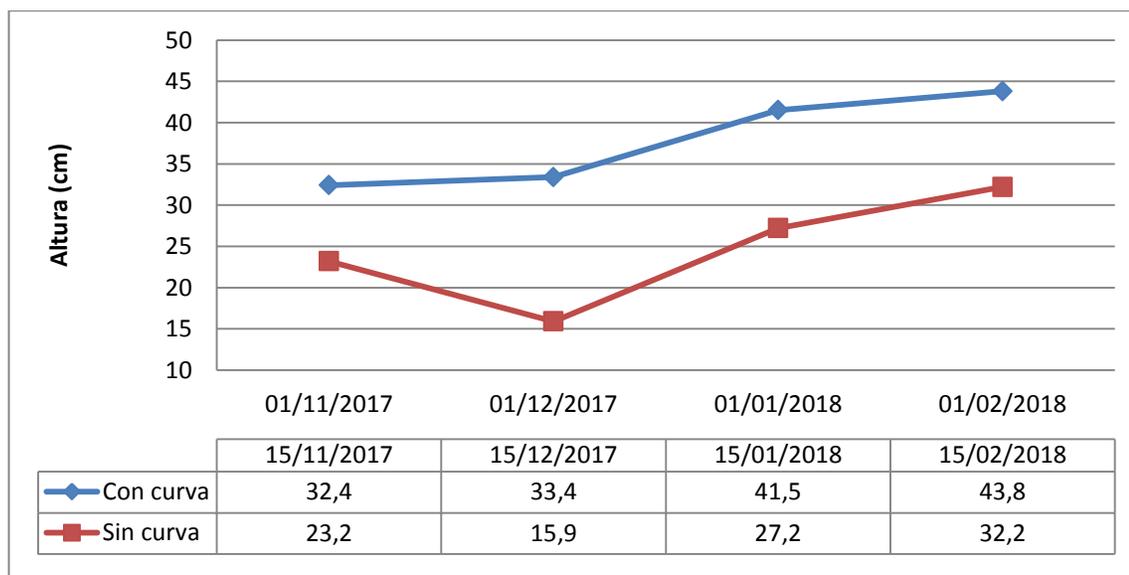


Figura 10. Promedios de Altura del pasto en la Unidad de Estero, con y sin curvas de nivel.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los contenidos de humedad en los suelos del área de estudio, como en gran parte de los llanos, están íntimamente relacionados a las precipitaciones pluviales (Orsag, 1989). Por otro lado, el almacenamiento y la disponibilidad de agua en los suelos están en función a sus características físicas, químicas y biológicas. Por tanto se ha visto conveniente realizar comparaciones de sus contenidos en las diferentes unidades fisiográficas en la zona de estudio durante el periodo vegetativo de 2017 y 2018.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede indicar que en la mayor parte de los suelos de estudio, el contenido de humedad edáfica fue significativamente mayor cuando se utiliz las curvas de nivel independientemente de las diferentes unidades fisiográficas, lo cual repercutió en una mayor altura, vigor y cobertura del pasto.

El estudio revela que la implementación de curvas de nivel coadyuva a recuperar las facultades hidrológicas del pastizal degradado, probablemente como resultado de la mejora de captación del agua de lluvias, cobertura vegetal, humedad del suelo y disminución de la evapotranspiración de la comunidad vegetal; por lo que su elección y monitoreo participativo fue lo más pertinente como estrategia cooperativa para la mejora del pastizal degradado. Mediante las curvas de nivel se demostró mejor aprovechamiento del forraje por la humedad presente en el suelo que el testigo. La investigación proporciona evidencia de la importancia de profundizar en

estudios ecohidrológicos de los tipos de pastizal en la época seca y la necesidad de generar propuestas, de menor costo de tiempo y dinero, alrededor de la técnica de mejora estudiada que son la base promisorias para la reintroducción de las especies vegetales de importancia hidrológica del ecosistema pastizal degradado.

Recomendaciones

En atención a las conclusiones, las cuales fueron elaboradas tomando en cuenta las estrategias para cada dimensión, el presente estudio plantea las recomendaciones:

1. En virtud de la amplia aceptación que han manifestado los productores del sector La Aduana, sobre la técnica de captación de lluvia, es necesario continuar con la capacitación técnica entre los demás productores, a fin de que adopten y se apropien de esta tecnología.
2. Realizar trabajos de investigación sobre sistemas de captación de agua de lluvia en otras localidades y en diferentes texturas de suelos.
3. La metodología de campo y los análisis utilizados en esta investigación demostró ser adecuada para determinar la relación entre los cambios del suelo mediante el manejo de los recursos hídricos a través de la construcción de curvas de nivel; por lo cual se recomienda su aplicación con estos fines, considerando las sugerencias mencionadas anteriormente.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Alvarado, A y Forsythe, W. 2005. Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense 29(1): 85-94. [Revista en línea]. En; http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n01_085.pdf. [Consulta: julio, 01 de 2014].
- Anaya, GM 2011. Captación del agua de lluvia: solución caída del cielo. Biblioteca básica de agricultura. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 130 p.
- Balestrini, M. 2003. Cómo se elabora el Proyecto de Investigación. Caracas. 5ta Edición Editorial Consultores Editores Venezuela.
- Baruch, Z., y J. Fisher. 1991. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. pp: 103-142 En: Lascano, C. y Spain, J. (eds). Establecimiento y renovación de pasturas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. 426p.
- Benejam, L.E. 2006. Técnicas de control de malezas en potreros. [documento en línea]. en: [http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A9 - Luis%20Benejam.pdf](http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A9-Luis%20Benejam.pdf). [consulta: noviembre 29, 2017].
- Black, C. A. 1999. Soil-Plant Relationships (Second Edition). John Wiley & Sons, Inc., New York. 792 p.
- Blue, W. G. and Tergas, L. E. 1969. Dry season deterioration of forage quality in the wet-dry tropics. Proceedings Soil and Crop Science of Florida 29:224-238.
- Bodisco, V. y A. Rodríguez. 1985. Ganado de Doble Propósito y su Mejoramiento Genético en el Trópico. E - L Editores, Maracay, Venezuela. 327 pp.
- Briceño, M. y D.H. López. 1980. Balance anual preliminar de algunos elementos esenciales en el Módulo Experimental de Mantecal. Estado Apure. Acta Científica Venezolana. 31:438-443.

- Buxton, D. 1989. Major climatic and edaphic stresses in the United States. p. 217-232. In Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, 18-22 July 1988, Honolulu, HI. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- Cabrera, R. 1994. Consideraciones sobre la tecnología del riego superficial en caña de azúcar. *Revista Caña de Azúcar*. 12(2): 85- 97. [Revista en línea]. En: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/canadeazucar/tcca_12.htm#No. 2](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/canadeazucar/tcca_12.htm#No.2). [Consulta: Noviembre, 09 de 2017].
- Camargo, M., Parraga, C., Diaz, N y Valladares, J. 2010. Desarrollo forrajero y productividad de sistemas doble propósito, parroquia Virgen de Coromoto, municipio Guanare, estado Portuguesa. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 28:37-42
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. 1999. Gaceta Oficial N° 36.860 (Extraordinaria), Diciembre 30, 1999.
- Delgado, F. 2004. Proyecto análisis, manejo, conservación y ordenación de los ecosistemas de Venezuela. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Viceministerio de Conservación Ambiental. Caracas. p 85.
- Díaz-Romeu, R. y Hunter, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. CATIE, Turrialba. 61 pp.
- Entrena, I. 1976. Estudio comparativo de la biomasa aérea, producción primaria aérea neta y composición florística a lo largo de un gradiente microtopográfico en un área del Modulo Experimental de Mantecal. (Alto Apure). Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias (Tesis). Caracas.
- Ewel, J., Madriz, A. y Toso, J. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memorias sobre el mapa ecológico. FONAIAP. Caracas.
- FAO .2013. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 272 p.
- Faría- Marmol, J. 1994. Consideraciones para la selección y manejo de especies tolerantes a la sequía. *Revista de Agronomía (LUZ)*: Vol.11, N° 2.

