



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

TESIS DE GRADO MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

RESPUESTA DEL PASTO ALEMÁN (*Echinochloa polystachya*) A TRES
LAMINAS DE RIEGO, EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO, PROVINCIA
DE MANABÍ

AUTOR:

VERA ARTEAGA DÍDIMO EFRAÍN

Sangolquí, Diciembre de 2014

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente tesis es original fue realizada en su totalidad por el Ing. Dídimo Efraín Vera Arteaga como requisito previo a la obtención del título de **MAGISTER en PRODUCCIÓN ANIMAL**.

Ing. Agr. Emilio Basantes Morales MSc.

DIRECTOR

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Vera Arteaga Dídimo Efraín

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado **“RESPUESTA DEL PASTO ALEMÁN (*Echinochloa polystachya*) A TRES LÁMINAS DE RIEGO, EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO, PROVINCIA DE MANABÍ”**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud, de esta declaración me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Diciembre de 2014

Ing. Dídimo Efraín Vera Arteaga

AUTOR

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

AUTORIZACIÓN

Vera Arteaga Dídimo Efraín

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del grado de magister de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, autorizo a la biblioteca de la ESPE para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura según las normas de la institución.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones internas de la universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la ESPE la publicación de esta tesis, o de parte de ella, por una sola vez dentro de los treinta meses después de su aprobación.

Ing. Dídimo Efraín Vera Arteaga

AUTOR

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza para luchar en la adversidad y cubrirme con sus bendiciones. A mi madre quien con su sabiduría, consejos y apoyo supo darme la fuerza para salir adelante. A mi papa por ser quien me apoyó en la elaboración de esta investigación. A mi hija que ha sabido soportar mi ausencia en momentos especiales para ella. A Nancy una mujer extraordinaria que llegó a mi vida en un momento muy difícil, y me ha brindado su tiempo, apoyo y amor en todo momento. Para ustedes quienes me ayudaron a lograr este objetivo. Los amo con todas mis fuerzas.

Dídimo Efraín Vera Arteaga

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por darme la vida y llenarla de bendiciones.

Un especial agradecimiento a mis queridos padres que fueron el sostén anímico y que me ayudaron a continuar con el objetivo de vida en busca de un presente mejor.

A mis hermanos e hija, por el apoyo y ayuda incondicional a lo largo de toda esta nueva etapa de mi vida.

A mi novia por toda su ayuda, apoyo, compañía y consejos para terminar este proyecto.

A quienes me ayudaron a conseguir este logro: Ing. Rolando León, Ing. Mario Ortiz, Ing. Rubén Rivera; Ing. Emilio Basantes por su sabiduría, apoyo, tiempo, paciencia y consejos; un agradecimiento especial por su contribución para la elaboración de este proyecto.

A las personas que de alguna u otra manera apoyaron la ejecución de esta investigación.

A mis amigos quienes me brindaron su apoyo en los momentos más difíciles, especialmente a Mary, Tito Franklin, gracias de todo corazón.

Dídimo Efraín Vera Arteaga

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓNiii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMENxiii
ABSTRACT	xiv
ABREVIATURAS	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3. HIPÓTESIS NULA	3
1.4. HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 PRODUCCIÓN BOVINA BASADA EN PASTOS	4
2.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE GRAMÍNEAS.....	5
2.3 MORFOLOGÍA DE GRAMÍNEAS.....	5
2.4 MORFOGENÉNESIS DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS Y	
ESTRUCTURA DE LAS PASTURAS.....	6
2.5 EFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LOS	
PROCESOS MORFO GENÉTICOS Y VARIABLES	
ESTRUCTURALES DE LAS PASTURAS	7
2.5.1 Efecto de la Temperatura	7
2.6 EFECTO DE LOS FACTORES CONTROLABLES SOBRE	
LA EXPANSIÓN DEL ÁREA FOLIAR	8
2.6.1 Agua	8
2.6.2 Calidad de la Luz	8
2.7 CARACTERÍSTICAS MORFO GENÉTICAS DE LAS PLANTAS	
Y SU RELACIÓN CON LA DEFOLIACIÓN	9
2.8. LA TASA DE APARICIÓN DE HOJAS COMO DETERMINANTE	

DE LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LAS PASTURAS	9
2.9 CAPACIDAD DE LAS PLANTAS PARA EXTRAER AGUA DEL SUELO.....	100
2.10 ADAPTACIÓN Y RESPUESTA DE LAS PLANTAS A LA ESCASEZ DE AGUA.....	111
2.10.1 Adaptaciones Morfológicas.....	111
2.10.2 Adaptaciones Fisiológicas	111
2.10.3 Adaptaciones Fenológicas	122
2.11 PROCESOS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN_	12
2.11.1 Evapotranspiración (ET)	12
2.11.2 La Evapotranspiración del Cultivo de Referencia (EtO).....	133
2.11.3 La Evapotranspiración de los Cultivos (ETc)	134
2.12 PLANIFICACIÓN DEL RIEGO	15
2.13 LÁMINA DE RIEGO	15
2.14 PASTO ALEMAN (<i>Echinochloa polystachya</i>)	16
2.14.1 Clasificación taxonómica	16
2.14.2 Origen del pasto aleman	16
2.14.3 Descripción morfológica	16
2.14.4 Adaptación	17
2.14.5 Suelo	17
2.14.6 Usos.....	17
2.14.7 Siembra	17
2.14.8 Control de malezas.....	17
2.14.9 Fertilización.....	18
2.14.10 Riego	18
2.14.11 Manejo.....	18
2.14.12 Producción de forrajes.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	200
3.2 CONDICIONES AGRO METEOROLÓGICAS	200
3.3 MATERIALES	211
3.4 MÉTODOS	211

3.4.1. Procedimientos experimentales.	22
3.4.2. Toma de muestra del suelo	222
3.4.3. Calibración de tensiómetros	272
3.4.4. Determinación de la lámina de riego	23
3.4.5. Método gravimétrico.....	25
3.4.5.1 Determinación de la humedad vs la tensión	25
3.4.5.2 Determinación de las características físicas e hidrofísicas del suelo.....	25
3.4.5.2.1 Densidad real.....	25
3.4.5.2.2 Densidad aparente.....	26
3.4.5.2.3 Punto de saturación y capacidad de campo.....	26
3.4.5.3 Determinación de la Humedad del Suelo en Términos de Volumen (Θ_v), Lámina de Agua (H) y Determinación de la Tensión del Agua en el Suelo	27
3.4.6. Mediciones experimentales	27
3.4.7 Diseño experimental.....	27
3.4.8 Descripción de la unidad experimental.....	27
3.4.9 Descripción de las variables en estudio.....	29
3.4.9.1 Variables independientes	29
3.4.9.2 Variables dependientes	29
3.4.10 Análisis Estadístico	300
3.4.11 Análisis Económico	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1 SUELO	32
4.1.1 Características físicas e hídricas del suelo	32
4.1.2 Análisis del suelo	32
4.2 VARIABLES AGRONOMICAS	34
4.2.1 Grosor del tallo.....	34
4.2.2 Longitud del tallo	36
4.2.3 Longitud de hoja	37
4.2.4 Ancho de hoja.....	39
4.2.5 Analisis de bromatologico	40
4.3 AGUA	42

4.3.1 Contenido de humedad.....	42
4.3.2 Producción vegetal en función de las láminas de agua	52
4.4 ANALISIS ECONOMICO	54
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1 CONCLUSIONES.....	56
5.2 RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFIA	58

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 Valores promedios anuales de los elementos climatológicos en los últimos siete años en la zona de estudio.....	21
TABLA 2 Datos tomados en la calibracion de los tensiometros	24
TABLA 3 Toma de datos del pasto en estudio	24
TABLA 4 Evaluación de las propiedades del suelo	24
TABLA 5 Características de la funda	28
TABLA 6 Parámetros físicos del suelo utilizado en el experimento.....	32
TABLA 7 Parámetros analizados del suelo	34
TABLA 8 Promedios de la variable grosor (mm) del tallo en los días evaluados.....	35
TABLA 9 Promedios de la variable longitud (m) del tallo en los días evaluados.....	37
TABLA 10 Promedios de la variable longitud de hoja(m) del tallo en los días evaluados.....	38
TABLA 11 Promedios de la variable ancho de hoja (mm) del tallo en los días evaluados.....	39
TABLA 12 Promedio de las variables bromatologicas.....	41
TABLA 13 Análisis nutricional del foliar del pasto alemán	41
TABLA 14 Valores anuales de las precipitaciones de los diez ultimos años	43
TABLA 15 Valores mensuales de las precipitaciones durante el 2012	44
TABLA 16 Valores de T1 en las etapas de cultivo	46
TABLA 17 Valores de T2 en las etapas de cultivo	47
TABLA 18 Valores de T3 en las etapas de cultivo	47
TABLA 19 Establecimiento de la tensión (centibares) máxima para los tratamientos en estudio.....	48
TABLA 20 Evapotranspiración de los meses de julio y agosto.	49
TABLA 21 Estimación de la aplicación de agua por tratamiento en litros por funda.....	50
TABLA 22 Datos de tensiómetros presentando la variación de humedad.....	50
TABLA 23 Tiempo de infiltración del agua en el suelo de la investigación.....	51

TABLA 24 Promedio de la variable biomasa..... 53
TABLA 25 Promedio de la materia seca..... 53

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Características del suelo en relación con la retención de humedad.....	33
GRÁFICO 2 Tendencia del grosor del tallo en función de los distintos tratamientos	36
GRÁFICO 3 Tendencia de la longitud del tallo en función de los distintos tratamientos	37
GRÁFICO 4 Tendencia de la longitud de la hoja en función de los distintos tratamientos	38
GRÁFICO 5 Tendencia del ancho de la hoja en función de los distintos tratamientos	39
GRÁFICO 6 Curva de retención de porcentaje de humedad vs centibares.....	42
GRÁFICO 7 Valores anuales de las precipitaciones de los diez últimos años ..	43
GRÁFICO 8 Valores mensuales de las precipitaciones durante el 2012	45
GRÁFICO 9 Límites de CC, PMP, precipitación, saturación de suelo, programación de riego (diario) de los tratamientos 1,2 y 3....	46
GRÁFICO 10 Tendencia de infiltración del agua en el suelo de la investigación.....	52
GRÁFICO 11 Tendencia de la biomasa en los distintos tratamientos.....	54

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 Datos por replica y tratamientos de grosor de tallo..	62
ANEXO 2 Datos por replica y tratamientos de longitud de tallo..	62
ANEXO 3 Datos por replica y tratamientos de longitud de hoja..	63
ANEXO 4 Datos por replica y tratamientos del ancho de tallo..	63
ANEXO 5 Datos por replica y tratamientos de biomasa.....	64
ANEXO 6 Análisis bromatológico de los tratamientos en estudio..	64
ANEXO 7 Análisis bromatológico realizado en los laboratorios INIAP.	65
ANEXO 8 Análisis Foliar del pasto alemán realizado en los laboratorio INIAP....	66
ANEXO 9 Análisis Foliar del pasto alemán realizado en los laboratorios INIAP....	67
ANEXO 10 Análisis de suelo realizado en los laboratorios INIAP	68
ANEXO 11 Análisis de salinidad del suelo realizado en los laboratorios INIAP....	69

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la aplicación de tres láminas de riego, con respuesta a la mejor producción del pasto alemán (*Echinochloa polystachya*), el estudio se realizó en la parroquia San Antonio del Cantón Chone. Los tratamientos fueron 3 láminas de riego T1=100% T2= 80% y T3= 50% de la capacidad de campo. Con de cinco replicas por tratamiento, bajo un diseño DCA. La unidad experimental fue una funda con capacidad para 13,28 kg de suelo areno limoso. Las variables fueron crecimiento y producción, la dinámica del agua en función del crecimiento del cultivo fue medida con tensiómetros, los datos fueron tomados a los 10, 20 y 45 días. Los resultados indicaron variación estadística entre T1 que alcanzó la mayor producción ($1,18 \pm 0,06$ a Kg.m^2), T3 y testigo que fueron los de menor rendimiento comprobando que el agua cumplió un papel predominante en el desarrollo, en términos nutricionales no hubo diferencia estadística ya que este parámetro depende de la variedad del pasto. En cuanto a micronutrientes, este contiene potasio (3,97%) siendo el de mayor valor, el cultivo provee de gran cantidad al hierro (215,7 ppm), con un contenido de humedad del 83,26%. En términos de crecimiento el pasto logro su maduración sexual entre 15 y 20 días, lo que corresponde a 420 °C de acumulación de temperatura, la humedad influyó directamente en el crecimiento. Se recomienda este tipo de estudio en manejo de pasturas para conocer y restituir las necesidades hídricas en cantidades razonables que respondan a la necesidad del pasto.

PALABRAS CLAVE:

TENSIÓMETROS

LÁMINAS DE AGUA

PASTO ALEMÁN

RIEGO

ABSTRACT

The effect of applying three irrigation levels, with better production response to German grass (*Echinochloa polystachya*), the study was conducted in the parish of San Antonio Chone Canton was evaluated. Treatments were irrigated three sheets T1 = 100% T2 = T3 = 80% and 50% of field capacity. With five replicates per treatment, under a DCA design. The experimental unit was a cover for up to 13.28 kg sandy loam soil. The variables were growth and production, water dynamics in terms of crop growth was measured with tensiometers, data were taken at 10, 20 and 45 days. The results indicated statistical variation between T1 which reached the highest production (1.18 ± 0.06 to Kg.m^2), T3 and witness were lower yielding checking that water played a predominant role in the development nutritionally there was no statistical difference since this parameter depends on the variety of grass. Regarding micronutrients, this contains potassium (3.97%) with the highest value provides the cultivation iron lot (215.7 ppm), with a moisture content of 83.26%. In terms of growing the grass achieving sexual maturity between 15 and 20 days, corresponding to 420 °C accumulation of temperature, humidity directly influenced the growth. This type of study is recommended for pasture management to meet and restore the water needs in reasonable quantities that meet the need of grass.

KEYWORDS:

TENSIOMETERS

WATER SLIDES

GERMAN GRASS

IRRIGATION

ABREVIATURAS

ε's:	Error estándar
C.V	Coefficiente de variación
cbar	Centibar
CC:	Capacidad de campo
cm:	Centímetros
cm²:	Centímetros cuadrados
cm³:	Centímetros cúbicos
cm³/cm³:	Centímetros cúbicos sobre centímetros cúbicos
Da:	Densidad aparente
da/dr:	Densidad aparente sobre densidad real
et al:	Otros
ET:	Evapotranspiración
Etc.:	Etcétera
ETc:	Evapotranspiración de los Cultivos
EtO:	Evapotranspiración del Cultivo de Referencia
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
g/cm³:	Gramo sobre centímetro cubico
H:	Lámina de agua?
h:	Hora
INAMHI:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEN:	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INIAP:	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Kc:	Constante de equilibrio
kcal:	Kilocaloría
Kcb:	Transpiración
Ke:	Componentes de la evaporación
kg:	Kilogramo

kg.m²:	Kilogramo por metro cuadrado
kg/ha:	Kilogramo sobre hectárea
L/día:	Litro sobre día
M.O	Materia orgánica
m.s.n.m:	Metros sobre el nivel del mar
m:	Metro
m²:	Metro cuadrado
m³/ha:	Metro cubico sobre hectárea
MAG:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
ml:	Mililitro
mm:	Milímetro
mm/día	Milímetro por día
mm/etapa	Milímetro por etapa
°C	Grados centígrados
P:	Profundidad de cultivo
P.H1:	Peso Húmedo 1
P.H2:	Peso Húmedo 2
P.S1:	Peso Seco 1
P.S2:	Peso Seco 2
PH:	Parcelas en húmedo
PMP:	Punto de marchitez permanente
ppm:	partes por millón
PS:	Peso seco
R1:	Replica 1
R2:	Replica 2
R3:	Replica 3
R4:	Replica 4
R5:	Replica 5
s/f:	Sin fecha
SICA:	Sistema de la Integración Centroamericana
t:	Tonelada
T4R1:	Tratamiento 4 Replica 1

T4R2:	Tratamiento 4 Replica 2
T4R3:	Tratamiento 4 Replica 3
T4R4:	Tratamiento 4 Replica 4
T1:	Tratamiento 1
T1R1:	Tratamiento 1 Replica 1
T1R2:	Tratamiento 1 Replica 2
T1R3:	Tratamiento 1 Replica 3
T1R4:	Tratamiento 1 Replica 4
T2:	Tratamiento 2
T2R1:	Tratamiento 2 Replica 1
T2R2:	Tratamiento 2 Replica 2
T2R3:	Tratamiento 2 Replica 3
T2R4:	Tratamiento 2 Replica 4
T3:	Tratamiento 3
T3R1:	Tratamiento 3 Replica 1
T3R2:	Tratamiento 3 Replica 2
T3R3:	Tratamiento 3 Replica 3
T3R4:	Tratamiento 3 Replica 4
T4:	Tratamiento testigo
TAH:	Tasa de aplicación de hojas
Tn:	Tonelada
TRM:	Tasa de retorno marginal
UR:	Umbral de riego
uS/cm:	micro siemens por cm
Vs:	Versus

I. INTRODUCCIÓN

Según el **INEN-MAG-SICA (2000)** la región litoral, comprende las tierras bajas localizadas entre el Océano Pacífico y la Cordillera de los Andes, desde el nivel del mar hasta la altura de 1.500 m.s.n.m., la temperatura media es de 25 °C, la precipitación anual es irregular, con un máximo de 4.000 mm y un mínimo de 500 mm.