- Fiala, K. and M. Caldwell. 1991. Biomass partitioning in *Paspalum notatum* stands on the slope relief in the anthropic savanna of Cuba. *Preslia*. 63:269.
- Fisher, M.J. and D. Thomas. 1987. Environmental and physiological limits to tropical forage production in the Caribbean Basin. p 3. In: forage-livestock research for the Caribbean Basin. (ed.) J.E. Moore, K.H. Quesenberry, M.W. Michaud.
- Fisher, M. J. and D. Thomas. 2000. Environmental and physiological limits to tropical forage production in the Caribbean Basin. En: Moore, J. E., K. H. Quesenberry and M. W. Michaud (Eds.). Forage-Livestock Research Needs for the Caribbean Basin. pp. 3- 19. Caribbean Basin Advisory Group. University of Florida, Gainesville, Florida, USA. 181 p.
- González, V. 1980. Zonación y dinámica de vegetación en una sabana inundable de la región de Mantecal. Estado Apure. Investigaciones en los Módulos de Apure. CONICIT. San Fernando de Apure. Memorias.
- Grassi, C. 2001. Operación y mantenimiento de sistemas de riego. Serie Riego y Drenaje. RD-44. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT-Mérida, Venezuela). 2da edición.
- Harold, W. y Hocker, JR. 1984. Introducción a la Biología Forestal. Primera edición en español. México, D.F.: A.G.T. Editor, S.A., pp. 200-201, 227-242, 275-279.
- Humphreys, L. R., 1991. Tropical pasture utilisation. Cambridge University Press. Cambridge. G.B. 206 p.
- INAMEH. 2012. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología): <http://www.inameh.gob.ve>
- Kramer, P. 1974. Relaciones hídricas del suelo y plantas. Una síntesis moderna. Traducido por Leonor Tejada, México, 538 p.
- Levit, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses, Vol. 1, 2nd ed. Academic Press, New York.

- Ley de Agua. 2007. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 35.595 (Extraordinaria), Enero 2, 2007.
- Ley Nacional de Meteorología e hidrología. 2006. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.833, Diciembre 22, 2006.
- Ley Forestal de Suelos y Agua. 2010. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 1.004, Enero 26, 1966
- López-Hernández, D., y otros. 1986. Balance de elementos en una sabana inundable. (Módulo Experimental de Mantecal, edo. Apure. Venezuela). II. Balance de entradas y salidas. Acta Científica Venezolana.37:182-184.
- López-Hernández. 1995. Balance de elementos en una sabana inundada. Mantecal, Estado Apure. Venezuela. Acta Biologica Venezolana 15(3-4):55-88.
- López Guerrero. 2006.Crecimiento y producción de *guazumahulmifolia* en bancos de forraje bajo condiciones de clima cálido. MEMORIA ELECTRONICA".
- Lozano, Z; Lobo, D. y Pla, I. 2000. Diagnósticode limitaciones físicas en Inceptisoles de los llanos occidentales venezolanos. RevistaBioagro 12(1): 15-24.
- Martínez de Azagra A. 2000. Principles for designing endorheicmicrocatchments. In Third International Congress of European Society for Soil Conservation (ESSC). Valencia, España. Consultado 31 mar 2008. Disponible en <http://www.oasification.com/archivos/Comunicaci%C3%B3n%20Congreso%20ESSC.pdf>
- MAT-CVA. 2005. Ministerio de Agricultura y Tierras y Corporación Venezolana Agraria). Curso para cañicultores. Servicio Autónomo Imprenta Oficial del estado Lara, Venezuela. 83 pp.
- Minson, D. J. 2001. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc., San Diego, California, USA. 483 p.
- Monsalve, J.1979. Efecto de la construcción de diques en la dinámica, composición florística y ciertas propiedades edáficas de una sabana de la

- región de Mantecal, Estado Apure. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias.
- Morillo, D. 1994. Efectos de la época seca sobre la producción forrajera y bovina. *Revista de Agronomía (LUZ)*. Vol.11, N° 2: 152-163.
- Murakoa, T.; E.A. TziTziboy. 2000. Mejoramiento del uso del agua en la agricultura: El papel de las técnicas nucleares. Centro de Energía Nuclear en Agricultura (CENA), Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, Brasil, 131 p.
- Navas, A. 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria* 19:113-122.
- Ortiz, V.M., 2009. La climatología de las zonas áridas y semiáridas. Manejo de pastizales. Publicación oficial SOMMAP. pp.19.
- Oscanoa, L. y Flores T., 2016. Influencia de técnicas de mejora de suelos sobre la función hídrica de pastos naturales altoandinos. *Ecología Aplicada*, vol. 15, núm. pp. 91-99 Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, Perú.
- Padrón, G. M. y R. Vaccaro. 1987. Crecimiento de hembras Pardo Suizas bajo manejo intensivo. *Zoot. Trop.* 5:77-93
- Ramía, M. 1980. Relaciones geomorfología – suelo- vegetación en el Alto Apure. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Caracas.
- Ramírez, T. 2006. Como hacer un proyecto de investigación. Caracas. Editorial CARHET.
- Rincón, J. 2005. Manual de Ganadería de Doble Propósito. Decanato de Agronomía – UCLA.
- Sagué, H. & Hernández, L. 1978. Estructura del sistema radical de dos comunidades vegetales de suelos montañosos. *Inf. Cient. Téc.* 41:9.
- Sagué, H. y Hernández L. 1979. Balance hídrico y erosión en Sierra del Rosario. *Voluntad Hidráulica.* 49:50.