La alimentación bovina se basa fundamentalmente en pastos sean naturales y artificiales, cuyo balance depende de las condiciones edafo-climáticas. En la actualidad el Pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*), se ha convertido en una alternativa para aquellas zonas que por sus características pueden presentar inundaciones de forma prolongada.

Este pasto tiene su origen en América tropical, su desarrollo es perenne y puede alcanzar una altura de 2 m y más. Sus tallos se caracterizan por tener diámetros entre 1-1.5 cm de grosor, de color rojizo. Las hojas están conformadas por una vaina y una lámina foliar de 40-60 cm de largo por 2 cm de ancho. Las vainas poseen de 20-25 cm de largo cubiertas de pelos rígidos y densos. La planta se caracteriza por poseer una inflorescencia en forma de panícula densa, rojiza semejante a una espiga.

Se adapta a Clima Tropical y sub tropical, no soporta la sequía. Se destaca porque vegeta bien en altitudes entre 400 – 1.000 m. y con precipitaciones que sobrepasan los 2.500 mm anuales. En cuanto a las condiciones edáficas responde bien a los suelos arcillosos, franco arcillosos, franco arenosos, así como a la fertilización completa.

En cuanto a su reproducción puede ser por vía sexual o asexual, aunque la vía más económica y rápida es la asexual por medio de estacas con una distancia entre plantas de 90-100 cm, esta distancia obedece a la alta propagación que tiene el mismo.

Por sus características se utiliza tanto para el pastoreo como para corte. Con un ciclo de rotación o corte que puede oscilar entre 30 a 45 días se genera un alto volumen de masa verde que puede ascender al orden de 150-180 t año⁻¹.

De acuerdo con observaciones realizadas en la provincia de Manabí, existen zonas en las cuales el pasto alemán está diseminando de forma agresiva y sin control, sobresaliendo inclusive, en zonas donde se producen inundaciones con carácter temporal, asociadas al desbordamiento de ríos, y en donde no exista un sistema de drenaje que permita un control adecuado del agua. Sin embargo, en el verano se producen sequías que afectan la producción de biomasa, por cuanto baja la disponibilidad de agua para el desarrollo del cultivo, consecuentemente disminuye el volumen de producción de materia verde, tanto para el pastoreo como para corte. Por ello, es necesario resaltar que el agua es esencial para el óptimo desarrollo de la planta, porque es importante en la constitución y en el transporte de nutrientes. El cultivo demanda un alto volumen de agua para mantener una buena composición, y garantizar una alta producción de forraje. Para producir un kilo de materia seca, el pasto necesita aproximadamente 400 litros de agua de acuerdo con Berlijin (1989) citado por Estrada (2002).

Esta investigación tiene como propósito, determinar y evaluar la respuesta productiva del pasto alemán bajo la aplicación de tres láminas de riego, con el fin de lograr un máximo volumen de producción de materia verde con un bajo nivel de agua y satisfacer las demandas alimenticias de la masa bovina de las fincas, además que se logre un uso eficiente y sostenible del agua para el riego.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación de tres láminas de riego, en la producción de biomasa del pasto alemán (*Echinochloa polystachya*) en el sitio La Margarita parroquia San Antonio, Chone.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el contenido de humedad en función del crecimiento del cultivo hasta el corte.
- Determinar las necesidades de agua de acuerdo a los parámetros de capacidad de campo y punto de marchitez permanente.
- Obtener los parámetros hidrofísicos del suelo: saturación, capacidad de campo y punto de marchitez permanente.
- Medir las variables morfológicas de crecimiento del pasto alemán en respuesta a la aplicación de tres láminas de riego.
- Evaluar el contenido nutricional del pasto alemán.
- Determinar la producción forrajera/biomasa de pasto alemán.
- Difundir resultados mediante la publicación de artículo científico.

1.3. HIPÓTESIS NULA

La aplicación de tres láminas de riego no incide en la producción vegetal del pasto alemán.

1.4. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

La aplicación de tres láminas de riego incide en la producción vegetal del pasto alemán.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 PRODUCCIÓN BOVINA BASADA EN PASTOS

León (2003), en el III Censo Agropecuario Nacional revela que el 41% del suelo de uso agropecuario en la sierra Ecuatoriana se destina a pastos; y que entre 1974 y el 2000 estas áreas se han incrementado en un 70%, y simultáneamente se intensifica la ganadería, constituyéndose en una de las familias botánicas que tiene el área geográfica más extensa en el mundo: desde el Ecuador hasta la región polar; desde el nivel del mar hasta las partes más altas de las montañas.

Benítez (1980), reporta que todos los forrajes verdes, incluido el ray grass, son ricos en hidratos de carbono, grasas, proteínas y casi todas las vitaminas (complejo B, C, E, K, pro vitaminas A) que necesitan los animales domésticos. No poseen vitamina D, pero en el caso de los animales que se alimentan en el campo, o sea expuesto a la luz del sol, los rayos ultra violetas proporcionan cantidad necesaria de dicha vitamina.

Los pastos (Gramíneas) tienen características propias: soportan mejor el pastoreo, mayor precocidad que las leguminosas. Soportan mejor la humedad, acidez y salinidad del suelo. Controlan la erosión mejor que las leguminosas, y no producen meteorismo o empaste a los animales.

Además que representan los vegetales más útiles al hombre contándose especies que proporcionan alimentos imprescindibles, como el trigo, maíz, arroz, caña de azúcar, etc., y las forrajeras, importantes, para la alimentación del ganado doméstico

CIAT (1995), indica que se debe desarrollar tecnologías que garanticen alta productividad por animal y por unidad de superficie mediante investigaciones. Esta tecnología debe utilizar bajos insumos y un gran énfasis en la selección de plantas mejoradas como leguminosas y gramíneas forrajeras adaptadas a las condiciones propias de la región.

2.2. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE GRAMÍNEAS

La información disponible sobre la aptitud productiva de las especies forrajeras, se ha centrado principalmente en la cuantificación de la acumulación neta de forraje y su distribución estacional (Orbea & Carrillo, 1969; Mazzanti & Arosteguy, 1985; Mazzanti *et al.*, 1992; citado por Colabelli *et al.* (1998)).

Esta información constituye una herramienta primaria para avanzar en la programación y gestión de los sistemas de producción animal de la Pampa Húmeda. Información referida a la cuantificación de los perfiles estacionales de crecimiento de forraje de pasturas y pastizales en establecimientos de la región, agregan mayor precisión a la capacidad de predicción de la información previa, por cuanto proviene de mezclas de cultivares, en ambientes edafo-climáticos contrastantes y con diferencias en el control realizado sobre los factores agronómicos que afectan la estabilidad y producción de forraje de las asociaciones de gramíneas y leguminosas.

Las pasturas son entidades dinámicas en las cuales la producción y pérdida de forraje ocurren en forma simultánea (Hodgson *et al.*, 1981), como consecuencia de los procesos de crecimiento y senescencia. Por ello, la cuantificación de los procesos de aparición, expansión y senescencia foliar a nivel de macollos de gramíneas (morfogénesis), brinda información básica para comprender la dinámica de la producción y pérdida de forraje.

El conocimiento de las diferencias morfo genéticas de las principales gramíneas forrajeras que integran las pasturas y pastizales de la región, es básico para la elaboración de estrategias eficientes de cosecha y para comprender los mecanismos adaptativos de estas especies para persistir ante diferentes regímenes de defoliación y en relación con su entorno competitivo.

2.3 MORFOLOGÍA DE GRAMÍNEAS

El macollo de una gramínea representa una unidad morfo fisiológica. Cada macollo está formado por la repetición de unidades similares denominadas fitómeros, diferenciadas a partir del mismo meristema apical.

El fitómero de una gramínea consiste de una hoja, nudo, entrenudo, meristema axilar y meristema intercalar. El número y longitud de los fitómeros determina variaciones en macollos individuales, y el arreglo espacial de macollos en una planta determina su estructura: macollos intravaginales generalmente dan una forma de crecimiento compacta, en tanto que macollos extra vaginales determinan mayor distancia entre macollos dando una forma de crecimiento esparcida **Colabelli et al. (1998)**.

2.4 MORFOGENÉNESIS DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS Y ESTRUCTURA DE LAS PASTURAS

De acuerdo a **Chapman y Leomarie, 1993** el término morfogénesis abarca los cambios estructurales que se producen a través del desarrollo de un organismo, y puede ser definido a partir de los procesos de formación, expansión y muerte de órganos. Las variables morfo genéticas en un macollo de gramínea se relacionan, por lo tanto, a los siguientes procesos:

- Tasa de aparición de hojas: es el intervalo entre la aparición de dos hojas sucesivas en un macollo. Dicho intervalo puede ser expresado en días. Sin embargo, debido a la estrecha relación con la temperatura, puede ser calculado como suma térmica (producto del intervalo en días, por la temperatura media diaria del intervalo). En este caso, se denomina filocrono y su unidad es grados día.
- Tasa de elongación foliar: se refiere al incremento en longitud de lámina verde en un intervalo de tiempo o de suma térmica. La elongación foliar es el principal expresión del crecimiento de una hoja. El ancho foliar presenta normalmente variaciones de menor magnitud.
- Vida media foliar: es el intervalo transcurrido entre la aparición de una hoja y el comienzo de la senescencia. Puede ser expresada como número de intervalos de aparición de hojas. Las hojas tienen una vida limitada, siendo ésta una característica relativamente estable para cada genotipo. Luego de crecer, cada hoja comienza a fenecer y muere **(Chapman y Lemaire, 1993)**

Mientras que Davis, 1988 menciona que la tasa de aparición y elongación de hojas y la vida media foliar, son las variables que determinan mayoritariamente los cambios de estructura que experimentan los macollos en el transcurso de su desarrollo.

2.5 EFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LOS PROCESOS MORFO GENÉTICOS Y VARIABLES ESTRUCTURALES DE LAS PASTURAS

El crecimiento y el desarrollo de las plantas están fuertemente controlados (estimulados o frenados) por las condiciones ambientales. Dentro del medio abiótico, la temperatura, la luz y la disponibilidad de agua y nutrientes se destacan por ser altamente determinantes de los mencionados procesos.

El balance de los estímulos y frenos al desarrollo y al crecimiento puede ser instantáneo o de más largo plazo, y define los requerimientos energéticos y nutricionales (demanda) que tiene que proveer el sistema de asimilación básicamente a través de la fotosíntesis (oferta). Esto puede interpretarse como el resultado de la existencia de una jerarquía intrínseca propia del crecimiento y desarrollo de las plantas: las señales del medio abiótico son detectadas por la planta disparando un programa de morfogénesis. El cumplimiento del mismo dependerá de que el sistema de asimilación provea las demandas morfo genéticas generadas (Davies, 1988).

2.5.1 Efecto de la Temperatura

A la vez enfatiza que en principio, la velocidad de un proceso morfo genético es proporcional al incremento de temperatura, por encima de un umbral por sobre el cual la planta responde desarrollándose y/o creciendo.

Por otro lado, en la medida en que un fenómeno dependa fundamentalmente de la temperatura, las predicciones de su evolución en función de esta variable serán más precisas. Tal es el caso de la tasa de aparición de hojas para las gramíneas.

Como fue definido previamente, la tasa de aparición de hojas puede expresarse como Filocrono (°C día). A manera de ejemplo, en raigrás perenne cada 110 °C días,

aparece una nueva hoja, mientras que en fetusca alta es cada 220 °C día Vale decir que a una temperatura diaria promedio de 10 °C, la velocidad de aparición de hojas es de alrededor de 1 cada 11 días en raigrás perenne y 1 cada 23 días en Festuca (*Festuca dolichophylla*). Dado que el número máximo de hojas vivas por macollo es aproximadamente 3 en el primero y 2.5 en la segunda, el comienzo de la senescencia después de un corte. ocurre cerca del mes en raigrás y de los 55-60 días en Festuca (Lemaire, 1985).

2.6 EFECTO DE FACTORES CONTROLABLES SOBRE LA EXPANSIÓN DEL ÁREA FOLIAR

2.6.1 Agua

Las plantas responden al déficit hídrico con cambios morfológicos y fisiológicos que le permiten disminuir la pérdida de agua y mejorar el consumo de agua (Colabelli *et al.*, 1994).

El déficit hídrico afecta negativamente la expansión del área foliar. En general, la elongación celular es más afectada por el déficit hídrico que la división de las células (Tunner & Begg, 1978). Esto se traduce en la reducción de la tasa de elongación foliar, que determina un menor tamaño de las hojas en cultivos carenciados en comparación con los cultivos crecidos en condiciones hídricas no limitantes.

2.6.2 Calidad de la Luz

El IAF (Índice área foliar) altera la calidad de la luz que incide sobre una pastura, puede modificar algunas variables morfo genéticas a nivel de planta individual, tales como la tasa de elongación y aparición de hojas y, consecuentemente cambiar algunas características estructurales de las pasturas, tales como densidad y tamaño de macollos.

El ambiente lumínico de una cubierta vegetal es normalmente heterogéneo. La parte superior del mismo recibe la totalidad de la luz incidente, disminuyendo ésta exponencialmente con la profundidad dentro de los estratos foliares (Colabelli *et al.*, 1998).

2.7 CARACTERÍSTICAS MORFO GENÉTICAS DE LAS PLANTAS Y SU RELACIÓN CON LA DEFOLIACIÓN

Colabelli *et al.*, 1998 también expresa precedentemente, el rebrote de las plantas es un proceso que en primera instancia se encuentra bajo control genético. De ello surge que el manejo de la defoliación debería estar subordinado a los límites impuestos por características morfo genéticas de las plantas, las que además, presentan marcadas diferencias interespecíficas.

2.8. LA TASA DE APARICIÓN DE HOJAS COMO DETERMINANTE DE LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LAS PASTURAS

La tasa de aparición de hojas (TAH), como ya se mencionó, es dependiente de la temperatura y su dinámica es variable entre genotipos. Así, y sin tener en cuenta el manejo de la defoliación, se puede aceptar que la TAH de una especie definirá las características que determinan en gran medida la estructura y el flujo de material de las pasturas generando pasturas funcional y estructuralmente diferentes.

En las plantas, como en el resto de seres vivos, el agua desempeña una serie de funciones esenciales sin las cuales no sería posible la vida tal y como la conocemos:

Agua de constitución y sostén: aproximadamente el 80% de una planta es agua, denominándose genéricamente al resto de sus componentes materia seca. Esta cantidad de agua es imprescindible para que las plantas mantengan su estructura. Cuando, por la razón que sea, las plantas pierden más agua de la que pueden absorber, se marchitan y todos sus procesos vitales se ven alterados.

Transporte: la capacidad del agua para disolver numerosas sustancias le permite actuar como vehículo para el transporte de los nutrientes minerales desde el suelo a los órganos fotosintéticos de las plantas y, a su vez, redistribuir las sustancias elaboradas en las hojas por el resto de la planta. Lo que se conoce como savia, no es más que agua con diversas sustancias disueltas.

Transpiración y refrigeración: al igual que ocurre en las máquinas inventadas por el hombre, las plantas necesitan para su correcto funcionamiento mantenerse dentro

de un intervalo de temperaturas. Cuando ésta sube, las plantas liberan agua por los estomas de las hojas (pequeños orificios en la epidermis), que al evaporarse absorbe calor, consiguiendo finalmente regular la temperatura de la planta.

La pérdida de agua desde las hojas de las plantas se denomina transpiración. Para controlarla, cuentan con la apertura y el cierre de las estomas de las hojas, pero la transpiración es un fenómeno intrínseco a la naturaleza de los vegetales e inevitable, al menos, por los siguientes motivos:

Como las plantas necesitan intercambiar oxígeno y anhídrido carbónico con la atmósfera, las estomas no puedan estar cerrados durante largos períodos de tiempo y, por tanto, las plantas están expuestas a perder agua.

La evaporación de agua desde las hojas actúa como una bomba de extracción. Sin ella, la capacidad de las raíces de una planta para absorber agua sería muy limitada, y tanto la captación como la circulación de nutrientes se verían afectadas (Colabelli *et al.*, 1998).

2.9 CAPACIDAD DE LAS PLANTAS PARA EXTRAER AGUA DEL SUELO

El suelo, por su facultad para retener agua, se asemeja a un depósito del cual las plantas se van nutriendo en función de sus necesidades. Pero no se suele encontrar ni homogéneamente distribuida ni libremente disponible. Para poder absorberla las raíces deben:

1. Localizar el agua.
2. Hacer un esfuerzo de succión para extraerla de los poros del suelo.

No todas las plantas tienen la misma habilidad para realizar estas dos tareas:

1. En primer lugar, existen diferencias importantes entre la capacidad de las raíces para explorar el suelo: las raíces poco densas de una cebolla rara vez llegan más allá de 30 cm, mientras que una remolacha con raíces muy ramificadas puede llegar a varios metros de profundidad.

2. Adicionalmente, el esfuerzo necesario para succionar el agua no repercute de igual forma en la productividad de la planta. Cuando el agua es abundante la presión de succión necesaria para tomarlo es baja (0,3 atmósferas), pero a medida que se agota el agua, va aumentando la presión de succión o retención de agua. Cuando alcanza entre 1 y 2 atmósferas, para algunas plantas como el melón o el pimiento, el esfuerzo es muy grande, haciéndoles padecer y disminuir su capacidad productiva, en tanto que otras, como la cebada o la vid, pueden soportarlo sin mayores problemas (Colabelli *et al.*, 1998).

2.10 ADAPTACIÓN Y RESPUESTA DE LAS PLANTAS A LA ESCASEZ DE AGUA

Las plantas de climas secos han desarrollado adaptaciones que les permiten afrontar los períodos de escasez de agua en la naturaleza. Estas adaptaciones pueden encuadrarse en tres grandes grupos:

2.10.1 Adaptaciones Morfológicas

Cambios en su constitución tendiente a reducir las pérdidas o a acumular agua:

- Epidermis de la hoja gruesa y coriácea.
- Hojas abarquilladas o con abundantes pelos que permiten crear un microclima con más humedad relativa.
- Reducción del tamaño de las hojas, e incluso desaparición y sustitución por espinas.
- Tallos suculentos donde se almacena agua.

2.10.2 Adaptaciones Fisiológicas

Cambios en su funcionamiento, como:

- Cierre prolongado de las estomas.
- Marchitez y pérdida de las partes viejas o poco útiles para la reproducción.

2.10.3 Adaptaciones Fenológicas

Modificaciones en su ciclo de vida para aumentar sus posibilidades de supervivencia:

- Producción de semillas con germinación escalonada.
- Ciclos de desarrollo muy cortos.

2.11 PROCESO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN

2.11.1 Evapotranspiración (ET)

Allen *et al.*, (2006) definen la evapotranspiración (ET) como la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte, mediante transpiración del cultivo.

La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada.

Para cambiar el estado de las moléculas del agua de líquido a vapor se requiere energía. La radiación solar directa y, en menor grado, la temperatura ambiente del aire, proporcionan esta energía. La fuerza impulsora para retirar el vapor de agua de una superficie evaporante es la diferencia entre la presión del vapor de agua en la superficie evaporante y la presión de vapor de agua de la atmósfera circundante. A medida que ocurre la evaporación, el aire circundante se satura gradualmente y el proceso se vuelve cada vez más lento hasta detenerse completamente si el aire mojado circundante no se transfiere a la atmósfera o en otras palabras no se retira de alrededor de la hoja. El reemplazo del aire saturado por un aire más seco depende grandemente de la velocidad del viento. Por lo tanto, la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento son parámetros climatológicos a considerar al evaluar el proceso de la evaporación (Allen *et al.*, 2006).

La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. Los cultivos pierden agua predominantemente a través de las estomas. Estos son pequeñas aberturas en la

hoja de la planta a través de las cuales atraviesan los gases y el vapor de agua de la planta hacia la atmósfera. El agua, junto con algunos nutrientes, es absorbida por las raíces y transportada a través de la planta. La vaporización ocurre dentro de la hoja, en los espacios intercelulares, y el intercambio del vapor con la atmósfera es controlado por la abertura estomática. Casi toda el agua absorbida del suelo se pierde por transpiración y solamente una pequeña fracción se convierte en parte de los tejidos vegetales (Allen *et al.*, 2006).

2.11.2 La Evapotranspiración del Cultivo de Referencia (EtO)

La evapotranspiración del cultivo de referencia, EtO (mm/día), de un cultivo estándar o de referencia fue definida por Doorenbos y Pruitt (1977) como:

La tasa de evaporación (mm/día) de una extensa superficie de pasto verde, de 8 a 15 cm de altura, en crecimiento activo, que sombrea completamente la superficie del suelo y que no sufra de escasez de agua. Por otro lado la evapotranspiración potencial se la determina por varios métodos entre los cuales citamos los siguientes: Tina de Evaporación Clase “A” Estándar, Radiación, Blanney-Criddle, Hargreaves, Penman, entre otros.

La selección del método a utilizar para estimar la EtO depende de la disponibilidad de los datos del clima que cada uno de ellos requiere.

El tanque de Evaporación Clase “A” estándar nos sirve para medir la cantidad de agua que se evapora hacia la atmósfera por efecto de la radiación solar, temperatura, velocidad del viento y humedad relativa, expresada en milímetros por día; tiene una forma circular de hierro galvanizado calibre 22, de 47.5 pulgadas de diámetro (120.7 cm), 10 pulgadas de profundidad (25.5 cm) y 8 mm de espesor. Área 0.98 m².

Para determinar la EtO por el Método de la Tina, esta debe de llenársela hasta una altura de 20 cm desde el fondo y se toman lecturas de la altura del agua todos los días a la misma hora. La diferencia existente entre la altura del agua del día 1 y el día 2 (Fig. No. 2), es la evaporación para el día 1 que viene expresada en milímetros por día (mm/día).

2.11.3 Evapotranspiración de los Cultivos (ETc)

La Evapotranspiración es la pérdida de agua hacia la atmósfera, la misma que se obtiene de la suma de la evaporación del suelo y de la superficie de las plantas más la transpiración del interior de las plantas, la cual se expresa en milímetros de agua evapotranspirada por día (mm/día).

En el enfoque del «Kc EtO», las diferencias en la vegetación del cultivo y en la resistencia aerodinámica, con respecto al cultivo de referencia, resultan consideradas en el coeficiente del cultivo. El coeficiente Kc sirve como una integración de todas las diferencias físicas y fisiológicas entre los cultivos. Se presentan dos métodos de cálculo para la determinación de la evapotranspiración del cultivo a partir del valor de EtO. El primer enfoque integra la relación entre la evapotranspiración del cultivo y la evapotranspiración del cultivo de referencia dentro de un coeficiente único Kc.

En el segundo enfoque Kc se divide en dos factores que describen por separado los componentes de la evaporación (Ke) y la transpiración (Kcb). La selección del enfoque apropiado de Kc dependerá del propósito de los cálculos y de la frecuencia de los datos (diaria, semanal, mensual, etc.) disponibles para los cálculos.

Los procedimientos antes mencionados, pueden ser utilizados para realizar ajustes al coeficiente del cultivo. Durante muchos años se han llevado a cabo muchos estudios de la relación suelo – planta – agua, que ha demostrado la importancia del recurso hídrico en la producción agrícola de cualquier parte del mundo y mucho más en aquellos países donde el agua es escasa y es un recurso vital para la subsistencia humana.

Los avances tecnológicos de los sistemas de riego presurizados en el Ecuador implica reemplazar sistemas tradicionales por sistemas más eficientes que entreguen las cantidades de agua necesarias para los cultivos, pero con un mayor costo de operación, esto nos indica que tenemos que manejar los sistemas de acuerdo con las especificaciones técnicas de operación.

La determinación de la cantidad de agua que los cultivos necesitan para su desarrollo en sus distintas etapas fisiológicas, busca una armonía entre el medio ambiente – la producción agrícola y los recursos suelo – agua (Doorenbos y Pruitt, 1977).

2.12 PLANIFICACIÓN DEL RIEGO

Se requiere del riego cuando la cantidad de lluvia sea insuficiente para compensar las pérdidas de agua por evapotranspiración. El objetivo principal del riego es la aplicación del agua en el momento preciso y con la cantidad precisa de agua. Mediante el cálculo del balance diario del agua presente en la zona radicular del suelo, se pueden planificar las láminas y los momentos de aplicación del riego. Para evitar el estrés hídrico se debe aplicar el riego antes, o en el momento, de agotarse la lámina de agua fácilmente extraíble del suelo. Por otra parte, para evitar pérdidas por percolación que puedan producir el lavado de importantes nutrientes de la zona radicular, la lámina neta de riego deberá ser menor o igual que el agotamiento de humedad en la zona radicular del suelo.

2.13. LAMINA DE RIEGO

De acuerdo a Cruz s/f, la lámina de riego es el volumen de agua a aplicar en una unidad de área (1 m²) expresado en mm. Teniendo en cuenta el caudal, el tiempo de avance y área del surco, se determina la lámina de agua aplicada al suelo, la cual debe corresponder a la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) previamente determinada.

$$\text{Lámina de agua aplicada (mm)} = \frac{Q \times (t \times 3600)}{L \times D}$$

Dónde:

Q: Caudal (L/s)

t: Tiempo de avance (horas)

3600: Segundos contenidos en una hora

L: Longitud de surco (m)

D: Distancia entre surcos (m)

2.14 PASTO ALEMÁN (*Echinochloa polystachya*)

2.14.1 Clasificación taxonómica

Grupo: Monocotiledóneas

Familia: Poaceae

Género: Echinochloa

Especie: Echinochloa polystachya, HITCH.

Nombre vernáculo: alemán, hierba de cayena, zacate alemán

Características Principales:

Consumo: Pastoreo, más recomendable el pastoreo rotativo.

Clima favorable: Crece bien entre 0 y 1.200 m.

Pastoreo más recomendable: El pastoreo rotativo

Tipo de suelo: Con mediana a alta fertilidad, preferiblemente suelos húmedos o inundables. Arcillosos

Tipo de siembra: La semilla es poco viable, se siembra por estolones.

Plagas y enfermedades: Gusano comedor de follaje, áfido amarillo (*Siva phlava*).

Toxicidad: No se han presentado casos.

Tolera: Encharcamiento o inundaciones

No tolera: sequías muy extensas

2.14.2. Origen del pasto alemán

El pasto alemán es nativo de América tropical, Según León este pasto alcanza hasta 2m de alto en vegetación densa, ya que en caso contrario, sus tallos se acuestan rápidamente.

2.14.3. Descripción morfológica

Los tallos tienen 1 -1,5 cm. de diámetro, son de color rojizo y algo acanalados, provistos de una médula esponjosa, las hojas tienen una lámina glabra de 40-60 cm de largo por 2 cm de ancho, las vainas de las hojas abrazan los tallos y tienen de 20-25 cm de largo cubiertas de pelos rígidos y densos, la lígula de la hoja está cubierta

de pelos densos de 4mm de largo, la inflorescencia es una panícula densa, rojiza semejante a espiga, formada de espiguillas aristadas.

2.14.4. Adaptación

Clima: Netamente tropical o sub tropical de zonas constantemente húmedas o inundables, no soporta la sequía, vegeta bien en altitudes comprendidas entre 400-1.000 m.s.n.m. y con precipitaciones sobre los 2.500 mm de lluvia anual (León, 2006).

2.14.5. Suelo

No es muy exigente, pudiendo crecer en suelos arcillosos, franco-arcillosos o franco-arenosos, responde muy bien a la fertilización, especialmente completa.

2.14.6. Usos

Se utiliza en pastoreo y para ello se recomienda hacer la rotación de potreros. Se debe tener especial cuidado en evitar el sobrepastoreo; debido a su característica de lignificar poco y conservar su gustosidad, los animales tienden a consumirlo completamente.

2.14.7. Siembra

Se establece por material vegetativo (cepas o tallos maduros). Sobre terreno bien preparado se coloca el material en surcos a 50 cm o en cuadro; se utilizan de 1000 a 1200 Kg/ha de material vegetativo. El potrero se puede utilizar de 4 a 6 meses después de establecido.

Para un mejor éxito en la siembra ese material vegetativo debe ser obtenido de semilleros que han sido fertilizados con N.

2.14.8. Control de malezas

Es importante el control de malezas durante el establecimiento. Cuando el terreno es inundable por períodos prolongados, el exceso de humedad controla la

mayor parte de las malezas. Cuando se presenta invasión de maleza de hoja ancha se puede controlar con la aplicación de 2,4 D-amina en dosis de uno a uno y medio litro de producto comercial por hectárea, diluidos en 200 litros de agua.

2.14.9. Fertilización

Responde muy bien a la fertilización, especialmente nitrogenada, la cual debe realizarse inmediatamente después de establecido el cultivo, de acuerdo con la fertilidad del suelo. Cada año se deben aplicar elementos como fósforo y potasio, magnesio y azufre para mantener la fertilidad del suelo. Las aplicaciones de fertilizantes se deben hacer con base en el análisis químico del suelo.

2.14.10. Riego

Es preferible establecerlo en zonas muy húmedas donde el suelo permanezca saturado la mayor parte del tiempo. En épocas de sequía se debe inundar artificialmente para lograr una buena producción.

2.14.11. Manejo

Cuando se inicia la floración se considera la época más adecuada para el pastoreo. En terreno inundable la altura del agua controla la intensidad del pastoreo, en cambio, en terrenos secos puede ser completamente consumido por el animal, lo cual retrasa el rebrote y disminuye la población. Se puede pastorear cada 45 días. El pastoreo continuo muy utilizado en algunas partes, puede disminuir la población después de algún tiempo.

2.14.12. Producción de forrajes

Sin fertilización, en suelos relativamente buenos se obtiene entre 8 y 10 toneladas de forraje seco/ha./año (40-50 ton./ha./año de forraje verde). Con fertilización nitrogenada (50 kg./ha./año de urea) se puede aumentar de 20 a 25 toneladas de forraje seco/ha./año.

Con buenas condiciones de humedad se pueden sostener 2 a 2.5 animales/ha., con rotación de potreros y fertilizaciones se pueden aumentar hasta 4 animales/ha (León, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en la Hacienda El Potosí que se encuentra ubicada en las coordenadas: $0^{\circ}41'59,03''$ de latitud S, $80^{\circ}13'28,74''$ de longitud O., en el sitio La Margarita de la parroquia San Antonio del Cantón Chone.



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

Fuente: (Google Earth, 2013)

3.2 CONDICIONES AGRO METEOROLÓGICAS

Las condiciones meteorológicas de la zona según reporta el INAMHI se detallan en la tabla 1 que consta a continuación:

Tabla 1
Valores promedios anuales de los elementos climatológicos en los últimos siete años en la zona de estudio

Año	Evaporación (mm)	Precipitación (mm)	Heliofania (h)	Temperatura	
				Máxima	Mínima
2005	1545,80	829,2	1343,10	34,05	18,58
2006	1714,60	1005,80	1428,30	34,21	19,09
2007	1634,30	392,5	1313,10	33,93	19,46
2008	1387,70	667,3	1221,60	32,86	19,48
2009	1562,10	328,4	1441,13	34,13	19,00
2010	1257,10	627,2	1021,10	33,50	19,26
2011	1455,30	285,9	1665,20	33,62	19,27
2012	1563,10	299,7	1694,10	33,73	19,85
2013	1377,30	663,4	1212,60	33,34	19,26
Promedio anual	1493,94	566,60	1371,14	33,71	19,25

Fuente: Estación meteorológica INAMHI Chone, 2014

De acuerdo al organismo de Gestión de Recursos Hídricos por Demarcación Hidrográfica de Manabí, s/f, no existen variaciones importantes en cuanto a la distribución temporal de la temperatura. Así, la temperatura media mensual multianual es de 26,46°C la temperatura máxima mensual multianual es de 33,76 °C; y, la temperatura mínima mensual multianual es de 19,16 °C.

La humedad relativa media mensual multianual es de 87,4% intensificándose en los meses lluviosos. La máxima humedad relativa media multianual observada en la estación Chone es de 98% entre los meses de febrero y julio, en tanto, que la humedad relativa mínima es de 73% en el mes de noviembre (Organismo de Gestión de Recursos Hídricos por Demarcación Hidrográfica de Manabí, s/f).

3.3 MATERIALES

Los materiales que se utilizaron para la investigación en campo fueron: termómetro de máxima y mínima, regaderas, fundas negras, suelo del lugar donde se realizó el ensayo y, material vegetativo del pasto alemán (*Echinochloa polystachia*). Para el monitoreo de la humedad en el suelo, se utilizó un tensiómetro por cada tratamiento, con lo que se obtuvo la curva de tensión de humedad del suelo.

3.4. MÉTODOS

3.4.1 Procedimientos Experimentales

Para el experimento se utilizaron bolsas plásticas, las mismas que fueron llenadas con suelo del área en estudio sin ninguna aplicación adicional. Una vez llenada las fundas con suelo, se aplicó agua hasta llegar a saturación y posterior a capacidad de campo. Para ello se colocó un tensiómetro a cada tratamiento y en distinto bloque. La funda donde se encuentra instalado el tensiómetro constituye la unidad de referencia, la misma que se debió aforar, para posteriormente aplicar a las demás fundas del mismo tratamiento, la cantidad de agua necesaria, las que estuvieron dispuestos al azar en cada bloque.