- Salas, S. y Quero, A. 1983. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ-Guanare), Centro cartográfico y Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Dirección General de Información e Investigación del Ambiente y Dirección de Suelos, Vegetación y Fauna, Programa Inventario Nacional de Tierras.
- Salinas, J.G. y Saif, S.R. 1989. Requerimientos nutricionales de *Andropogon gayanus*. In Toledo. CIAT, Cali. pp. 105-166.
- Sánchez., y otros 2015. Técnica de bolseo: sistema de captación de agua para siembras en humedad residual utilizado por productores de masiaca, sonora. Vol. 11, Número 5 Edición Especial Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 139-15.
- Sanchez, P. A. 2006. Properties and Management of Soils in the Tropics. John Wiley and Sons, New York. 618 p.
- Schargel R. y R. González. 1973. Estudio agroecológico preliminar. Sectores Bruzual- Mantecal. Ministerio de Obras Públicas. División de Edafología. Caracas, Venezuela. 144p
- Schargel W., R. y Delgado, F. 1990. Características y manejo de los suelos utilizados en la producción de carne en Venezuela. In Plasse, D., Peña de Borsotti, N., eds. VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. FCV-UCV, Maracay. pp. 187-220.
- Schargel, R. 2011. Una reseña de la geografía física de Venezuela, con énfasis en los suelos. *BioLlania Edición Esp.* 10:11-26
- Silveira P., y Franco, R. 2006. Conservación de forrajes. *Revista electrónica de Veterinaria* (vi: 23-08-2009) <http://veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html>
- Stephen, H.S. y Burton, V.B. 1980. *Ecología forestal*. Tercera edición. México, D.F.: AGT Editor, pp. 107-135, 191-209, 251-273.
- Tejos R.N. y J.F. Arias. 1988. Valor nutritivo del pasto lambedora (*Leersia hexandra* Sw.) durante el periodo seco de la sabana inundable de Apure, Venezuela. *Revi. UNELLEZ de Cie. y Tec.*, 6(1-2):41-44.

- Tejos, R. 1997. Inventario de Vegetación. Programa de Producción Animal UNELLEZ. Guanare. 26 p.
- Tejos, R. 2002. Pastos nativos de sabanas inundables; Caracterización y manejo. 1ra edición. Barquisimeto, Venezuela. 108 p.
- Tejos, R. 2004. Alternativas de manejo de pastos tropicales introducidos en los llanos venezolanos. XII congreso venezolano de producción e industria animal. UNELLEZ. Postgrado Producción Animal Integral. Guanare, Venezuela.
- Torres, R. 1987. El recurso forrajero y su manejo en la sabana inundable. En: III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Fac. Cien. Vet. (UCV). 133-154.
- Torres, G. 1994. El agroecosistema módulos de Apure como instrumento para enfrentar la sequía. Revista de Agronomía (LUZ): Vol. 11, N° 2.
- Torres R, E. Chacón, F. Ovalles, O. Guenni, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas I. Sucesión del pastizal. Zoot. Trop., 21(4):425-448.
- Torres R. 2003. Estudio de los factores inter actuantes sobre la producción primaria y secundaria de sabanas moduladas. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis Doctoral. Maracay, Venezuela. 196 p.
- Villanueva J., y otros. 1987. A method to determinate the relation of water harvesting area to planting area on seasonal crops. In Symposium on strategies for classification and management of native vegetation for food production in arid zones. Tucson, Arizona. Estados Unidos.
- Wilson, J. R. (2002). Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. En: Hacker, J. B. (Ed.). Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. pp. 111-131. [Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK. 536 p.

Anexo A. Resultado Análisis de Suelo

ANEXO B. Registros climáticos mensual-anual; Aeropuerto Nacional Virgen de Coromoto

Datos mensuales de temperatura mínima (°C)

N° Reg	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prm
1	1973	20.7	21.0	22.7	23.5	22.4	22.1	21.1	20.5	21.3	21.9	21.7	19.4	19.4
2	1974	19.3	20.7	21.8	23.2	22.0	21.9	20.7	21.1	20.7	21.3	21.3	18.4	18.4
3	1975	19.1	21.3	22.8	22.8	21.7	21.1	20.1	20.5	21.3	20.9	20.8	19.8	19.1
4	1976	19.0	20.1	21.9	22.1	22.3	21.3	21.0	20.9	22.0	22.0	21.4	20.4	19.0
5	1977	20.1	21.1	22.7	24.0	22.6	21.9	21.6	22.3	21.8	22.5	22.6	20.9	20.1
6	1978	19.9	22.4	23.4	22.9	22.3	21.8	21.7	21.4	21.7	22.6	22.5	20.6	19.9
7	1979	19.8	21.2	23.0	23.4	23.1	22.7	22.1	22.4	22.4	22.3	22.4	21.3	19.8
8	1980	20.6	20.6	22.1	23.0	22.8	22.3	21.6	21.6	22.1	22.2	21.4	20.8	20.6
9	1981	20.1	21.9	22.0	22.9	22.6	22.0	20.9	21.4	21.3	22.1	22.1	21.4	20.1
10	1982	20.2	22.1	28.2	22.4	21.9	22.4	21.8	21.8	22.9	21.6	21.0	19.9	19.9
11	1983	20.1	19.8	22.0	22.3	22.6	22.0	21.4	21.6	21.9	22.0	21.8	20.5	19.8
12	1984	20.6	21.9	23.1	32.9	23.2	22.3	21.6	22.4	22.2	21.9	21.7	20.0	20.0
13	1985	18.9	20.3	22.7	23.0	22.1	21.7	20.6	21.2	21.7	21.8	21.5	20.2	18.9
14	1986	20.2	21.4	22.1	23.3	22.4	21.7	21.1	21.6	21.9	22.0	21.3	20.8	20.2
15	1987	20.7	22.2	23.0	22.8	22.9	22.6	22.5	22.3	22.6	22.7	23.0	22.2	20.7
16	1988	20.7	23.0	23.3	24.6	24.7	22.4	22.1	22.5	22.6	21.8	21.7	20.5	20.5

17	1989	20.5	21.3	22.4	23.3	22.7	22.1	21.9	20.7	22.1	21.8	22.0	20.1	20.1
18	1990	21.7	21.6	23.5	23.6	22.8	22.4	21.8	22.3	22.0	22.3	22.1	21.0	21.0
Prome dios		21.3	22.9	23.7	22.6	22.0	21.4	21.6	21.9	22.0	21.8	20.5	21.8	

Datos mensuales de temperatura máxima (°C)

N° Reg	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1	1972	33.2	32.6	31	32.6	30.2	31.4	31.2	30.8	31.2	31.9	32.4	32	33.2
2	1973	33.4	34.7	34.8	34.4	32	30.6	30.1	30.1	30.7	31.4	31.1	31.8	34.8
3	1974	32.7	33.4	34.2	32.6	30.6	30.9	29.5	29.8	29.9	31	30.9	31.7	34.2
4	1975	33.1	33.5	34.2	33.5	30.7	29.3	31.2	29.4	32.1	30.8	30.9	31.2	34.2
5	1976	31.9	33.2	32.6	31.2	29.5	28.8	29.2	30.7	32	32.2	32.5	32.3	33.2
6	1977	33.9	34.1	33.7	34.8	31.3	30.2	30	31.4	31.4	31.9	32.3	32.4	34.8
7	1978	33.3	34.9	34.5	30.6	30.2	29.6	30.8	29.4	32.1	32	32.1	31.7	34.9
8	1979	34.3	35.1	34.2	31.7	33.9	30.1	30.7	31.5	31.5	31.6	31.8	31.6	35.1
9	1980	32.7	34.1	34.4	33.8	30.7	30	30	30.7	31.8	31.8	31.5	32.4	34.4
10	1981	34.3	33.2	34.1	30.3	29.9	29.7	29.3	30.6	30.5	30.8	32.8	32.1	34.3
11	1982	33.1	32.8	31.4	28.6	30.8	29.7	37.3	30.9	32.2	31	30.8	30.6	37.3
12	1983	31.2	32.8	34.5	30.1	31.3	28.5	30.6	30.6	31.4	31.6	31.8	32.1	34.5
13	1984	33.7	34	35.6	35	33.6	30.8	29.8	30.9	31.3	32.2	31.9	32.5	35.6
14	1985	34.1	34.5	34.2	33.8	31.3	29.4	29.7	30.4	31.5	31.7	32.3	32.4	34.5
15	1986	33.1	33.5	34	30.8	31.3	30	30.2	31.1	30.8	31.3	31.5	33.7	34.0
16	1987	33.3	34.8	34.4	33.3	31.2	31.3	30.9	31.1	32	32.4	33.1	33.9	34.8
17	1988	34.6	35.1	36.4	34.8	34.7	30.8	29.7	30.1	31.5	31.4	30.8	31.8	36.4
18	1989	32.1	33.5	33.6	34.5	30.8	30.9	30.3	30.4	31.8	31.5	32.3	31.9	34.5
19	1990	33.3	33.8	33.4	33	30.8	30.1	30.6	31.3	31.6	31.5	31	31.9	33.8
		33.9	32.6	31.3	30.1	30.6	30.6	31.3	31.4	31.6	31.8	32.1	31.9	32.5