El material vegetal fue colocado en las fundas para su establecimiento y en condiciones de suelo húmedo. En cada funda se colocó dos porciones de material vegetativo del pasto, tomando en cuenta que una de ella se podía morir, de no ser así, se realizaría un raleo. Para asegurar que el pasto esté establecido en la funda se realizó riegos diarios durante 10 días y en ese momento hice un corte de igualación. Luego, se aplicó los tratamientos respectivos. Los datos a evaluar se tomaron a partir del corte de igualación.

3.4.2. Toma de muestra del suelo

Para realizar el montaje del experimento se llenaron fundas de polietileno con 13,28 kg de suelo y se tomó 1000 g para evaluar pH, salinidad, materia orgánica, densidad aparente y densidad real.

3.4.3. Calibración e instalación de tensiómetros

Mediante el uso del tensiómetro, se midió la succión del agua del suelo. Este instrumento es un tubo plástico lleno de agua y se puede cerrar herméticamente, equipado con un manómetro de vacío en la parte superior y una cápsula de cerámica porosa en el extremo inferior (Enciso *et al.*, 2007).

Antes de instalar el tensiómetro, se calibró el instrumento en un recipiente con agua durante 2 a 3 días. Luego se realizaron los siguientes pasos:

1. Saturar el filtro de cerámica con agua para eliminar cualquier burbuja de aire.
2. Llenar el tubo con agua destilada, coloreada y tratada con alguicida,
3. Remover las burbujas de aire (del tubo y del manómetro de vacío) golpeando suavemente la parte superior del tensiómetro.
4. Vaciar el aire del tubo del tensiómetro con una bomba manual de vacío hasta que el manómetro indique una lectura de 80-85.
5. Sellar la tapa adecuadamente.
6. Comprobar que la lectura que se obtiene en el manómetro cuando la punta del tensiómetro se sumerja en agua indique 0 centibares.
7. Instalar el tensiómetro cuidando que la cápsula de cerámica esté a la profundidad de la zona de raíces del suelo. Para cultivos con raíces superficiales tales como las pasturas, se debe instalar un tensiómetro a 6 pulgadas y otro a 12 pulgadas de profundidad

Una vez calibrados los tensiómetros se procedió a instalarlos en las fundas, ubicando un tensiómetro por cada tratamiento. Instalados los tensiómetros se colocó agua en la funda, hasta llegar al punto de saturación.

Al siguiente día se registraron las lecturas de cada tensiómetro y se tomó una muestra de suelo, para determinar el peso seco y peso húmedo, mediante la aplicación del método gravimétrico.

3.4.4. Determinación de la lámina de riego

Para determinar la lámina de riego se realizó la curva de humedad vs tensión, simultáneamente, la determinación de la humedad por el método gravimétrico y la lectura de la tensión en los tensiómetros. Esta determinación se realizó en suelo previamente saturado hasta que ese suelo llegue a secarse. Durante este periodo se tomaron datos de humedad vs tensión y con estos datos se elaboró la curva de humedad vs tensión, que sirvió para determinar la variación de humedad durante el ciclo del ensayo. Se debe indicar que esta curva se fue corrigiendo con más puntos a fin de validar su correlación. La tabla que consta a continuación indica la forma en que se tomaron los datos en función del tiempo (Basantes, 2010).

Tabla 2**Datos tomados en la calibración de los tensiómetros**

Días de evaluación	Estado de humedad del suelo	Tensión en cbar
0	saturado	3-10
4	Capacidad campo	12 – 14
10	Agua útil	15-30
15	Suelo cercano PMP	>35

Con los valores obtenidos de humedad volumétrica del suelo y los valores en centibares del tensiómetro, se elaboró una curva para determinar el contenido de humedad durante el ciclo de la pastura; aunque también con fines de ajuste de la curva se continuó adicionando a la curva de humedad para obtener un factor de correlación adecuado.

Las variables descritas en la siguiente tabla se realizaron in situ con la utilización de un flexómetro y un calibrador de vernier.

Tabla 3**Toma de datos del pasto en estudio**

Edad del cultivo (días)	Diámetro de tallo (mm)	Longitud de hoja (cm)	Altura de planta (cm)
10	X	X	X
20	X	X	X
45	X	X	X

Para la evaluación de las propiedades nutricionales del pasto se empleó un análisis proximal en el que se determinó: proteína cruda, ceniza, grasa, humedad y fibra.

Tabla 4**Evaluación de las propiedades del pasto**

	T1	T2	T3	T0
Proteína cruda				
Fibra				
Ceniza				
Producción de materia verde				
% de materia seca				

3.4.5. Método gravimétrico

Este método consiste en tomar muestras a diferentes profundidades y sitios en el campo, en esta investigación. Se trabajó a profundidades de 15 y 25 cm, para obtener luego un promedio de humedad del suelo.

Las muestras tomadas de la funda con el barreno se depositaron inmediatamente en una funda y se las cerró herméticamente, luego de pesarlas en húmedo (PH), se secaron hasta un peso constante en una estufa a 105°C por 24 horas y se pesaron nuevamente en seco (PS). La diferencia de peso es debido a la pérdida de agua y se calcula mediante la siguiente fórmula (Basantes, 2010):

$$\% \theta g = \left(\frac{PH - PS}{PS} \right) \times 100$$

3.4.5.1. Determinación de la Humedad Vs la Tensión

La determinación de la humedad se realizó mediante el uso del tensiómetro, lo que me permitió medir la tensión del suelo, y al mismo tiempo se tomó muestras y se midió por gravimetría el peso en gramos del agua. Posteriormente se correlacionaron mediante una curva de calibración, que relaciona la humedad del suelo vs tensión, y que responde a la ecuación lineal $y=a+bx$; y/o logarítmica (Basantes, 2010).

3.4.5.2. Determinación de las Características Físicas y Hidrofísicas del Suelo

3.4.5.2.1. Densidad real

La densidad real es el peso del suelo libre de poros y de humedad, no siendo afectada por la textura y porosidad; depende apenas de la naturaleza mineralógica y contenido de M.O. La densidad real de los suelos puramente mineral está comprendida entre 2,6 y 2,7 g/cm³, muy semejante a los minerales de las arenas y cuarzo, feldespatos, etc. (Basantes, 2010).

$$\partial r = \frac{g}{cm^3} = \frac{\text{peso de suelo seco}}{50 - \text{volumen alcohol gastado}}$$

Se determinó tomando una muestra de suelo seco a 105 °C y se colocó en un balón volumétrico de 50 ml, con 25 ml de alcohol etílico, se agita brevemente de 2 a 3 veces al día, afora al día siguiente, luego se dividió el peso del suelo seco para la diferencia entre los 50 ml del balón menos el volumen del alcohol gastado (Basantes, 2010).

3.4.5.2.2. Densidad aparente

La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad del suelo y es importante para el manejo de los suelos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire). La densidad aparente se la define como el peso del suelo seco sobre el volumen total del cilindro (Basantes, 2010). La fórmula empleada para el cálculo de la densidad aparente fue:

$$\rho_a \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{\text{peso suelo seco}}{\text{volumen cilindro}}$$

3.4.5.2.3. Punto de saturación y capacidad de campo

En base a las densidades aparente y real obtenidas, se determinó el punto de saturación y la capacidad de campo del suelo en estudio. Para la determinación del punto de saturación del suelo se calculó el % de poros del suelo, con la fórmula: % poros = $1 - (d_a/d_r) \times 100$, y este resultado se lo divide para 100 para obtener cm^3 de agua/ cm^3 de suelo. Para obtener la capacidad de campo se multiplicó el resultado cm^3 de agua/ cm^3 de suelo por el porcentaje promedio de poros ocupados por el agua en función del tipo de suelo al 100% de la capacidad de campo, obteniendo como resultado la capacidad de campo (Basantes, 2010).

El monitoreo de los porcentajes de agua en cada tratamiento se lo realizó en función de la capacidad de campo, y la tensión de succión dadas por el tensiómetro diariamente. En este sentido solo al T1 se le aplicó diariamente la cantidad de agua evaporada mientras que a los demás estará en función de los porcentajes propuestos (Basantes, 2010).

3.4.5.3. Determinación de la Humedad del Suelo en Términos de Volumen (Θ_v), Lámina de Agua (H) y Determinación de la Tensión del Agua en el Suelo

Teniendo como dato principal el punto de capacidad de campo del suelo en estudio, y utilizando la ecuación obtenida en la curva de regresión ajustada se pudo determinar la tensión del agua en el suelo al 100% de la capacidad de campo y matemáticamente se puede hacer lo mismo para calcular la humedad del suelo en términos de volumen al 80 y 50% de la capacidad de campo, con su respectiva tensión. Para determinar la humedad del suelo en términos de altura de agua se aplicó la fórmula: Lámina = ($\Theta_v \times Pr$) (Basantes, 2010).

3.4.6. Mediciones Experimentales

En la siguiente investigación se consideró:

- Tres láminas de riego más un testigo, con cinco repeticiones
- Por el tipo de investigación a realizar, se decidió que el diseño experimental a utilizarse sea el diseño completamente al azar.
- Unidad experimental: cada unidad experimental estuvo formada por 9 fundas en las cuales se sembraron dos plantas del pasto -(alemán).

3.4.7. Diseño Experimental

Se empleó el diseño completamente al azar. Donde los tratamientos fueron:

T1= Riego al 100% de la capacidad de campo

T2= Riego al 80% de la capacidad de campo

T3= Riego al 50% de la capacidad de campo

T4= T0= Testigo

3.4.8. Descripción de la Unidad Experimental

Por cada tratamiento hubo cinco repeticiones, cada réplica estaba en un bloque y cada bloque tenía todos los tratamientos, los mismos que estaban conformados por 9

fundas, llenadas con suelo del sitio, en los cuales se estableció el pasto alemán. Los tratamientos estuvieron ubicados mediante una distribución aleatoria.

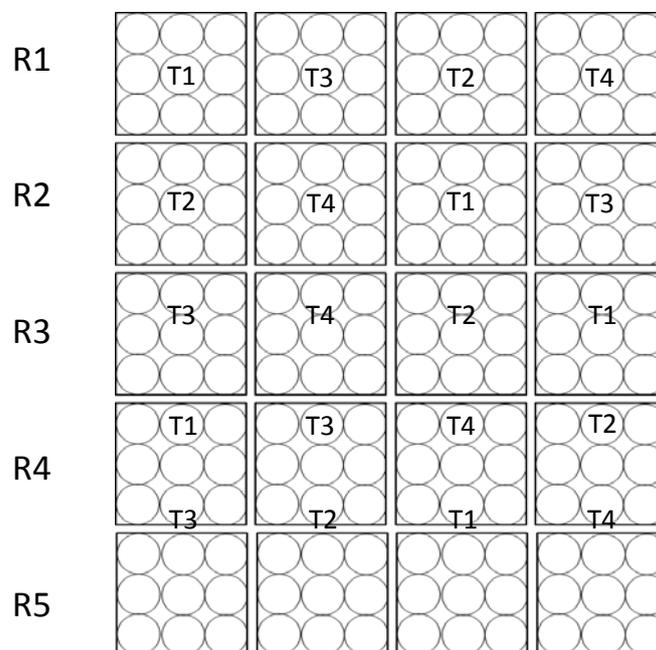


Figura 2. Distribución aleatoria del experimento en campo

Asimismo en la tabla 5 se muestra los parámetros evaluados correspondientes a la funda donde fue sembrado el cultivo. La funda tuvo una altura de 32 cm, de los cuales se dejó 2 cm libres y el diámetro fue de 20 cm. Por sus características se aproxima a un cilindro, por tal motivo, se aplicó la fórmula de área y volumen para cilindro, las mismas que se muestra a continuación:

$$A = \pi r^2$$

$$V = \pi r^2 \cdot h$$

Tabla 5

Características de la funda

Parámetros	Unidad	Valores
Diámetro	Cm	20
Área	cm ²	314
Volumen	cm ³	9420
Masa	Kg	13,28

En cada funda se colocó una planta en la cual se determinó las variables de crecimiento, peso húmedo y peso seco.

3.4.9. Descripción de las Variables en Estudio

3.4.9.1. Variables independientes

Lamina de riego: es la aplicación de agua diaria al suelo para mantener la misma capacidad de campo.

Se consideró como indicadores de evaluación la cantidad de agua en litros a aplicar, en función de la de cada tratamiento (100, 80, 50%), a través del uso de tensiómetro.

3.4.9.2. Variables dependientes

Producción de biomasa: Es la cantidad de materia verde que produce el pasto por unidad de área.

Para su valoración se realizaron mediciones *in situ* para evaluar:

- Diámetro del tallo de la planta (mm)
- Longitud de hojas de la pastura (cm)
- Altura de la planta (cm)
- Peso de la materia verde kg/ha
- Peso de la materia seca kg/ha
- Relación (en peso) hojas-tallo (unidad)

Valor nutritivo en base a materia seca: Es el grado de contenido nutricional que posee el pasto en estudio. Para la evaluación de las propiedades nutricionales del pasto, se empleó un análisis proximal, en el que se determinó:

- Ceniza (%)
- Proteína (%)
- Fibra (%)
- Humedad (%)
- Grasa (%)

Además se registraron las variables físicas e hidrofísicas del suelo. Como capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP), Textura, Densidad aparente y real del suelo. La salinidad del suelo fue determinada en laboratorio.

3.4.10 Análisis Estadístico

Para el tratamiento estadístico se usó un análisis de varianza simple utilizando el paquete estadístico Infostat (2008).

ANÁLISIS DE VARIANZA I:

Una sola vía de clasificación

DISEÑO: Completamente al azar

MODELO MATEMÁTICO:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} Es la observación j ésima correspondiente al tratamiento i ésimo

μ Media de la población

T_i Es el efecto del tratamiento i ésimo sobre la media

ϵ_{ij} Es un efecto aleatorio (error experimental)

La correcta aplicación del modelo implica ajustarse a algunas suposiciones básicas:

1° Como se advierte en el modelo, el efecto de los tratamientos es aditivo.

2° La suma de los efectos de todos los tratamientos es igual a cero.

3° Las muestras provienen de poblaciones normales, las que tienen varianzas idénticas.

4° Los errores (ϵ 's) están distribuidas normalmente con media cero y con una varianza común.

3.4.11. Análisis Económico

Siguiendo la metodología del análisis de presupuesto parcial según Perrin *et al* (1981), se obtuvo los beneficios brutos correspondientes a la producción del pasto por sus costos de inversión y precio en el mercado en kg. Por otro lado se tomaron todos los costos fijos y variables de cada uno de los tratamientos para analizarlos. De la suma de los costos fijos, variables y costos indirectos se obtuvo el costo total de la hectárea, y por ende el valor del kg de materia verde y seca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 SUELO

4.1.1 Características físicas e hídricas del suelo

El suelo donde se realizó la investigación está ubicado en zonas inundables, es propio de formaciones aluviales y posee una características de ser buen retenedor de humedad. En la tabla 6 se aprecia la variación del almacenamiento de agua que tiene el suelo desde el punto de saturación hasta el punto de marchitez permanente. Lo cual refleja que este suelo se ha saturado con $0,419 \text{ cm}^3$. Meléndez y Molina (2001) opinan que en este tipo de suelo aluvial es típica una retención de humedad entre 20 a 30%. Esto nos indica que la retención de agua es baja y por ende se debe aplicar agua en intervalos cortos, sin embargo, son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos.

Tabla 6

Parámetros físicos del suelo utilizado en el experimento

Parámetros	Unidad	Valores	Volumen de agua	Tipo
Clase textural		Areno arcilloso		
Saturación		41,9	0,419	No útil
Capacidad de campo	%	31,42	0,314	útil
Punto de marchitez	%	15,7	0,157	
Agua disponible	cm^3/cm^3	0,157		
Densidad aparente	g/cm^3	1,22		
Densidad real	g/cm^3	2,1		

La capacidad de campo, por no tener potencial de retención de humedad por la falta de coloides arcillosos, tiene un porcentaje de agua disponible del 15,7%, llegando a tener $0,314 \text{ cm}^3$; y esto, en términos de litros, se refiere a 31,4 litros y su punto de marchitez llega a 15,7 litros, lo que indica que su capacidad útil es 15,7 litros que corresponde al límite de su capacidad de campo, lo que representa el 100%

de aprovechamiento de agua y el límite inferior de marchitez permanente que representa el 0% de aprovechamiento de agua.

Este suelo presenta una densidad de 1,22; cuya masa de suelo es alta en comparación con un suelo arcilloso. Con relación a la densidad real (solo se refiere a la consistencia del material), este valor es bajo debido a que no contiene gran contenido de materia orgánica.

Los resultados correspondientes al contenido de humedad y densidad del suelo, ratifican que es un suelo areno-arcilloso que corresponde entre el 40% arcilla y 90% de arena (Basantes, 2010), bajo estas condiciones el suelo tiene buena capacidad de aireación, pero no tiene capacidad de retención de agua, por lo que van a ser más frecuentes, es necesario dar una lámina diaria de 1 litro pero no laminas pesadas de 3 litros (gráfico 1).

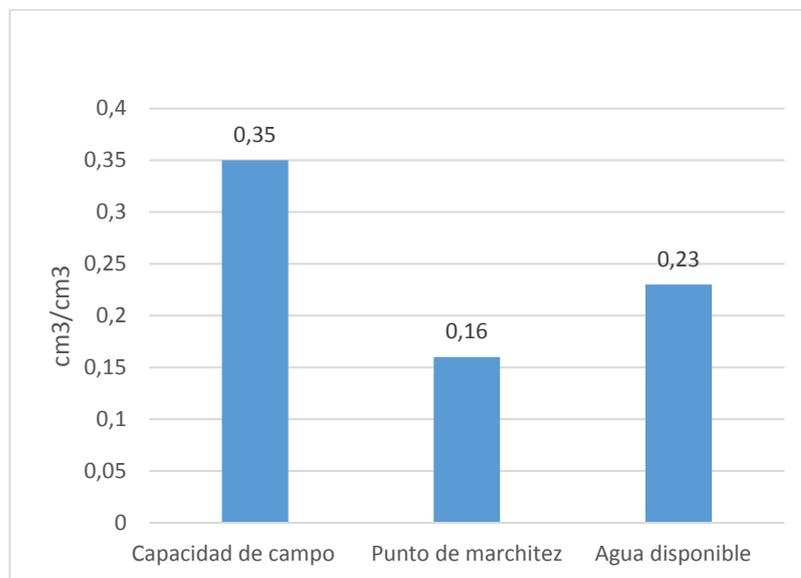


Grafico 1. Características del suelo en relación con la retención de humedad

4.1.2 Análisis de suelo

De acuerdo a los resultados de la tabla 7, la neutralidad es excelente, no tiene un contenido de sales en exceso, lo que indica que no ha habido una buena nutrición anteriormente, sin embargo, el contenido de nitrógeno total es bajo, lo cual tiene

relación con la materia orgánica disponible. En cuanto a fósforo, esta adecuado y con relación al contenido de gases, tiene una excesiva cantidad de calcio. En conclusión este suelo tiene un buen aporte en calcio fósforo y magnesio. La suplencia de nutrimentos por parte del suelo a la planta va a estar limitada por factores como baja disponibilidad o carencia de algunos de ellos, baja solubilidad, antagonismo iónico, bajo contenido de humedad, entre otros (Rodríguez y Navarro, 2000). Al ser un suelo aluvial, el mismo que se caracteriza por material transportado de zonas inclinadas, hace que frecuentemente esté nutrido puesto que se depositan en el la materia orgánica o lixiviados de fertilizante y demás aplicaciones que suceden en las partes más altas que proveen de suelo a áreas bajas típicos de suelo aluviales. Así mismo el constate lavado de sales, hace que no se tenga problemas de sinergismo y la planta absorba los nutrientes fácilmente.

Tabla 7

Parámetros analizados del suelo

Suelo	Unidad	Valor
pH	-	6,8
Conductividad	uS/cm	415
Salinidad	%	0
Nitrógeno Total	%	0,29
Materia orgánica	%	1,52
Fosfato	ppm	99,98
Potasio	ppm	2495
Hierro	ppm	21,27
Manganeso	ppm	7,01
Zinc	ppm	1,8
Magnesio	ppm	62,4

Fuente: INIAP, 2014

4.2 VARIABLES AGRONÓMICAS

4.2.1 Grosor de tallo

En la tabla 8 se muestran los valores de grosor del tallo en los días evaluados, donde los tratamientos presentan diferencias altamente significativas a los 20 y 45 días, a diferencia en 10 días donde no se tiene diferencias estadísticas. El T1 promedia los mayores valores con 12,25 y 18,88 y 20 mm de grosor en los días

evaluados respectivamente. En cambio el Testigo obtuvo entre 8,38 y 10,25. Se debe mencionar que esta variable está directamente relacionada con la biomasa y por ende en la materia seca, en este sentido Alencar (2007) menciona que el aumento de láminas de riego incrementó la producción de materia seca (MS) solo en la temporada otoño/invierno y el aumento de dosis de fertilización nitrogenada no incremento la productividad de los pastos.

Tabla 8

Promedio de la variable grosor (mm) del tallo en los días evaluados

Tratamientos	Días		
	10	20	45
T1	12,25±2.5	18,88±1.03 a	20,0±0.8 a
T2	11,5±0.57	14,0±3.3 b	14,5±1.2 b
T3	10,5±0.57	8,5±0.57 c	8,5±1.08 c
Testigo	10,25±1.5	8,05±0.49 c	7,38±0.47 c
Probabilidad	0,27	<0,001	<0,001
Error estándar	0,76	0,9	0,48
C.V (%)	14.26	16.2	18.2

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05

El grafico 2 presenta la tendencia en el tiempo de cada tratamiento donde el T1 y T2 tienen una misma tendencia de aumento, pero con un margen de diferencia considerable del T1 con respecto al T2. Al contrario del T3 y el testigo que muestran decrecimiento y mantienen una misma tendencia. Este decrecimiento es posible que se deba a la turgencia del tallo por la falta de agua en el suelo, lo que diferencia el tratamiento 1 y 2, mayor diferencia entre el tratamiento 3 y el testigo.

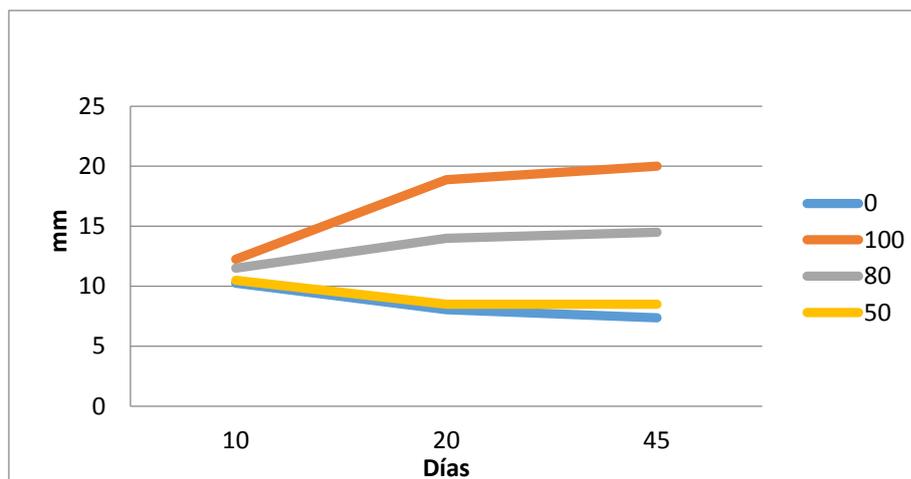


Grafico 2. Tendencia del grosor del tallo en función de los distintos tratamientos

4.2.2 Longitud del tallo

Con respecto a la longitud del tallo, al igual que en el grosor solo se presentaron diferencias estadísticas ($<0,001$) a los 20 y 45 días pero difiere en que todos los tratamientos tienden a aumentar en el tiempo (grafico 3), además, desde el inicio ya se observa un margen de diferencia entre T1 y los demás tratamientos. El T1 obtuvo un aumento de 40 cm en 35 días que corresponden al 33,3%, en cambio en los primeros 10 días se obtiene el 66,7%, lo que demuestra que la etapa inicial es de mayor importancia en el crecimiento. En los demás tratamientos los primeros 10 días alcanzaron hasta el 96% de la longitud, dado que el racionamiento o falta de riego afecta su crecimiento después de este tiempo.

En términos de altura se diferenció la altura con los tratamientos, donde el tratamiento 1 muestra mayor significancia con el tratamiento 2 y en longitud de hojas la lámina 1 y 2 mostraron mayor significancia. Herrera *et al.* (2010) mencionan que la curva de crecimiento en mayor con la una mayor lamina de riego que están en función de la época del año.

Tabla 9

Promedios de la variable longitud (m) del tallo en los días evaluados

Tratamientos	Días		
	10	20	45
T1	0,8±0,15	1,06±0,06 a	1,2±0,03 a
T2	0,7±0,08	0,8±0,1 b	0,91±0,08 b
T3	0,66±0,2	0,76±0,04 b	0,81±0,01 bc
Testigo	0,62±0,15	0,75±0,04 b	0,77±0,05 c
Probabilidad	0,11	<0,001	<0,001
Error estándar	0,08	0,03	0,003
C.V. (%)	24,2	17,5	19,7

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05

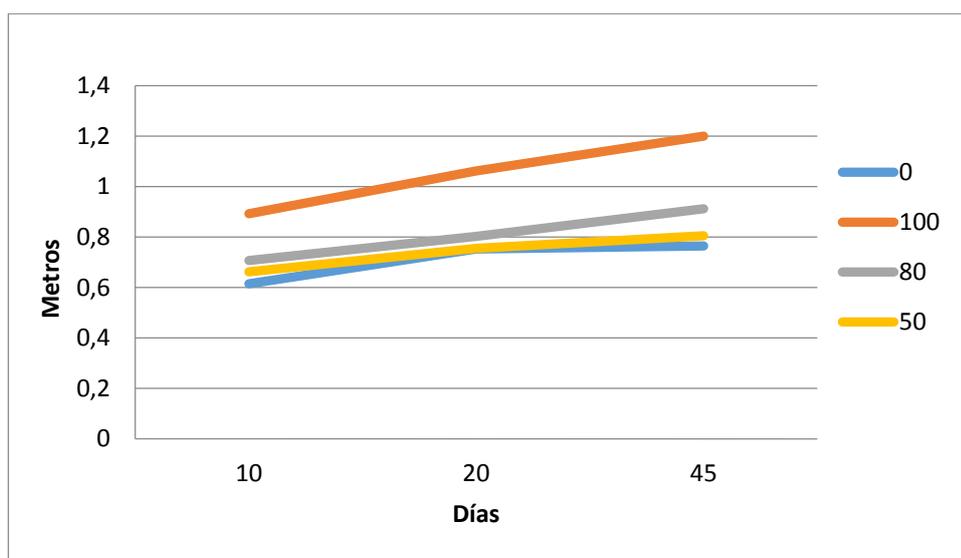


Gráfico 3. Tendencia de la longitud del tallo en función de los distintos tratamientos

4.2.3 Longitud de hoja

La tabla 10 presenta el promedio de la variable longitud de hoja, teniendo diferencias altamente significativas en todos los días evaluados, siendo el T1 y T2 quienes muestran los mayores promedios los que difieren con el T3 y el testigo; sin embargo, en el gráfico 4, no se manifiesta una tendencia a incrementar su longitud. Se tiene una longitud máxima de 0,62 m de los cuales 0,6m se obtuvo en los

primeros 10 días fortaleciendo la hipótesis que la etapa inicial es más crítica en el cultivo de pasto alemán. Por otro lado el no aplicar agua de riego al suelo o disminuir a la mitad su requerimiento reduce hasta un 17% la longitud de la hoja con respecto al aplicar el 100% de la capacidad de campo.

Tabla 10

Promedios de la variable longitud de hoja (m) del tallo en los días evaluados

Tratamientos	Días		
	10	20	45
T1	0,6±0,013 a	0,61±0,019 a	0,62±0,018 a
T2	0,56±0,04ab	0,61±0,02 a	0,61±0,017 a
T3	0,51±0,03 b	0,55±0,05 ab	0,53±0,031 b
Testigo	0,51±0,025 b	0,53±0,03 b	0,51±0,022b
Probabilidad	0,005	0,018	<0,001
Error estándar	0,02	0,02	0,003
C.V (%)	8,5	8,3	9,3

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según

Tukey < 0,05

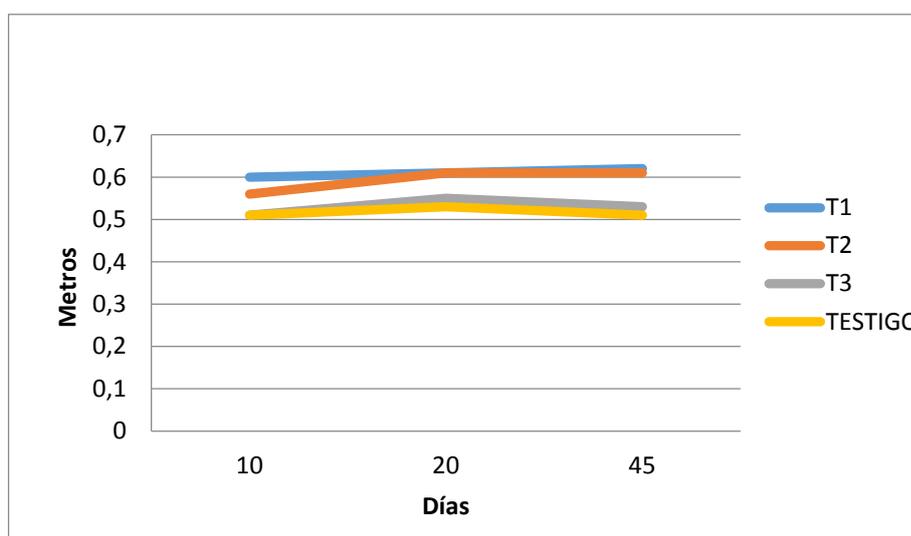


Gráfico 4. Tendencia de la longitud de la hoja en función de los distintos tratamientos

4.2.4 Ancho de hoja

El ancho de hoja (tabla 11) muestra diferencias estadísticas a los 20 y 45 días, aunque en 10 días no presentaron diferencias estadísticas. El T1 presenta los mayores promedios seguido por T2, los que tienen similar tendencia a incrementar en el tiempo, a diferencia del T3 y el testigo que mantienen una similitud sin ninguna tendencia clara (grafico 5).

Tabla 11

Promedio de la variable ancho de hoja (mm) del tallo en los días evaluados

Tratamientos	Días		
	10	20	45
T1	19,0±0,8 a	19,25±0,5 a	19,25±0,9 a
T2	18,75±0,5 ab	19,0±0,8 ab	19,0±0,8 ab
T3	17,75±0,5 b	17,5±0,9 bc	17,75±0,57 ab
Testigo	17,75±0,5 b	17,25±0,57 c	17,5±0,5 b
Probabilidad	0,027	0,004	0,01
Error estándar	0,76	0,37	0,37
C.V(%)	4,3	6,1	5,5

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según

Tukey < 0,05

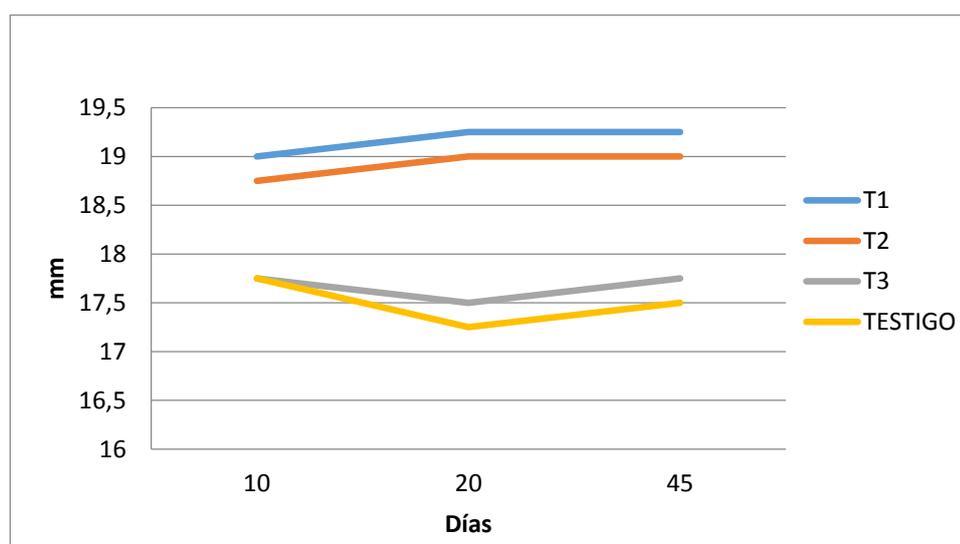


Grafico 5. Tendencia del ancho de la hoja en función de los distintos tratamientos

4.2.5 Análisis bromatológico

Las variables bromatológicas se vieron afectadas por los tratamientos ($P < 0,001$) a excepción de ceniza. En los análisis proximales se mostró que la humedad estuvo entre $T_0=73,95$ y $T_2=83,61\%$ siendo el testigo quien presenta el menor promedio, lo que puede estar relacionada con la no aplicación de riego; sin embargo, el T_3 que presentó la misma tendencia como en anteriores respuestas agronómicas, sus resultados no fueron así demostrados, teniendo un valor de $T_3=82,74$. La ceniza aunque no presentó diferencias estadísticas ($P > 0,05$) se tiene una tendencia a disminuir a medida que se reduce la aplicación de riego, siendo el testigo con menor promedio con $16,32$. La proteína no presenta tendencia con relación al riego, puesto que el menor promedio lo alcanzo T_1 , y el mayor el T_3 al cual se le aplicó el 50% del requerimiento hídrico. Esto se puede explicar debido a que a medida que aumenta la producción de biomasa, se reduce el contenido de proteína (Abaunza *et al.*, 1991; Costa y Cruz 1994; Villarreal 1994; Martín 1998; Velasco *et al.*, 2001). Sin embargo, los datos encontrados no presentan una tendencia inversa a la biomasa. Los valores encontrados están levemente superior a los registrados por Martín (1998) que muestra valores entre -15% de proteína para *Echinochloa spp.*

La fibra en los análisis realizados a las muestras enviadas al laboratorio, no presentaron un patrón en función de la cantidad de agua aplicada, lo mismo ocurre con la proteína. T_2 presentó los mayores valores con $38,58\%$ y el T_3 obtuvo el menor valor con $30,87\%$. La producción de materia seca y el contenido de proteína son dos de las variables que mayormente fueron utilizadas en la evaluación de pastos, sin embargo, ambas variables se correlacionan negativamente. Lo anterior significa que si un pasto se selecciona por su producción forrajera, esto puede ir en detrimento de su valor en proteína, y viceversa (Juárez y Bolaños, 2007).