Datos mensuales de humedad relativa media (%)

N° Reg	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	1970	68	67	64	66	76	82	84	84	84	81	78	79
2	1971	71	67	62	63	79	78	82	81	82	81	79	73
3	1972	73	67	71	79	85	84	85	83	84	83	80	76
4	1973	67	60	59	57	71	79	83	83	84	81	81	73
5	1974	68	64	62	62	71	72	80	81	82	79	79	70
6	1975	66	59	58	64	79	81	82	83	85	82	82	79
7	1976	72	66	67	78	83	87	83	81	83	81	78	77
8	1977	68	57	62	61	81	82	84	84	81	97	79	70
9	1978	63	57	62	76	84	85	83	89	83	79	76	73

10	1979	62	59	61	73	81	88	85	79	75	69	68	68
11	1980	64	62	59	63	72	73	86	85	80	79	78	75
12	1981	67	75	66	80	82	85	89	87	87	86	81	81
13	1982	76	76	73	85	86	87	88	86	83	84	82	80
14	1983	72	67	64	79	87	86	86	86	84	84	77	76
15	1984	70	66	63	63	66	80	85	86	85	81	83	76
16	1985	67	65	66	66	79	86	84	86	77	82	81	76
17	1986	71	69	66	72	78	82	82	83	85	83	82	76
18	1987	73	65	67	71	81	83	85	84	83	83	80	75
19	1988	69	68	65	71	72	83	85	88	84	83	84	77
20	1989	71	66	63	62	79	84	85	84	84	82	81	73
21	1990	70	68	68	72	83	85	85	84	84	85	83	76
Prom edios	69.0	65.2	64.2	69.7	78.8	82.5	84.3	84.1	82.8	82.1	79.6	75.2	76.5

Datos mensuales de velocidad media del viento a 2 m de altura (m s-1)

N° Reg	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1	1970	1.89	2.11	2.33	2.00	2.00	1.78	1.64	1.75	1.69	1.72	1.72	1.86	1.88
2	1971	1.89	2.06	2.11	2.25	1.92	1.81	1.78	1.67	1.69	1.69	1.69	1.67	1.85
3	1972	2.06	2.19	1.97	1.86	1.89	1.86	1.92	1.69	1.86	1.69	1.75	1.83	1.88
4	1973	2.11	2.31	2.22	2.19	2.08	1.81	1.78	1.61	1.67	1.78	1.64	1.67	1.91
5	1974	2.06	2.22	2.61	2.19	2.31	2.11	1.78	1.72	1.72	1.61	1.69	1.81	1.99
6	1975	2.11	2.33	2.42	2.08	1.89	1.92	1.92	1.67	1.69	1.64	1.83	1.67	1.93
7	1976	1.92	2.53	2.19	1.97	1.89	1.86	1.69	1.78	1.61	1.58	1.72	1.69	1.87
8	1977	1.94	2.36	2.28	2.19	1.92	2.14	1.64	1.64	1.72	1.69	1.86	2.00	1.95
9	1978	2.11	2.28	2.19	1.97	1.92	1.69	1.64	1.67	1.67	1.78	1.72	1.97	1.88
10	1979	2.11	2.53	2.11	2.03	1.89	1.64	1.78	1.78	1.72	1.69	1.14	1.64	1.84
11	1980	2.00	2.31	2.36	2.25	1.83	1.78	1.61	1.56	1.44	1.78	1.75	1.67	1.86
12	1981	2.14	2.17	2.06	1.92	1.83	1.64	1.56	1.64	1.64	1.58	1.72	1.81	1.81
13	1982	2.08	2.19	2.33	1.92	1.81	1.89	1.69	1.64	1.69	1.75	1.89	1.75	1.89
14	1983	2.03	2.14	1.97	1.75	1.75	1.69	1.72	1.64	1.69	1.78	1.72	1.78	1.81
15	1984	1.83	2.14	2.25	2.36	2.17	1.75	1.69	1.69	1.61	1.69	1.72	1.83	1.90
16	1985	2.25	2.14	2.56	2.22	1.97	1.81	1.69	1.64	1.64	1.75	1.64	1.81	1.93
17	1986	2.00	2.19	2.33	2.11	1.97	1.78	1.69	1.64	1.67	1.61	1.61	1.86	1.87
18	1987	1.89	2.00	2.06	1.83	1.86	1.78	1.67	1.50	1.50	1.50	1.61	1.67	1.74
19	1988	1.94	2.19	2.47	1.92	2.19	1.72	1.53	1.64	1.72	1.50	1.56	1.69	1.84
20	1989	1.89	2.36	2.33	2.03	1.78	1.69	1.72	1.69	1.72	1.67	1.69	1.72	1.86
21	1990	1.94	2.39	1.97	1.83	1.69	1.72	1.72	1.61	1.69	1.53	1.64	1.64	1.78
Prom edios	2.01	2.24	2.24	2.04	1.93	1.80	1.71	1.66	1.67	1.67	1.67	1.68	1.76	1.87

Datos mensuales de Insolación Media (Horas día-1)

N° Reg	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1	1970	9.9	9.4	8	6.6	6.3	4.6	6.3	5.7	5.8	7.1	8.2	6	7.0
2	1971	8.3	7.9	7.2	6.4	5.2	6	5.7	7	6.8	7	7.9	8.8	7.0
3	1972	6.5	8	6.1	4.6	4.5	5.1	5.8	6.5	6.5	8	8.3	7.8	6.5
4	1973	8.6	9.6	8	6.6	7.3	4.5	5.9	5.9	6.7	7.7	6.3	9	7.2
5	1974	8.8	8	7.9	4.8	4.6	6.5	5.9	7	6.7	7.9	7.6	9.6	7.1