Tabla 12**Promedio de las variables bromatológicas**

Tratamientos	Humedad	Ceniza	Proteína	Fibra
T1	82,59 a	17,02	14,4 b	33,74 b
T2	83,61 a	16,57	15,71 ab	38,58 a
T3	82,74 a	16,43	16,94 a	30,87 c
Testigo	73,95 b	16,32	15,15 ab	32,62 bc
Probabilidad	<0,001	0,04	0,01	<0,001
Error estándar	0,53	0,32	0,48	0,58

Tabla 13**Análisis nutricional del foliar del pasto Alemán**

Pasto Alemán	Unidad	Valores
Nitrógeno	%	2,82
Azufre	%	0,55
Calcio	%	0,66
Fosfato	%	0,30
Magnesio	%	0,39
Potasio	%	3,97
Boro	ppm	5,0
Cobre	ppm	16,7
Hierro	ppm	215,7
Manganeso	ppm	97,4
Zinc	ppm	27,2

Fuente: Vera, 2014

En los análisis foliares que corresponden a los macro y micro elementos pude verificar que este pasto tiene una buena absorción de elementos, ya que en relación a los a análisis de suelo los valores del nitrógeno son bajos (5,20 ppm), sin embargo en el pasto lo encontramos elevado (2,82% de contenido). Ocurre algo similar, con el potasio, que a pesar de tener un bajo contenido en el suelo (0,25 meq/100 ml) se encuentra elevado en la planta (3,97%). Los otros tres micros elementos como calcio, magnesio y hierro, a pesar de que se encuentre un valor considerable en el suelo no se refleja en el contenido del pasto.

4.3 AGUA

4.3.1 Contenido de humedad

La aplicación del riego se la realizó tomando en cuenta la tensión del suelo para absorber el agua por medio del tensiómetro y el cálculo de la lámina a aplicar por medio de la ETc.

Para la determinación de la curva de retención de porcentaje de humedad vs centibares, se correlacionó los datos obtenidos de los tensiómetros en relación del tiempo. Los resultados indican que a medida que aumenta los centibares, el contenido de humedad es menor. Se observa también, que el mayor contenido de humedad que corresponde a la saturación esta menos de 10 centibares. En tensiones a mayor de 30 el cultivo presentó disminución en el crecimiento, llegando a secarse en su totalidad. La curva ajusta a la ecuación la lineal (Grafico 6), obteniendo R^2 0,95.

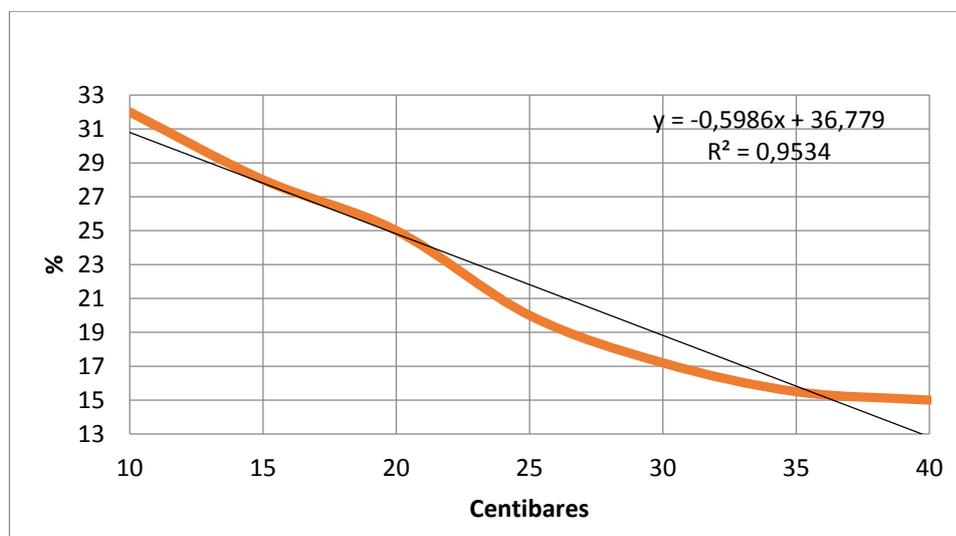


Grafico 6. Curva de retención de porcentaje de humedad vs centibares (lineal)

A la vez se consideraron los valores anuales de las precipitaciones, los datos de los diez últimos años se pueden apreciar en la tabla 14 y grafico 7.

Tabla 14**Valores anuales de las precipitaciones de los diez últimos años**

Año	Precipitación (mm)
2004	396,9
2005	829,2
2006	1005,80
2007	392,5
2008	667,3
2009	328,4
2010	627,2
2011	285,9
2012	299,7
2013	663,4
Promedio anual	566,60

Fuente: Estación meteorológica INAMHI Chone, 2012

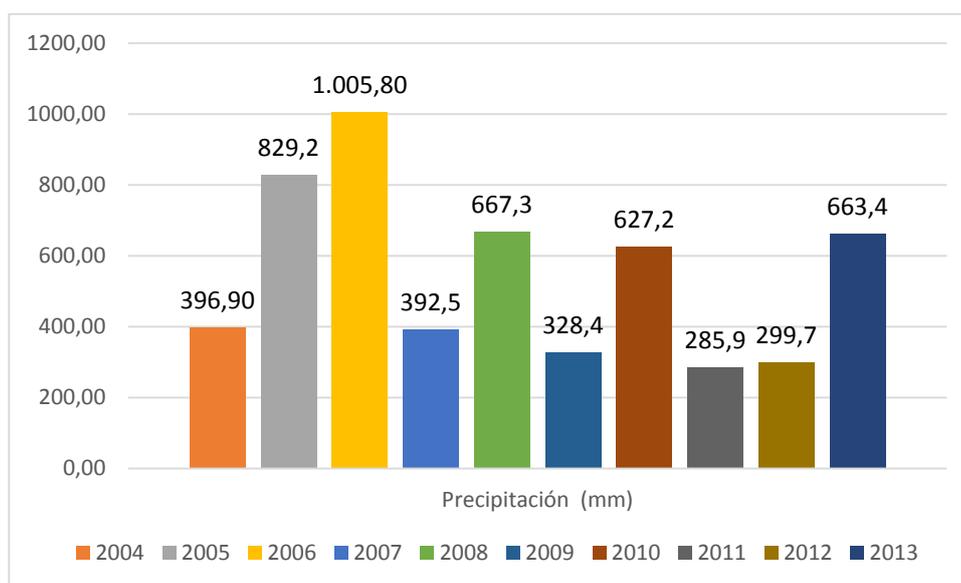


Gráfico 7. Valores anuales de las precipitaciones de los diez últimos años

La distribución de la precipitación más fuerte fue durante los años 2006 y 2007 llegando en el 2007 a 1000 mm anuales, sin embargo la problemática de ello es que se concentran las lluvias en tan solo entre 4 y 5 meses como máximo (tabla 15), dejando un amplio tiempo sin precipitaciones lo que causa sequias, afectando a la

producción lechera, puesto que los pastos no producen la biomasa adecuada. Es necesario determinar que en el año donde las precipitaciones son menores como ocurrió en el 2009, 2011 y 2012, el remanente de agua del suelo se consume en poco tiempo y agrava la situación de la falta de agua en esta zona productiva, lo cual se puede visibilizar en el grafico 8. Debido a esta circunstancia, se hace más importante la aplicación de agua como suplemento. En este sentido se han estudiado diversas estrategias para generar información que permita hacer un uso más eficiente del agua, tales como reducción del riego de manera parcial o total (Martinez *et al.*, 2007).

Tabla 15

Valores mensuales de las precipitaciones durante el 2012

Meses	Precipitación (mm)
Enero	59,2
Febrero	93,7
Marzo	110,5
Abril	2,1
Mayo	6,6
Junio	0
Julio	0
Agosto	0,4
Septiembre	0
Octubre	0
Noviembre	6,5
Diciembre	20,7

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI



Grafico 8. Valores mensuales de las precipitaciones durante el 2012

La investigación se realizó durante la época de verano entre los meses de julio y agosto, donde las precipitaciones son prácticamente nulas y se hace indispensable la aplicación de riego. Los valores de cada uno de los tratamientos (1, 2 y 3) se encuentran plasmados en el gráficos 9. Se puede observar, las necesidades hídricas en cada tratamiento, con respecto a la capacidad de campo. Obviamente en los tratamientos 2 y 3 no se llega a la capacidad de campo, por tal razón en muchos casos se le conoce como riego deficitario, que hace referencia a los límites mínimos que necesita la planta para producir adecuadamente, optimizando el agua. En este caso en particular, podemos ver que el tratamiento que recibe el 50% de la necesidad total estará muy cerca del punto de marchitez, por el contrario el tratamiento que recibe el 80% estará cercano a la capacidad de campo y ambos extremos indicaron el comportamiento productivo de la planta. En el mismo grafico observamos que la precipitación en los meses de la investigación tuvo un promedio de 0 o de no presencia de lluvias, la capacidad de campo de este terreno es de $0,314 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$, lo que representa 31,4 litros de agua por metro cuadrado en 10 cm de profundidad; en base a esta capacidad de campo se determinó la necesidad de agua a aplicar.

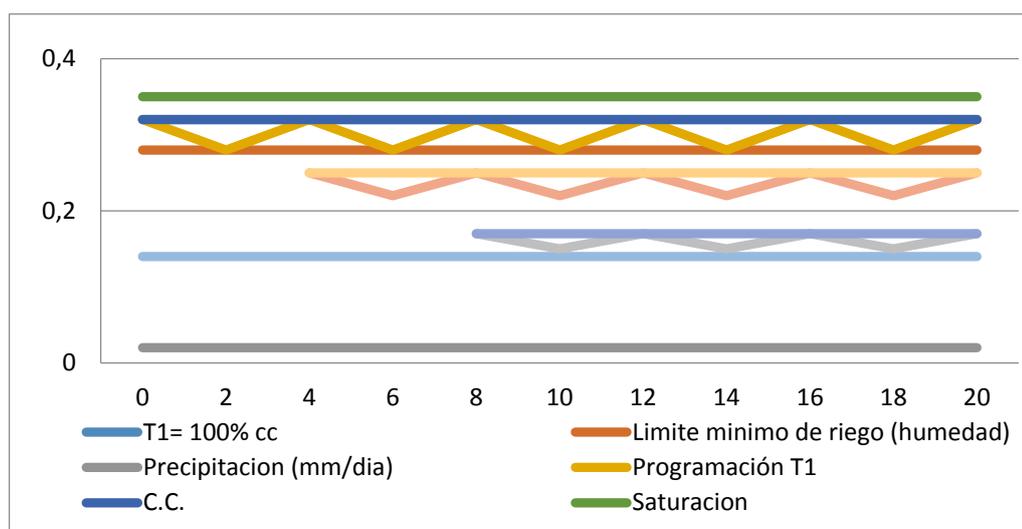


Grafico 9. Límites de CC, PMP, Precipitación, saturación de suelo, programación de riego (diario) de los tratamientos 1,2 y 3

Según la etapa del cultivo se denota las diferentes láminas proporcionadas en relación a los tratamientos (tabla 16, 17 y 18), y se pudo observar que a mayor aplicación hubo mayor variación, por ende la lámina aplicada por funda. En el caso de los demás indicadores no lo hicieron por cuanto se trabajó con ambiente semicontrolado y con el mismo material vegetativo.

Tabla 16

Valores de T1 en las etapas del cultivo

Etapas del cultivo	Días	Eto	Kc	Demanda del cultivo (mm/etapa)	Frecuencia	*Lamina de aplicación	Lamina aplicada por funda (L/día)
Inicial	10	3,54	0,4	14,16	2	2,83	0,15
Desarrollo	25	3,54	0,9	31,86	2	6,37	0,35
Final	10	3,54	0,85	30,09	2	6,02	0,33

Tabla 17
Valores de T2 en las etapas del cultivo

Etapas del cultivo	Días	EtO	Kc	Demanda del cultivo (mm/etapa)	Frecuencia	Lamina de aplicación	Lamina aplicada por funda (L/día)
Inicial	10	3,54	0,4	14,16	2	2,83	0,12
Desarrollo	25	3,54	0,9	31,86	2	6,37	0,28
Final	10	3,54	0,85	30,09	2	6,02	0,26

Tabla 18
Valores de T3 en las etapas del cultivo

Etapas del cultivo	Días	EtO	Kc	Demanda del cultivo (mm/etapa)	Frecuencia	Lamina de aplicación	Lamina aplicada por funda (L/día)
Inicial	10	3,54	0,4	14,16	2	2,83	0,075
Desarrollo	25	3,54	0,9	31,86	2	6,37	0,175
Final	10	3,54	0,85	30,09	2	6,02	0,165

Fuente: Vera, 2014

En la tabla 18 se representa el resumen correspondiente a la evapotranspiración y láminas de agua del cultivo de acuerdo a la etapa inicial, de desarrollo y final. Los datos de la evapotranspiración fueron obtenidos de la tina de vapor, lo que nos indica que la evapotranspiración fue igual en el desarrollo del tratamiento, lo que tuvo como necesidad de cultivo de 3,54 por día, pero la evapotranspiración real correspondió a 1,42 en la primera etapa y en la etapa de desarrollo 3, 18 y la final 3, lo que quiere decir que el cultivo en la parte inicial no requiere mucha agua, mientras que en el desarrollo es el doble.

En términos de lámina neta hubo un consumo de 141,6 m³/Ha. que necesitó el cultivo en su etapa inicial, pero para la etapa de desarrollo incrementó en 54 m³/Ha. y en la etapa final disminuyó en 9 m³/Ha.

Es decir que el total por cada ciclo del cultivo en términos de lámina neta se necesita 228 m³/ha pero en términos de evapotranspiración real es 76 m³, esto quiere

decir que el método real calculado con tensiómetros es más representativo en las necesidades del cultivo, en tanto el método determinado por la lámina neta es más exagerado y representa tres veces más. En términos de eficiencia el real responde a la realidad y optimiza el uso consuntivo del cultivo. En términos de K_c se indica que el cultivo requiere mayor K_c en etapa de desarrollo, lo cual es lógico ya que en esta etapa el cultivo tiene mayor crecimiento y necesidad vegetativa (Basantes, 2010). Los valores de lámina bruta son mayores que la lámina neta, debido a que la lámina bruta considera la eficiencia del riego.

Los cálculos de la cantidad de agua a aplicar en cada uno de los tratamientos estuvieron dados en función del ET_c y el estado fisiológico del cultivo (tabla 19). El cálculo se lo realizó mediante la siguiente fórmula.

$$ET_c = E_{to} \times K_c$$

Tabla 19

Establecimiento de la tensión (centibares) máxima para los tratamientos en estudio

Centibares	Contenido de humedad (%)
10	32
15	28
20	25
25	20
30	17,2
35	15,5
40	15

Para el caso del E_{to} se estimó en función de la evapotranspiración sucedida entre los meses de julio y agosto, tiempo en que se realizó el trabajo de campo (tabla 20), de manera que se obtuvo el promedio de estos meses y se establecieron los requerimientos hídricos. Los valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 20**Evapotranspiración de los meses de julio y agosto**

Mes	EtO (mm/día)
Julio	3,77
Agosto	3,3
Promedio	3,54

Se consideró el Kc del cultivo de pasto para pastoreo, siendo para la etapa inicial 0,4, desarrollo 0,9 y 0,85 la etapa final. Además fue necesario establecer la frecuencia de riego y el umbral de aplicación, se consideró 2 días de frecuencia de riego y un umbral de 0,2. Una vez establecido estos parámetros se calculó la lámina de aplicación mediante la siguiente fórmula.

$$Ln = \frac{CC - PMP}{100} \times P \times Da \times UR$$

Donde,

CC= capacidad de campo

PMP= punto de marchitez permanente

P= profundidad del cultivo

Da= densidad aparente

UR= umbral de riego (0.2)

$$Ln = \frac{35 - 12}{100} \times 300 \times 1.41 \times 0.2 = 19.46 \text{ mm}$$

Como se consideró una frecuencia de tres días, ajusté la lámina de aplicación, tomando en cuenta el EtO de referencia que en este caso para los meses de octubre y noviembre fue de 3.54 mm/día en promedio, y considerando el Kc del cultivo se estableció de la cantidad de agua a aplicar.