6	1975	9.1	8.4	7.5	5.9	5	4.7	6.1	5.5	6.6	7.1	7.7	7.4	6.8
7	1976	8.6	8.4	6.1	4.5	4	4.1	4.6	6.7	6.6	7.1	8.4	8	6.4
8	1977	9.6	9.3	6.5	6.2	4.5	8	5.7	5.7	6.2	7.2	7.1	8.2	7.0
9	1978	9.3	8.9	6.4	3.5	4.5	4.2	6.7	5.2	7.1	7	7.1	7.6	6.5
10	1979	10	9.5	6	4.5	5	3.6	5.5	6	6	5.9	7.1	6.6	6.3
11	1980	8.3	7.9	6.4	4.6	4.8	4.7	4.1	6.2	6.9	6.6	7.8	7.7	6.3
12	1981	6.9	7.3	7.1	2.2	3.3	4.6	4.6	5.8	5.6	5	6.6	5.4	5.4
13	1982	8.1	5.2	5.8	1.8	4.2	3.8	3.5	5.6	6	5.6	6	5.6	5.1
14	1983	8.9	6.1	7.2	3.1	3.7	2.9	5	6.2	6.5	5.9	9	6.9	6.0
15	1984	7.4	6.9	7.1	4.8	6.3	4.7	4.4	5.2	7	6.4	7.2	8.3	6.3
16	1985	8.8	9.4	5.8	4.6	4.7	3.3	5.8	5.6	7	6.6	7.6	8.2	6.5
17	1986	7.4	6.4	6	2.4	4.5	3.8	6.2	4.2	4.9	5.4	6.9	8	5.5
18	1987	7.6	7.3	6.2	5.1	4.2	4.5	4.1	5.9	5.9	5.9	6.8	8	6.0
19	1988	8.6	6.9	4.1	3.8	4.6	6.6	5.5	6.7	6.8	5.8	5.8	6.9	6.0
20	1989	6.5	7.8	5.8	6.1	4.2	4.6	5.5	7.3	6.5	6.3	7.9	7.5	6.3
21	1990	6.5	6.4	3.6	4.1	4.7	3.8	5.8	6.6	7.5	6.8	6.9	7	5.8
Promedios		7.9	6.4	4.6	4.8	4.7	5.4	6.0	6.5	6.6	7.3	7.5	6.3	

Datos mensuales de Evaporación media (mm)

N° Reg	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1	1971	177	199,3	223,1	208,7	147,7	132,4	108,6	133,8	153,2	143,7	141,5	166,9	1935,9
2	1972	-	209,9	191,5	101,1	108,1	111,9	147,6	153,6	165	143,7	138,6	148,7	1619,7
3	1973	200,2	222,1	247,4	238,6	200,2	170,3	125,6	139	121,6	133,1	118,1	127	2043,2
4	1974	181,1	176,3	218,5	193,2	145,9	165,2	120,2	135,6	133,3	161,2	134,5	144,9	1909,9
5	1975	173,9	161,8	237,1	139,9	181,2	131,3	160,5	159,1	149,7	169,8	134,1	117,9	1916,3
6	1976	158,7	168,3	185,5	169,6	135	125,6	118,2	192,8	187,6	193,2	181,1	172,6	1988,2
7	1977	200,8	233,5	216,5	217,1	150,2	175,4	160	164,8	131,7	186,8	171,2	196,7	2204,7
8	1978	207,5	-	-	-	119,4	123,2	147,4	123,3	116,3	141,4	140,2	144,9	1263,6
9	1979	203,3	206,5	191,6	141	140,2	128,6	150,8	136,1	143,9	151,9	129,2	129,4	1852,5
10	1980	177,1	218,9	242,4	242,5	164,1	132,5	128,3	149,1	178,1	165,2	155,5	193,7	2147,4
11	1981	248,4	243,7	227	154	129,7	111,2	170,6	-	-	-	-	-	1284,6
12	1982	-	177,2	211,8	127,8	119,9	169,9	144,5	183,2	210,1	219,7	175,2	185,1	1924,4
13	1983	-	192,5	228,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	421
Promedios	192,8	200,8	218,4	175,8	145,1	139,8	140,2	151,9	153,7	164,5	147,2	157,1	1840,9	

Datos mensuales de Precipitación (mm)

N° Reg	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1	1970	0	85	4	123	81	241	300	162	154	235	10	110	1505.0
2	1971	43	7	11	107	168	231	248	201	97	158	74	39	1384.0
3	1972	60	22	161	185	250	315	340	113	148	110	259	48	2011.0
4	1973	2	0	19	63	84	242	327	112	174	98	163	12	1296.0
5	1974	13	1	9	23	86	152	201	170	142	104	235	1	1137.0
6	1975	8	6	25	49	305	284	115	137	81	238	77	71	1396.0
7	1976	45	2	28	236	140	385	272	197	125	55	125	107	1717.0
8	1977	0	0	56	5	228	30	367	136	178	166	91	1	1258.0
9	1978	14	0	20	229	166	222	276	254	220	222	24	16	1663.0
10	1979	0	1	171	219	205	192	240	96	72	241	71	89	1597.0
11	1980	1	1	56	165	297	306	435	188	104	158	136	10	1857.0
12	1981	3	110	17	404	455	415	232	259	514	181	54	53	2697.0
13	1982	8	51	10	301	416	164	304	159	113	136	124	47	1833.0
14	1983	27	26	1	103	327	331	294	259	158	265	31	19	1841.0
15	1984	15	27	0	32	59	253	159	169	216	99	145	4	1178.0
16	1985	0	6	7	23	200	179	128	313	233	169	81	28	1367.0
17	1986	4	8	24	62	222	334	268	356	262	350	180	23	2093.0
18	1987	15	0	134	151	134	170	310	190	156	155	60	21	1496.0
19	1988	0	1	0	64	18	307	254	375	191	189	116	14	1529.0
20	1989	5	55	4	52	322	126	259	105	71	107	111	32	1249.0
21	1990	26	10	59	149	459	261	289	205	204	231	67	19	1979.0
22	1991	0	26	30	156	56	202	286	127	424	228	59	12	1606.0

Anexo C. Mediciones del contenido de humedad en el suelo en las unidades de Banco, Bajío y Estero.

Contenido de humedad en cada unidad fisiográfica y profundidad expresada en Porcentaje (%)

			2017			2018			
			Fecha						
Tratamiento	Punto	Repetición Profundidad	15-nov % humedad	30-nov % humedad	15-dic % humedad	15-ene % humedad	30-ene % humedad	15-feb % humedad	30-feb % humedad
		0 - 20 cm	29,7	26,6	23,1	19,8	18,3	17,6	16,5
		20 - 40 cm	32,1	30,8	27,1	24,6	22,9	21,6	18,9
T1(Banco) con curvas de nivel	1	0 - 20 cm	32,3	30,4	28,8	23,7	20,76	19,5	17,9
		20 - 40 cm	32,9	30,9	28,9	24,1	21,7	20,76	18,9
		0 - 20 cm	30,3	27,8	24,5	20,7	19,52	18,6	17,9
		20 - 40 cm	31,0	28,1	23,2	22,2	20,66	19,5	18,7
		0 - 20 cm	24,6	21,9	20,55	19,5	18,75	17,5	16,5
		20 - 40 cm	27,3	24,3	22,6	21,2	20,33	19,67	18,9
		0 - 20 cm	28,8	25,4	23,89	18,5	15,8	13,9	11,9
		20 - 40 cm	31,7	29,6	26,5	23,6	21,9	20,6	17,5
T1(Banco) sin curvas de nivel	2	0 - 20 cm	29,5	27,5	25,9	21,5	19,8	18,1	16,5
		20 - 40 cm	28,5	26,5	22,4	20,2	19,0	18,7	17,2
		0 - 20 cm	29,4	27,2	25,2	21,3	17,4	18,1	16,5
		20 - 40 cm	30,1	28,2	25,1	21,1	19,4	18,9	17,5
		0 - 20 cm	29,3	27,9	24,7	19,0	17,9	16,4	15,1
		20 - 40 cm	30,2	24,1	21,8	20,6	19,5	18,6	17,2
		0 - 20 cm	32,1	31,7	29,7	27,1	26,4	24,3	22,2
		20 - 40 cm	37,3	35,3	33,2	30,5	27,9	25,8	24,3
T2(Bajo) con curvas de nivel	3	0 - 20 cm	34,3	32,5	31,2	29,8	29,1	28,3	27,1
		20 - 40 cm	36,1	34,3	33,9	32,5	31,9	31,1	30,8
		0 - 20 cm	37,6	37,0	36,5	35,1	34,9	33,5	32,2
		20 - 40 cm	39,8	39,1	38,5	37,2	36,7	35,8	35,2
		0 - 20 cm	31,2	30,9	29,6	28,7	28,0	27,2	26,4
		20 - 40 cm	32,3	31,9	30,4	29,5	29,1	28,4	28,0
		0 - 20 cm	30,2	29,5	28,9	26,1	24,9	23,4	21,2
		20 - 40 cm	30,8	30,1	29,6	28,1	27,4	26,1	25,8
T2(Bajo) sin curvas de nivel	4	0 - 20 cm	33,0	31,9	29,5	28,8	27,5	26,4	25,1
		20 - 40 cm	33,7	32,4	31,9	29,0	28,5	27,4	26,3
		0 - 20 cm	35,6	34,3	32,5	30,1	29,6	28,1	26,8
		20 - 40 cm	35,9	34,7	32,9	29,4	28,8	28	27,6
T3(Estero) con curvas		0 - 20 cm	33,0	32,5	31,9	29,1	28,2	27,4	26,9
		20 - 40 cm	33,8	32,7	32,0	29,6	28,9	28,1	27,4
		0 - 20 cm	38,6	38,1	37,6	36,5	35,8	35,1	34,9

de nivel	5	20 - 40 cm	40,2	39,7	38,5	37,2	36,6	36,0	35,7	
		0 - 20 cm	38,2	37,6	37,0	36,1	35,8	34,2	34,0	
	6	20 - 40 cm	40,8	40,1	39,8	38,5	38	37,6	37,2	
		0 - 20 cm	38,6	38,1	37,4	36,8	35,2	34,7	34,2	
		20 - 40 cm	40,5	39,7	39,1	38,5	37,7	37,1	36,7	
		0 - 20 cm	39,2	38,7	38,1	37,2	36,7	36,1	35,8	
		20 - 40 cm	39,8	39,1	38,8	37,8	37,1	36,9	36,0	
		0 - 20 cm	37,4	36,3	35,8	34,1	33,3	32,4	31,0	
		20 - 40 cm	38,8	38,0	37,6	35,2	34,8	33,1	32,7	
		0 - 20 cm	35,5	35,1	34,3	32,9	32,2	31,4	31,1	
		T3(Estero) sin curvas de nivel	20 - 40 cm	39,5	39,0	38,4	37,2	36,6	35,9	33,8
			0 - 20 cm	36,6	36,0	35,5	33,5	32,6	30,4	29,5
			20 - 40 cm	38,8	38,1	37,3	36,4	35,1	34,4	33,9
			0 - 20 cm	34,6	34,0	33,5	31,7	31,1	30,7	29,0
20 - 40 cm	36,8		36,1	35,5	33,1	32,7	31,8	30,5		

ANEXO D. Mediciones biométricas y porcentaje de cobertura de los pastos en diferentes unidades fisiográficas.

Mediciones Biométricas,, Cobertura y Vigor de los pastos en las diferentes unidades fisiográficas.

Tratamiento	Pasto	Cobertura(%)	Repetición	Altura(cm)	Altura(cm)	Altura(cm)	Altura(cm)	vigor	vigor	vigor	vigor
T1(Banco) con curvas de nivel	Brachiariahumidicola	64	1	90,0	86,0	75,0	56,70	3	3	3	1
			2	87,8	84,6	73,0	51,50	3	3	3	1
			3	92,2	87,4	76,4	55,30	3	3	3	1
			1	89,0	80,6	66,6	49,50	3	3	3	1
			2	93,5	88,6	63,5	52,00	3	3	3	1
			3	90,6	86,5	62,4	55,00	3	3	3	1
			1	86,2	79,6	57,6	49,60	3	3	3	1
			2	92,0	85,4	61,2	52,10	3	3	3	1
			3	83,4	78,6	55,4	48,70	3	3	3	1
T1(Banco) sin curvas de nivel	Brachiariahumidicola	56	1	82,2	78,5	55,6	49,60	3	3	2	0
			2	83,2	79,4	53,5	47,20	3	3	2	0
			3	80,5	74,5	62,4	46,70	3	3	2	0
			1	68,2	62,1	58,7	49,5	4	4	3	1
			2	66,5	60,8	56,4	48,4	4	4	3	1
			3	61,4	58,7	45,8	43,5	4	4	3	2
T2(Bajío) con curvas de nivel	Cynodonplectostachyus	74	1	81,3	75,3	66,2	56,2	4	4	3	1
			2	78,5	77,0	68,5	53,8	4	4	3	2
			3	79,1	75,0	66,4	55,7	4	4	3	1
			1	66,7	64,5	58,7	49,7	4	4	3	1
			2	71,2	65,4	59,7	46,1	4	4	3	2
			3	72,0	67,3	60,1	49,7	4	4	3	2
T2 (Bajío) sin curvas de nivel	Cynodonplectostachyus	64	1	64,2	55,2	52,1	45,8	4	3	2	0
			2	56,4	50,3	45,8	40,6	4	3	2	0
			3	48,8	44,9	40,1	37,8	4	3	2	0
			1	30,0	32,1	32,5	38,8	5	5	4	4
			2	27,0	22,0	52,0	46,0	5	5	4	4
			3	35,5	37,5	40,1	46,7	5	5	4	4
T3 (Estero) con curvas de nivel	Leersiahexandra	51	1	30,5	36,2	38,5	40	5	5	4	4
			2	29,5	27,4	34,0	39,7	5	5	4	4
			3	34,5	37,5	52,6	46,7	5	5	4	4
			1	27,4	32,5	30,7	35,4	5	5	4	4
			2	35,4	37,4	40,7	44,6	5	5	4	4
			3	42,1	38,5	52,4	56,7	5	5	4	4
T3 (Estero) sin curvas de nivel	Leersiahexandra	48	1	26,1	21,4	19,4	32,2	5	4	3	2
			2	19,4	7	32,4	34,1	5	4	3	2
			3	24,3	19,4	30,0	30,4	5	4	3	2

ANEXO E. Corrida programa estadístico: STATISTIX versión 8.0

Statistix 8.0

09-03-2018,

10:33:54 p.m.