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

La tabla 21 nos indican que el cultivo en las primeras etapas no tuvo diferencia significativa durante los primeros días, lo que indica que el remanente de agua en el suelo fue suficiente para el tratamiento, pero durante los 20 días hubo variación, el mejor tratamiento fue el 1 y el peor el testigo y más cercano a testigo, a los 45 días esta tendencia es similar pero se destaca que el efecto del agua fue de 2,71 veces mayor que el testigo, con relación al tratamiento dos fue significativo, en tanto que el tratamiento 3 con el testigo casi no hubo diferencia por lo que se recomienda como una necesidad de cultivo mantener capacidad de campo mínimo al 80%.

Tabla 21**Estimación de la aplicación de agua por tratamiento en litros por funda**

Etapas del cultivo	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Inicial	0,15	0,12	0,075
Desarrollo	0,35	0,28	0,175
Final	0,33	0,26	0,165

En la tabla 22 se muestran los valores encontrados en las diferentes toma de muestra, donde se debe resaltar que se mantuvo una pequeña variación en la tensión tomado en centibares por medio del tensiómetro. Esta metodología permitió ser muy preciso al momento de calibrar los tensiómetros y realizar los riegos en cada tratamiento.

Tabla 22**Datos de tensiómetros presentando la variación de humedad**

Cantidad de agua	Muestra	P húmedo	P seco	Tensiómetro cbar	Diferencia de peso
5 litros de agua	1	182,54	103,35	8	79,19
	2	128,75	88,45	11	40,30
	3	146,87	103,67	10	43,20
	4	190,88	137,78	9	53,10
	5	159,45	113,66	12	45,79
2 litros de agua	1	117,25	83,15	23	34,10
	2	80,04	52,55	25	27,49
	3	122,89	90,45	22	32,44
	4	117,97	82,54	20	35,43

Continua 

	5	117,05	83,15	20	33,90
	1	98,45	90,34	32	8,11
	2	100,04	90,76	35	9,28
seco	3	133,27	125,87	37	7,40
	4	130,24	126,34	36	3,90
	5	130,56	124,08	35	6,48

Con relación a esta variable se saturó el suelo, transcurrido tres minutos se recolectó 140 cm³ y esta cantidad fue aumentando hasta 14 horas y llegó a una cantidad de 5,26 Litros después de este tiempo la cantidad fue fija. Por lo que de los 8 litros se recolectó 5,26, representando que este suelo deja pasar el 65,75% de agua, por efecto de drenaje solo retuvo el 35%. Por otra parte, a pesar de ser un suelo arenoso mantiene una capa que se torna impermeable, lo cual hace que retenga el agua y no permite que el líquido drene con facilidad, por lo cual resulta que excesos de agua lleve a la inundar el suelo, por lo cual se puede sugerir como suelos recomendables para cultivos de arroz.

Tabla 23

Tiempo de infiltración del agua en el suelo de la investigación

Minutos	Litros
3	0,14
15	0,19
30	0,46
35	0,63
50	0,86
90	2,18
100	2,27
120	2,69
160	2,75
240	3,20
320	3,36
400	4,16
500	4,75
600	4,96
700	5,00
790	5,15
800	5,10
840	5,26

En términos de gráfico, (grafico 10) representado para esta variable nos marca que la tasa de infiltración es mayor cuando transcurre más tiempo de contacto del agua con el suelo.

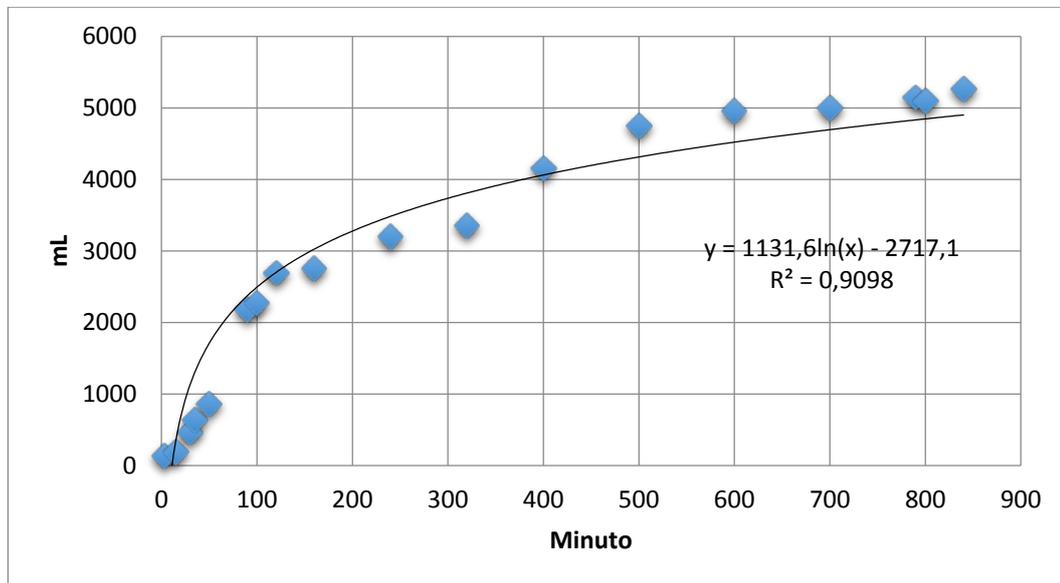


Grafico 10. Tiempo de infiltración del agua en el suelo de la investigación

4.3.2 Producción vegetal en función de las láminas de agua

La biomasa estuvo influenciada por los tratamientos en estudio, siendo el tratamiento T1 el de mayores rendimientos, sin embargo, estadísticamente igual al T2 pero con un rendimiento de 1.04 kg.m^2 . El tratamiento T3 y el testigo comparten categoría. No hay una diferencia considerable entre el tratamiento 1 y 2, con el 3 y testigo, siendo de vital importancia el uso de agua. Alencar *et al.* (2009), mencionan que la tendencia del aumento del forraje mediante el riego es más fuerte en los pastos tropicales. Oliveira (2007), dice que, las prácticas agrícolas que aumentan al máximo la productividad y uso de agua son de importancia vital para el cultivo. Alencar, (2007), en la región Oriental del Estado de Minas Gerais, realizó la evaluación del rendimiento de seis gramíneas forrajes tropicales con diferentes láminas de riego y diferentes estaciones del año, se encontró que en general el pasto Xaraes se destacó con una mayor productividad en comparación a las otras gramíneas. Para Jara y Valenzuela (1998) es un aspecto conocido que, todo déficit de agua, producirá una

disminución en los rendimientos. Sin embargo, hay etapas o estados fenológicos en el desarrollo de un cultivo, en donde el efecto de detrimento de un estrés hídrico es mayor.

Tabla 24

Promedio de la variable biomasa (kg.tratamiento)

Tratamientos	Biomasa (kg.tratamiento)
T1	1,18±0,06 a
T2	1,04±0,07 a
T3	0,69±0,07 b
Testigo	0,55±0,09 b
Probabilidad	<0,001
Error estándar	0,004
C.V(%)	31,2

a, b, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05

La materia seca al ser proporcional a la biomasa obtuvo las mismas categorías estadísticas de la biomasa con T1 y T2 con los mayores promedios. Se debe de tomar en cuenta que en muchos casos es más importante considerar la producción de materia seca, en lugar de la producción de biomasa, ya que se pueden comparar forrajes con diferentes contenidos de humedad y en diferentes condiciones ambientales. Además, la materia seca se incrementa conforme avanza la edad o crecimiento de la planta y con riegos adecuados o precipitaciones pluviales (Abaunza *et al.*, 1991; Villarreal 1994; Velasco *et al.*, 2001). De manera que en este caso las láminas tuvieron la influencia directa en la materia seca, lo que ratifica el hecho de al menos regar una lámina del 80% de la capacidad de campo.

Tabla 25

Promedio de la materia seca (kg.m²)

Tratamientos	Peso seco
T1	0,2±0,01 a
T2	0,17±0,012 a
T3	0,11±0,012 b
Testigo	0,09±0,015 b

Continua



Probabilidad	<0,001
error estándar	0,01

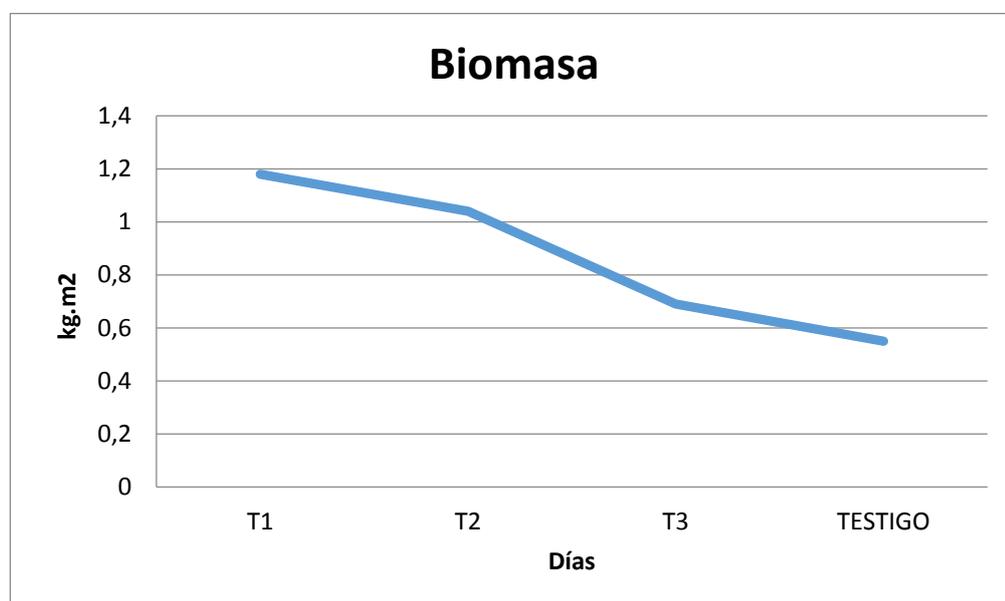


Grafico 11. Tendencia de la biomasa en los distintos tratamientos

4.4 Análisis económico

Del análisis económico realizado, con producciones promedios, se puede determinar que para el establecimiento del pasto alemán (*Echynocloha polystachya*) tenemos unos costos de \$ 472,63 lo que nos indica un costo por Kg de pasto de \$ 0,04 en el tratamiento 1, en el tratamiento 3 por Kg es de 0,067 a pesar de que se usó menos cantidad de agua, pero los costos fijos y variables son los mismos para todos los tratamientos. La diferencia entre los tratamientos es la diferencia a agua a usar, si bien es cierto la diferencia de agua nos debería dar menor cantidad de costo, sin embargo, por la baja producción del pasto en lo que se refiere a biomasa, el costo individual del Kg se eleva.

Con esta referencia, la mayor rentabilidad registrada en materia verde (Kg/m²) fueron del tratamiento 1 con 95,69 Tn/ha al año, en 8 cortes con espacio de 45 días, dando un costo promedio de 0,04 por Kg; sin embargo este pasto con cortes de menor tiempo a los 20 días desarrolla 194 Tn/ha por año en el mismo tratamiento. Lo

que hace más rentable el cultivo y entre menos se produce, más cuesta un Kg de materia verde.

N°	Concepto			T1		T2		T3	
		Unidad medida	Precio unitario	Cantidad	Total dólares	Cantidad	Total dólares	Cantidad	Total dólares
COSTOS FIJOS									
MANO DE OBRA									
1	SIEMBRA	Jornal	10	4	40,00	4	40,00	4	40,00
2	APLICACIÓN HERBICIDAS	Jornal	10	2	20,00	2	20,00	2	20,00
3	APLICACIÓN FITOSANITARIAS	Jornal	10	3	30,00	3	30,00	3	30,00
4	APLICACIÓN DE FERTILIZANTES	Jornal	10	2	20,00	2	20,00	2	20,00
SUBTOTAL					110,00	110,00		110,00	
SEMILLA									
5	MATERIAL VEGETATIVO	m ³	12	3	36,00	3	36,00	3	36,00
SUBTOTAL					36,00	36,00		36,00	
TOTAL DE COSTOS FIJOS					146,00	146,00		146,00	
COSTOS VARIABLES									
FERTILIZANTE									
6	FERTIFORRAJE ESTABLECIMIENTOS	Sacos	35	2	70,00	2	70	2	70,00
7	FERTIFORRAJE DESARROLLO		33	2	66,00	2	66	2	66,00
SUBTOTAL					136,00	136,00		136,00	
FITOSANITARIOS									
8	HERBICIDAS HORMONAL	Litro	4,5	2	9,00	2	9,00	2	9,00
9	HERBICIDAS GRANINICIDA		6	2	12,00	2	12,00	2	12,00
SUBTOTAL					21,00	21,00		21,00	
MAQUINARIA Y EQUIPO									
10	PREPARACIÓN DE SUELO	Ha.	40	1	40,00	1	40,00	1	40,00
11	RIEGO		30	1	30,00	1	30,00	1	30,00
12	TRANSPORTE FERTILIZANTE Y SEMILLA	Tn.	4	8	32,00	8	32,00	8	32,00
SUBTOTAL					102,00	102,00		102,00	
AGUA									
13	COSTO DE AGUA PARA RIEGO	m ³	0,08	74,7	5,98	59,4	4,75	37,35	2,99
SUBTOTAL					5,98	4,75		2,99	
TOTAL DE COSTOS VARIABLES					264,98	263,75		261,99	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (VARIABLE+FIJO)					410,98	409,75		407,99	
	5% COSTOS ADMINISTRATIVOS				20,55		20,49		20,40
	5% DE IMPREVISTOS				20,55		20,49		20,40
	5% DE REPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA				20,55		20,49		20,40
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					61,65	61,46		61,20	
COSTO TOTAL DE UNA HECTÁREA					472,63	471,21		469,19	
COSTO TOTAL POR Kg.					0,04	0,044		0,067	
COSTO TOTAL DE KG/VACA/DIA					1,60	1,70		2,68	

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al evaluar el efecto de la aplicación de tres láminas de riego, con respuesta a la producción de biomasa del pasto alemán (*Echinochloa polystachya*), se concluye que las propiedades hídricas del suelo corresponden a un suelo que se satura con 41,9 % y su capacidad de campo es de $0,314 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ lo que en términos de litros equivale a 31,4 lts/m²/10 cm de profundidad; teniendo una disponibilidad de agua útil de 15,7 litros para aprovechamiento de la planta. Por lo tanto, para mejorar este suelo sería necesario adicionar prácticas culturales, como aplicación de abonos verdes.
- Los parámetros hidrofísicas de este tipo de suelo indican que posee un bajo contenido de materia orgánica (0,69 %), clase textural areno arcilloso y una capacidad de almacenamiento en capacidad de campo de $0,314 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ la que se cubriría con una lámina de riego de 4,49 litros/día/ 10 cm de profundidad. Dado a estas propiedades físicas este suelo no tiene buena capacidad de retención de agua por lo que los riegos deberían ser muy frecuentes y bajos.
- Al evaluar los indicadores morfológicos y productivos del pasto alemán, nos indica que tanto en altura (1,6 m) como en producción de biomasa (1,18 Kg/m²), el tratamiento 1 es el más adecuado; sin embargo, los rendimientos del tratamiento 2 no presentan diferencia estadística de los obtenidos en el tratamiento 1. Pero sí estadísticamente diferentes con el T3 y el testigo.
- Al medir el valor nutritivo del pasto alemán bajo tres láminas de riego, se observó que estos no variaron por el suelo y la humedad, indicando que estos valores son influenciados principalmente por el factor genético y nutricional, no así el incremento de la biomasa que si depende de la cantidad de agua, siendo esta la parte vital en su crecimiento, por ende en la producción de biomasa.

5.2. RECOMENDACIONES

- La implantación de este tipo de cultivo en lugares en donde podamos tener agua a disponibilidad en la época de estiaje.
- La siembra de este pasto en lugares en donde en la época de invierno se producen desbordamientos de ríos, acumulación de agua por falta de drenajes, todo tipo de suelo en donde haya un exceso de humedad.
- La siembra de este pasto en las orillas de los ríos para evitar la erosión, además por tener gran absorción de minerales, podría ser utilizada para que de manera natural se pueda descontaminar las aguas de los ríos, lagos, lagunas y demás fuentes de agua dulce.
- Por su alta proteína, velocidad en el crecimiento y riqueza mineral se recomienda usarlo en alimentación bovina en explotaciones intensivas al pastoreo con rotación de cultivo más o menos 21 días con riego.