Completely Randomized AOV for D15A

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	1	690.81	690.814	18.5	0.0016
Error	10	373.61	37.361		
Total	11	1064.42			

Grand Mean 29.075 CV 21.02

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	0.33	1	0.5633
Cochran's Q	0.6590		
Largest Var / Smallest Var	1.9326		

Component of variance for between groups	145.212
Effective cell size	4.5

Tratam	N	Mean	SE
0	3	15.933	3.5290
3	9	33.456	2.0375

Completely Randomized AOV for D15V

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	1	2.25000	2.25000	M	M
Error	10	0.00000	0.00000		
Total	11	2.25000			

Grand Mean 4.7500 CV 0.00

WARNING: The model error mean square is too small to continue.
The model may fit the data exactly.

Completely Randomized AOV for E15A

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	1	455.82	455.823	6.39	0.0300
Error	10	713.47	71.347		
Total	11	1169.29			

Grand Mean 37.942 CV 22.26

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	0.14	1	0.7071
Cochran's Q	0.6174		
Largest Var / Smallest Var	1.6137		

Component of variance for between groups	85.4391
Effective cell size	4.5

Tratam	N	Mean	SE
0	3	27.267	4.8767
3	9	41.500	2.8156

Completely Randomized AOV for E15V

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	1	0.00000	0.00000	M	M
Error	10	0.00000	0.00000		
Total	11	0.00000			

Grand Mean 4.0000 CV 0.00

WARNING: The total sum of squares is too small to continue.
The dependent variable may be nearly constant.

Completely Randomized AOV for F15A

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	1	303.340	303.340	9.41	0.0119
Error	10	322.349	32.235		
Total	11	625.689			

Grand Mean 40.942 CV 13.87

Bartlett's Test of Equal Variances	Chi-Sq	DF	P
	2.44	1	0.1180
Cochran's Q			0.9201
Largest Var / Smallest Var			11.520

Component of variance for between groups	60.2456
Effective cell size	4.5

Tratam	N	Mean	SE
0	3	32.233	3.2780
3	9	43.844	1.8925

Completely Randomized AOV for F15V

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	1	2.25000	2.25000	M	M
Error	10	0.00000	0.00000		
Total	11	2.25000			

Grand Mean 3.7500 CV 0.00

WARNING: The model error mean square is too small to continue.
The model may fit the data exactly.

Completely Randomized AOV for N15A

Source	DF	SS	MS	F	P
--------	----	----	----	---	---

Tratam	1	189.063	189.063	8.87	0.0138
Error	10	213.087	21.309		
Total	11	402.149			

Grand Mean 30.142 CV 15.31

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	0.27	1	0.6033
Cochran's Q	0.6628		
Largest Var / Smallest Var	1.9653		

Component of variance for between groups	37.2786
Effective cell size	4.5

Tratam	N	Mean	SE
0	3	23.267	2.6651
3	9	32.433	1.5387

Completely Randomized AOV for N15V

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratam	1	0.00000	0.00000	M	M
Error	10	0.00000	0.00000		
Total	11	0.00000			

Grand Mean 5.0000 CV 0.00

WARNING: The total sum of squares is too small to continue.
The dependent variable may be nearly constant.

Statistix 8.0
10:36:04 p.m.

09-03-2018,

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of D15A by Tratam

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
3	33.456	A
0	15.933	B

Alpha 0.05

Critical Q Value 3.153

All 2 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of E15A by Tratam

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
3	41.500	A
0	27.267	B

Alpha 0.05

Critical Q Value 3.153

All 2 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of F15A by Tratam

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
3	43.844	A
0	32.233	B

Alpha 0.05

Critical Q Value 3.153

All 2 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of N15A by Tratam

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
3	32.433	A
0	23.267	B

Alpha 0.05

Critical Q Value 3.153

All 2 means are significantly different from one another.

Statistix 8.0
10:37:26 p.m.

09-03-2018,

Descriptive Statistics for Tratam = 0

Variable	Mean
D15A	77.467
D15V	3.0000
E15A	57.167
E15V	2.0000
F15A	47.833
F15V	1.0000
N15A	81.967
N15V	3.0000

Descriptive Statistics for Tratam = 1

Variable	Mean
D15A	84.144
D15V	3.0000
E15A	65.678
E15V	3.0000
F15A	52.267
F15V	2.0000
N15A	89.411
N15V	3.0000

Statistix 8.0
10:38:16 p.m.

09-03-2018,

Descriptive Statistics for Tratam = 0

Variable	Mean
D15A	50.133
D15V	3.0000
E15A	46.000
E15V	2.0000
F15A	41.400
F15V	2.0000
N15A	56.467
N15V	4.0000

Descriptive Statistics for Tratam = 2

Variable	Mean
D15A	67.344
D15V	4.0000
E15A	60.056
E15V	3.0000
F15A	50.289
F15V	2.0000
N15A	71.656
N15V	4.0000

Statistix 8.0
10:38:16 p.m.

09-03-2018,

Descriptive Statistics for Tratam = 0

Variable	Mean
D15A	50.133
D15V	3.0000
E15A	46.000
E15V	2.0000
F15A	41.400
F15V	2.0000
N15A	56.467
N15V	4.0000

Descriptive Statistics for Tratam = 2

Variable	Mean
D15A	67.344
D15V	4.0000
E15A	60.056

E15V	3.0000
F15A	50.289
F15V	2.0000
N15A	71.656
N15V	4.0000

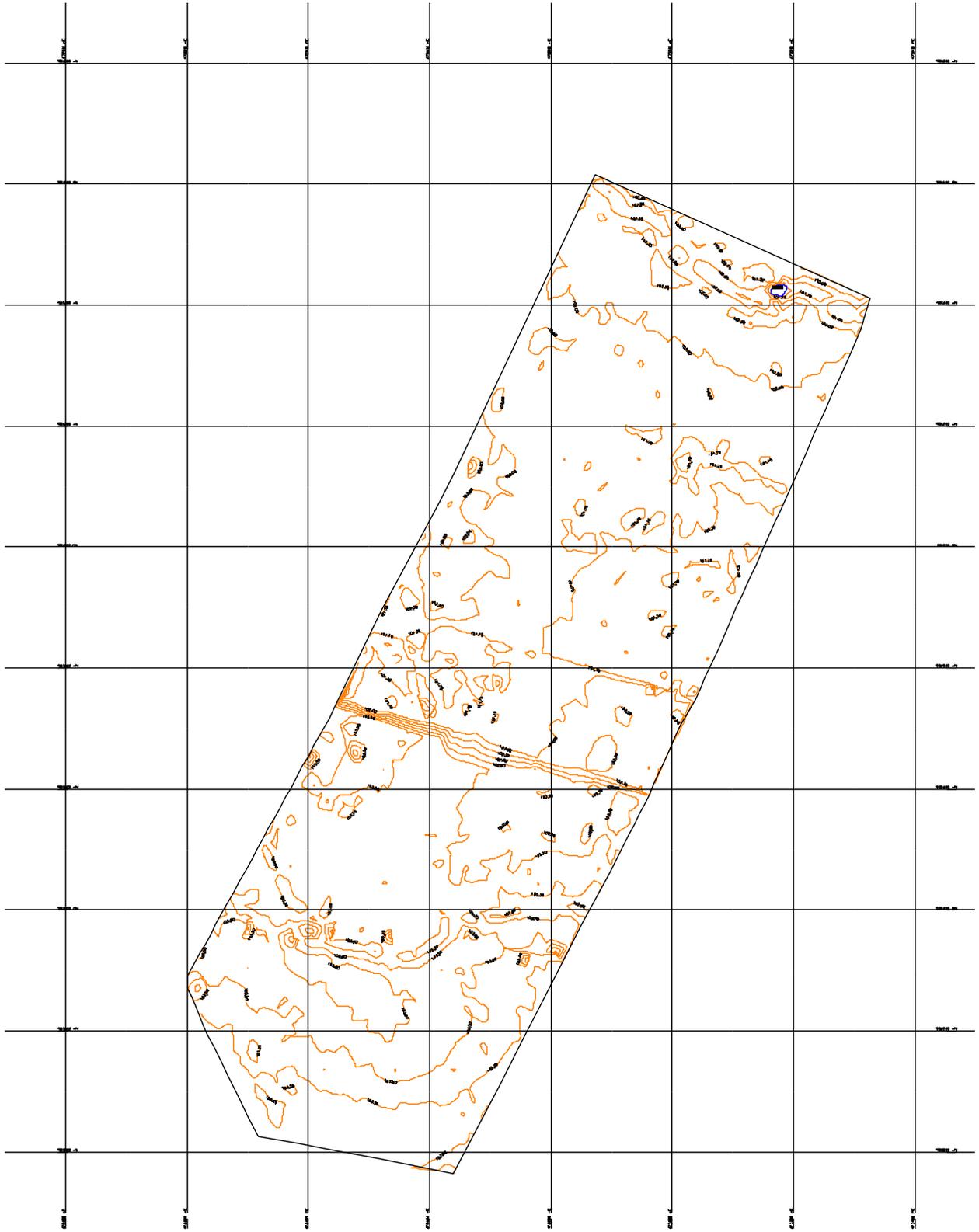
ANEXO F. Operacionalizacion de variables

Operacionalización de Variable

Titulo de la Investigación: Manejo del agua de lluvia mediante el uso de curvas de nivel en época seca para la producción de forrajes.

Objetivo Especifico	Variables	Dimensión(es)	Indicadores
Caracterizar fisiográfica y edafoclimáticamente el área de estudio.	Fisiografía, análisis de suelo, clima	Banco, Bajío, Estero, Textura, pH, precipitación	Porcentaje, mm
Inventariar los pastos y forrajes en la unidad de producción seleccionada.	Inventario de pastos	Tipos de pastos y maleza	Porcentaje
Evaluar el contenido de humedad del suelo en el área de estudio	Contenido de humedad	Lamina acumulada	Porcentaje
Determinar el comportamiento de las especies forrajeras presentes en la unidad de producción a través de variables biométricas.	Comportamiento de especies forrajeras	Longitud, vigor,	cm, porcentaje
Proponer recomendaciones técnicas de manejo de suelos para la recuperación de potreros en época seca.	Recomendaciones Técnicas	Rentabilidad	BsS

ANEXO G. Topografía de la Agropecuaria Del Carmen (AGRODELCA





ANEXO H. Resumen fotográfico



Figura 11 .Inventario Forrajero utilizando cinta métrica



Figura 12. Inventario Forrajero



Figura 13. Toma de muestra de suelo utilizando palin



Figura 14. Toma de muestra de suelo



Figura 15. Diferentes profundidades de muestra de suelo



Figura 16. Observación de Raíces del pasto Estrella



Figura 17. Muestras de suelo para determinar humedad gravimétrica.



Figura 18. Muestras de suelo húmedo.



Figura 19. Estufa para el secado de las muestra de suelo



Figura 20. Peso del suelo seco



1Figura 21. Muestra de suelo seco de la unidad fisiográfica Banco.

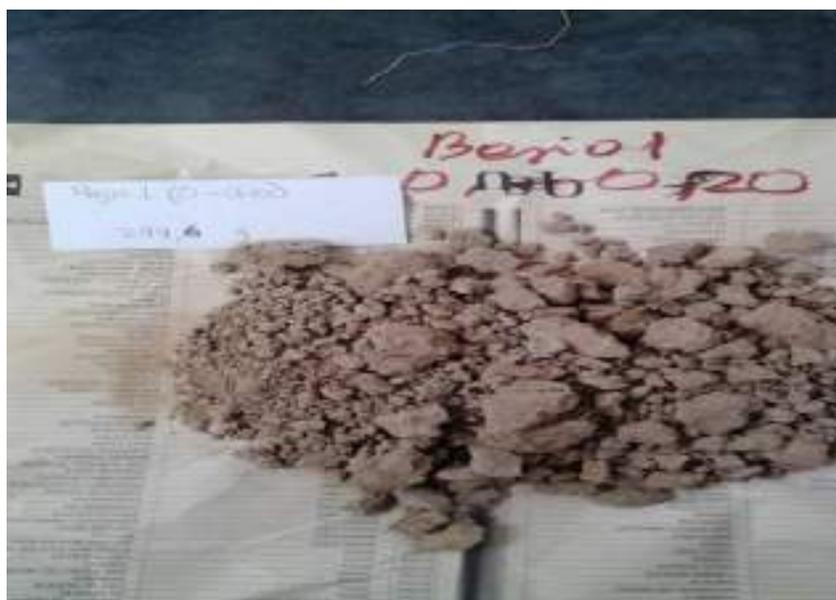


Figura 22. Muestra de suelo seco de la unidad fisiográfica Bajío.

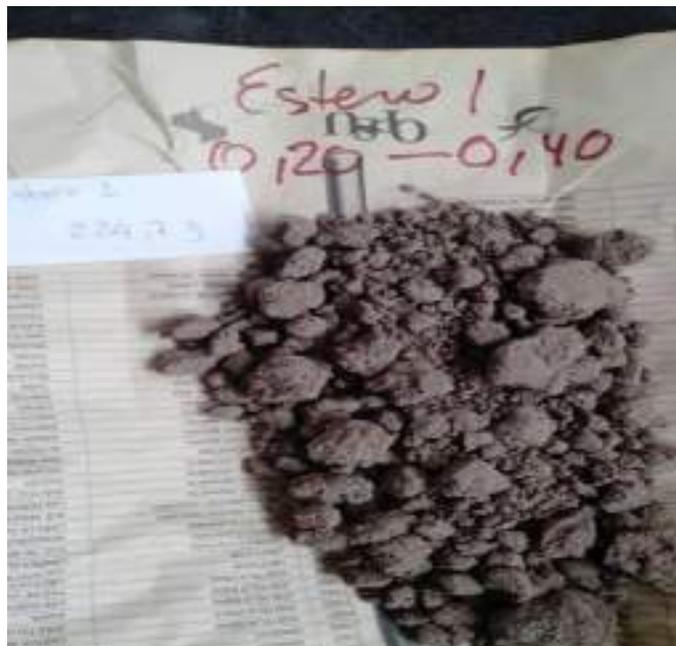


Figura 23. Muestra de suelo de la unidad fisiográfica Estero.



Figura 24. Diferentes muestras de suelo