BIBLIOGRAFÍA

- Abaunza MA, L. C. (1991). Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. En *Pasturas Tropicales* (págs. 2-9).
- Alencar, C. (2007). *Producto de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes laminas de agua e doses de nitrogeno*. Minas Gerais.
- Alencar, C. C., Martins, C., Coser, A., Rocha, W., & Araujo, R. (2009). Irrigacao de pastagem: atualidade e recomendacoes para uso e manejo.., . *R. Bras. Zootec*, v.38, p.98-108, (supl. especial).
- Allen R., L. P. (s.f.). *Evapotranspiración del cultivo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
- Basantes, M. (2010). *Produccion y Fisiologia de cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo*. Quito: Union.
- Basantes, M. (2010). *Produccion y Fisiologia de Cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo*. Quito: Union.
- Chapman, D. y. (1993). Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceed. XVII International Grasslands Congress.*, (págs. pp. 95-104.).
- Colabelli, M. M. (1994). *Relación entre manejo de la defoliación y parámetros de estructura y morfogénesis para gramíneas*. Balcarce: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- Área producción animal.
- Colabelli, M. M. (1998). *El proceso de crecimiento y desarrollo de GRAMÍNEAS forrajeras*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Costa LD N, C. O. (1994). valuación agronómica de accesiones de Panicum maximum en Rondonia. *Pasturas tropicales*, 16 (2): 44-47.
- Davies, A. (1988). *The regrowth of grass swards*. In: *The grass crop*. Ch. 3. London: M.B. Jones y A. Lazenby (Eds).
- Doorenbos, J. y. (1977). Las necesidades de agua de los cultivos. *erie Riego y Drenaje N° 24*, pp 194.
- FAO. (2006). *Guía para la determinación de los requerimientos hídricos de los cultivos. Estudio en riego y drenaje*. Roma: FAO. Obtenido de www.fao.org: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>
- Guzmán, J. (1996). *Pastos y Forrajes: producción y aprovechamiento*. . Caracas: Edit. Espasande.

- Herrera, J., & Gonzalez, F. y. (2010). Coeficientes de cultivo (Kc) del King grass para diferentes épocas del año y edad de la planta. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 19, núm. 1.pp. 44-49.
- Hodgson, J., Bircham, J., Grant, S., & King, J. (1981). The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. *Proceeding of the British Grassland Society occasional symposium*, (págs. 51-61). Nottingham.
- J, E., D, P., & University., P. X. (2007). *Uso de sensores de humedad del suelo para eficientizar el riego*. Texas A & M: Estación: Extensión Cooperativa de Texas:.
- J, P. (1981). Analytical statistics and suggestion parcial purchasing processes. 32-33.
- J., E. (2002). *Pastos y forraje para el trópico colombiano*. Manizales: Universidad de Caldas.
- J., T. N. (1978). Responses of pasture plants to water deficits. In plant relation in pastures. *CSIRO:Melbourne*, 50-66.
- Jara J., y. V. (24 de Octubre de 2014). *Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería*. Obtenido de Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería.: www.fotosintese.net/esp/manejo.html
- Juárez-Hernández J y Bolaños-Aguilar, E. (2007). Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*. 23 , 1-90.
- Lemaire, G. (1985). Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Scrb) pendant l'hiver et le printemps. Effets des facteurs climatiques. *Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée (Festuca arundinacea Scrb) pendant l'hiver et le printemps. Effets des facteurs climatiques*, pp. 96. Caen, Francia: These de Doctorat d'Etat.
- M, V. (1994). Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. *Pasturas Tropicales* 16 , 27-31.
- Manabí., O. d. (2010). *Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental del proyecto de propósito múltiple Chone*. Chone: Gobierno Provincial de Manabi.
- Martinez C A, P. R. (2007). Técnicas de riego deficitario en el cultivo de la vid. *Vida Rural* 444, 17-21.
- Molina, M. y. (2001). *Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica*. San Jose: Union.
- Oliveira, J. (2007). Producto de duas gramíneas tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no Estado do Tocantins. *Tese(Doutorado em Engenharia Agrícola)* (pág. 121). Vicosa: Universidade Federal de Vicosa.

- Pachacama, V. (2012). *Evaluación de cuatro láminas de agua de riego en el manejo del cultivo de frejol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) variedad cargabello, en Guayallabamba*. Sangolqui: Tesis. Ing. Agropecuario.
- PC, M. (1998). Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 32, 1-10.
- Proaño-Saraguro, D. C.-M. (2004). *Cálculo de la evaporación – Método de la Tina. Proyecto "Estudio de métodos de manejo y control del riego en los principales cultivos de la Península de Santa Elena*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Rodríguez, T. y. (2000). Aspectos nutricionales a considerar en el manejo de algunas gramíneas forrajeras en los Llanos Orientales de Venezuela. *FONAIAP-CIAE Anzoátegui, Barcelona. Publicación especial N° 38*, 188.
- Velasco ZME, H.-G. A. (2001). Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.). *Téc Pecu Méx* 39, 1-14.

ANEXOS

Anexo 1. Datos por replica y tratamientos de grosor de tallo

Días	Replicas	Tratamientos			Testigo
		T1	T2	T3	
10 días	I	16	11	10	8
	II	11	11	11	11
	III	11	12	10	11
	IV	11	12	11	11
20 días	I	18	10	8	8
	II	19,5	13	9	8
	III	20	15	8	8,7
	IV	18	18	9	7,5
45 días	I	20	14	7,5	7
	II	19	15	8,5	7,5
	III	20	13	8	8
	IV	21	16	10	7

Anexo 2. Datos por replica y tratamientos de longitud de tallo

Días	Replicas	Tratamientos			Testigo
		T1	T2	T3	
10 días	I	1,07	0,8	0,4	0,76
	II	0,9	0,73	0,8	0,6
	III	0,9	0,6	0,85	0,7
	IV	0,7	0,7	0,6	0,4
20 días	I	1,15	0,66	0,71	0,76
	II	1	0,85	0,8	0,8
	III	1,08	0,9	0,73	0,75
	IV	1,02	0,8	0,78	0,7
45 días	I	1,2	0,9	0,8	0,8
	II	1,18	0,95	0,82	0,82
	III	1,25	1	0,79	0,7
	IV	1,17	0,8	0,81	0,74

Anexo 3. Datos por replica y tratamientos de longitud de hoja

Días	Replicas	Tratamientos			Testigo
		T1	T2	T3	
10 días	I	0,6	0,5	0,48	0,54
	II	0,59	0,6	0,49	0,5
	III	0,61	0,56	0,53	0,48
	IV	0,58	0,59	0,55	0,51
20 días	I	0,62	0,64	0,61	0,55
	II	0,6	0,61	0,5	0,56
	III	0,62	0,59	0,49	0,57
	IV	0,58	0,58	0,52	0,5
45 días	I	0,64	0,63	0,55	0,52
	II	0,63	0,59	0,52	0,56
	III	0,61	0,61	0,48	0,54
	IV	0,6	0,6	0,49	0,51

Anexo 4. Datos por replica y tratamientos del ancho de hoja

Días	Replicas	Tratamientos			Testigo
		T1	T2	T3	
10 días	I	19	18	17	18
	II	19	19	18	17
	III	20	19	18	18
	IV	18	19	18	18
20 días	I	19	18	17	18
	II	19	19	16	17
	III	20	19	18	17
	IV	19	20	18	18
45 días	I	20	19	18	18
	II	19	19	17	18
	III	18	20	17	17
	IV	20	18	18	18

Anexo 5. Datos por replica y tratamientos de biomasa

Replicas	Tratamientos			
	T1	T2	T3	Testigo
I	1,1	1,09	0,7	0,65
II	1,2	1	0,62	0,5
III	1,25	0,95	0,64	0,45
IV	1,15	1,1	0,78	0,6

Anexo 6. Análisis bromatológico de los tratamientos en estudio (INIAP)

Parámetros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	Testigo
Humedad	82,59	83,61	82,74	73,95
Ceniza ¹	17,02	16,57	16,43	16,32
Extracto de etéreo ¹	1,83	1,97	2,08	1,94
Proteína ¹	14,40	15,71	16,94	15,15
Fibra ¹	33,74	38,58	30,87	32,62
Extracto libre de nitrogeno ¹	33,02	27,17	33,69	33,97

¹Ensayos se reportan en base seca

Anexo 7. Análisis bromatológico realizado en los laboratorios INIAP




INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
 Panamericana Sur Km. 1, Cutugueña Tis. 2690691-3007134, Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340

INFORME DE ENSAYO No. 14.205

NOMBRE PARTICIPACION: Ing. Efraim Vera DIRECCION: Perdomo FECHA DE EMISION: 19 de agosto del 2014 FECHA DE ANALISIS: 17 de 18 de agosto del 2014	INSTITUCION: Participa ATERCION: Ing. Efraim Vera FECHA DE RECEPCION: 08 de Agosto del 2014 HORA DE RECEPCION: 9:50:00 ANALISIS SOLICITADO: Proximal
---	---

ANÁLISIS METODIA	HUMEDAD	CENIZAS	F.E.U		PROTEINA		FIBRA		E.L.N.		IDENTIFICACION
			MO. LSAIA 01.04	U. FLORIDA 1970	MO. LSAIA 01.04	U. FLORIDA 1970	MO. LSAIA 01.06	U. FLORIDA 1970	%	%	
14-1469	82.59	17.02	1.83	14.40	33.74	33.02	Pasto alemán T1 10 cbr				
14-1470	83.61	16.57	1.97	15.71	38.68	27.17	Pasto alemán T2 20 cbr				
14-1471	82.74	16.43	2.08	16.94	30.67	33.60	Pasto alemán T3 30 cbr				
14-1472	73.95	16.32	1.94	16.15	32.62	33.97	Pasto alemán Testigr				

LOS ENSAYOS MARCADOS CON Q. SE REPORTAN EN BASE SECA
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

 Dr. Armando Rubio RESPONSABLE DE CALIDAD	 Dr. Kan Samantigo, MSc. RESPONSABLE TECNICO
---	---

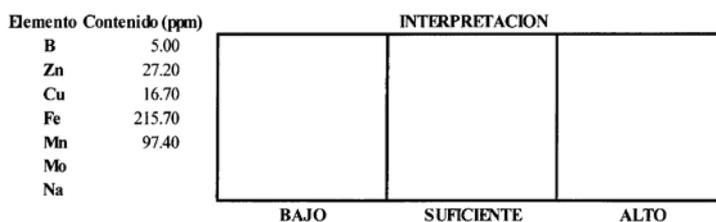
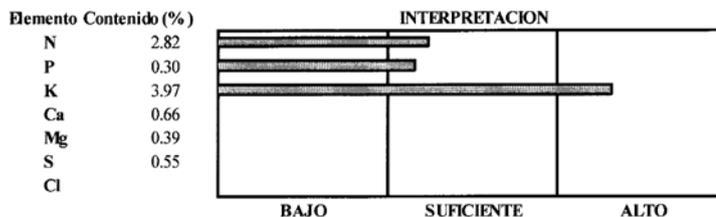
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados, solo están relacionados con el objeto de ensayo.
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la muestra y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo 8. Análisis Foliar del pasto alemán realizado en los laboratorio INIAP

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : EFRAÍN VERA ARTEAGA Dirección : MANABÍ Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : HDA. EL POTOSÍ Provincia : MANABÍ Cantón : CHONE Parroquia : SAN ANTONIO Ubicación :</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo : PASTO Area : Edad del Cultivo : Identificación : PASTO ALEMAN</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : 17.560 N° Muestra Lab. : 24978 Fecha de Muestreo : 02/09/2014 Fecha de Ingreso : 02/09/2014 Fecha de Salida : 16/09/2014</p>



Elemento	Nivel Adecuado (%)
N	2,60 - 3,50
P	0,28 - 0,40
K	2,00 - 3,00
Ca	-
Mg	-
S	-
Cl	-

Elemento	Nivel Adecuado (ppm)
B	-
Zn	-
Cu	-
Fe	-
Mn	-
Mo	-
Na	-


 RESPONSABLE LABORATORIO



18-09-14

Anexo 9. Análisis Foliar del pasto alemán realizado en los laboratorios INIAP

MC-LSAIA-2201-03


INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
 DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
 Paramaricana Sur Km. 1 Culigagua Tlf. 2650691-3007134. Fax. 3007134
 Casilla postal 17-07-340


LSAIA/INCI/EECS

INFORME DE ENSAYO No: 14-106

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Didimo Efraim Vera Arteaga
DIRECCION: Portoviejo
FECHA DE EMISION: 09 de mayo del 2014
FECHA DE ANALISIS: Del 02 al 09 de mayo del 2014

INSTITUCION: Particular
ATENCIÓN: Sr. Didimo Efraim Vera Arteaga
FECHA DE RECEPCION: 28 de abril del 2014
HORA DE RECEPCION: 14h55
ANÁLISIS SOLICITADO: Minerales

ANÁLISIS	HUMEDAD	Ca ⁺⁺	P ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.04	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.03	MO-LSAIA-03.01.03	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1980					
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
14-0747	83.36	0.45	0.37	0.19	3.03	0.11	Pasto Alemán
ANÁLISIS		Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Zn ⁺⁺		
METODO		MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02		
METODO REF.		U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980		
UNIDAD		ppm	ppm	ppm	ppm		
14-0747		6	245	120	21		

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME


Dr. Armando Rubio
 RESPONSABLE DE CALIDAD


Dr. MSC. Iván Samaniego
 -RESPONSABLE TECNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

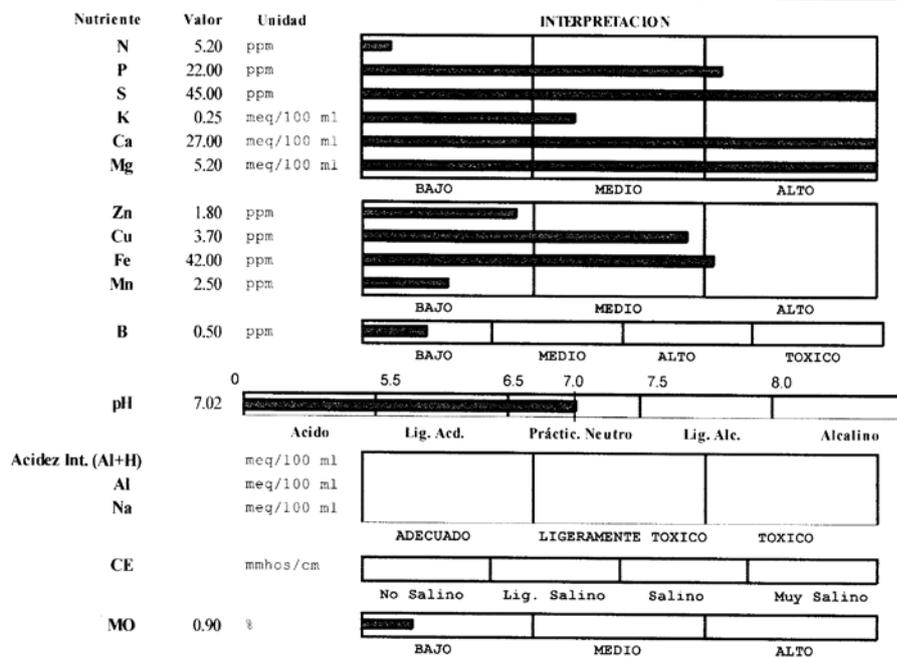
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo 10. Análisis de suelo realizado en los laboratorios INIAP

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

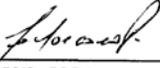
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : EFRAIN VERA LOOR Dirección : MANABI Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : EL POTOSI Provincia : MANABI Cantón : CHONE Parroquia : SAN ANTONIO Ubicación :
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : PASTO Cultivo Anterior : PASTO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA #1	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 35.140 N° Muestra Lab. : 97409 Fecha de Muestreo : 28/04/2014 Fecha de Ingreso : 28/04/2014 Fecha de Salida : 12/05/2014



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena Limo Arcilla	
5,2	20,8	128,8	32,5				


LABORATORIO DPTO. MANEJO DE SUELOS Y AGUAS -LESC
 Telefax 2690-694
 Correo electrónico: labpotosio.dmsa@iniap.gob.ec


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 11. Análisis de salinidad del suelo realizado en los laboratorios INIAP

	
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS Km 1 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Telf. -Fax 2690694 QUITO – ECUADOR	LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS INIAP - E.E.

NOMBRE DEL PROPIETARIO: EFRAÍN VERA LOOR
NOMBRE DEL REMITENTE: EFRAÍN VERA ARTEAGA
NOMBRE DE LA GRANJA: HDA. EL POTOSÍ
LOCALIZACIÓN: SAN ANTONIO CHONE MANABÍ
PARROQUIA: CANTÓN MANABÍ **PROVINCIA:**

FECHA DE MUESTREO : 28/04/2014

FECHA INGRESO AL LABORATORIO: 28/04/2014

FECHA DE SALIDA DE RESULTADOS: 12/05/2014

DETERMINACIÓN DE SALINIDAD EN SUELO

No. de Lab.	IDENTIFICACIÓN	C.E. mmoh/cm	CATIONES milieq./ litro					ANIONES milieq./litro				
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ cation	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	Σ anion
97409	MUESTRA # 1	0.75	4.5	1.4	1.6	0.25	7.75	0.0	2.2	2.5	2.6	7.3

C.E.: Conductividad Eléctrica

TODAS LAS DETERMINACIONES SON REALIZADAS EN EXTRACTO DE SATURACIÓN

Efraín Vera

RESPONSABLE DE LABORATORIO



[Signature]
LABORATORISTA