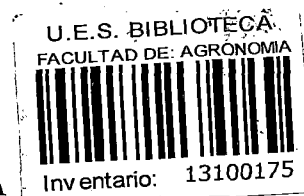


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA



EFECTO DE DIFERENTES INTERVALOS DE RIEGO EN
EL RENDIMIENTO DE FORRAJE DEL PASTO
PANGOLA (Digitaria decumbens, Stent), SAN
LUIS TALPA, LA PAZ

POR:

OTHO LUDWIN ARGUETA RECINOS
MEDARDO ANTONIO LIZANO SANCHEZ
EDWIN ARTURO MOLINA LOPEZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, ENERO DE 1995

TUES
1304
A697ef
1995

001209
Ej 1.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. ROBERTO CAÑAS

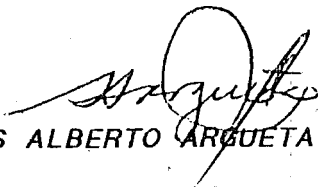
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ
MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. GINO ORLANDO CASTILLO
BENEDETTO.

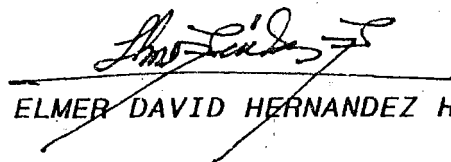
d) Pos La Asistencia de la Fac. de CC. A. A. Enero/95.

JEFE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA:

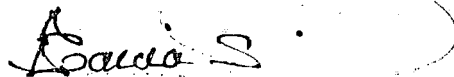


ING. AGR. SABAS ALBERTO ARGUETA PALACIOS

ASESORES:



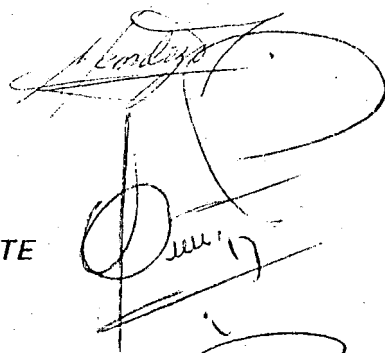
ING. AGR. M. SC. ELMER DAVID HERNANDEZ HENRIQUEZ.



ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS

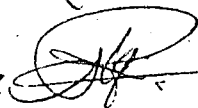
JURADO EXAMINADOR:

ING. AGR. ALIRIO EDMUNDO MENDOZA



ING. AGR. OSCAR RIGOBERTO DUEÑAS PEÑATE

ING. AGR. M. SC. JOSE GABRIEL ROSALES MARTINEZ



RESUMEN

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto del intervalo de riego sobre el rendimiento de forraje del pasto pangola (Digitaria decumbens, STENT). Utilizando el análisis de los elementos de riego, la relación agua-suelo-planta, las experiencias de investigadores y las vividas durante el desarrollo del ensayo, para darle una base científica al objetivo.

El trabajo se realizó del 14 de enero al 15 de junio de 1994, en el Potrero No.2 de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador; cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de la Paz. A una elevación de 40 m.s.n.m, con temperatura promedio de 26.5°C, humedad relativa de 74% y evapotranspiración potencial promedio de 162.5 mm/mes. Los suelos pertenecen al grupo de los regosoles aluviales, con textura de franco-limosa a franco-arenosa.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Constituyendo los tratamientos en estudio los intervalos de riego evaluados así: T1 = Intervalo de riego de 5 días, T2= Intervalo de riego de 7 días (testigo), T3 = Intervalo de riego de 9 días y T4=Intervalo de riego de 11 días. La fertilización nitrogenada se efectuó un día después de cada corte, con una dosis de 640 KgN/Ha/año. Realizando un total de 4 cortes.

Se utilizó el método de riego por aspersión, el cual permite un mejor control y distribución del agua. Se usaron 6 aspersores SENNINGER modelo 4023-2-3/4" F, con boquillas No. 10 y No.6, operando a una presión de 45 PSI, con descarga de 1.59 m³/hr y con marco de 12.0 m entre aspersores (SI) y 12.0 m entre laterales (SM).

Las variables bajo estudio fueron: rendimiento de materia verde (Ton/Ha), rendimiento de materia seca (Ton/Ha), longitud de estolones (cm) y contenido de proteína (%).

También, se registró la tensión húmeda del suelo el día de la aplicación del riego en cada intervalo, durante el tercero y cuarto corte. Además, se obtuvieron los datos de precipitación pluvial durante el ensayo.

El análisis de los resultados obtenidos, indica que la aplicación del riego a intervalo de 5 días, produce mejor rendimiento de materia verde, longitud de estolones y contenido de proteína, pero no así, en el rendimiento de materia seca; y a la vez éste resulta ser el que produce un mayor beneficio.

AGRADECIMIENTOS

Todo triunfo profesional encierra el esfuerzo de muchas personas que directa o indirectamente colaboraron para que este trabajo de investigación se realizara.

A NUESTROS ASESORES:

Ing. Agr. M. SC. Elmer Hernández e Ing. Agr. Ramón García, por sus acertadas observaciones y la ayuda incondicional para la ejecución del ensayo y elaboración de este documento.

AL JURADO EXAMINADOR:

Ing. Agr. Alirio E. Mendoza, Ing. Agr. MSG José G.° Rosales e Ing. Agr. Oscar R. Dueñas por sus valiosas y acertadas observaciones a este trabajo.

AL PERSONAL DE LA ESTACION EXPERIMENTAL:

A personal administrativo, de bodega, riegos y taller de la estación por su apoyo y ayuda para la realización del ensayo. Especialmente a los Ing. Agrs. Pio Estrada y Alarcón, Toño, Pedro, Jesús Aquino, Miguel.

AL PERSONAL DE LA UNIDAD DE QUIMICA:

A todos ellos por su valiosa colaboración y comprensión.

AL CUERPO DOCENTE Y ADMINISTRATIVO

A todos aquellos que nos proporcionaron sus conocimientos y experiencias para culminar nuestra carrera, en especial a los miembros del Departamento de Ingeniería Agrícola y al Sr. Osorio Vargas de la Unidad de Biblioteca.

A LA SEÑORA DELMY BARAHONA DE MELARA:

Por su empeño y dedicación en el mecanografiado del presente documento.

A TODOS GRACIAS.

DEDICATORIA

A DIOS OMNIPOTENTE:

Por darme el don de la vida y la sabiduría que permito que culminara con éxito mi carrera.

A MIS PADRES:

David Otoniel Argueta y Ana Vilma de Argueta, por todo el amor que me han brindado, tan sabios consejos y el apoyo incondicional que me dan. Padres los Amo Mucho.

A MI ESPOSA JOSEFINA:

Por formar parte de mi vida y por estar siempre a mi lado cuando mas te necesitaba. Fina mi niña Pechocha te amo, gracias por tan hermosa niña que me diste.

A MI HIJA ANA ERIKA:

Por llenar de alegría nuestras vidas y por ser la luz que me impulsa a seguir adelante. Mi nena linda te amo y gracias a tí, amo mucho más a tu mamá.

A MIS SUEGROS:

Rufino Burgos y Angela Espinoza de Burgos: que ayudaron a la realización de este trabajo.

A MIS ABUELOS, TIOS, PRIMOS Y CUÑADOS:

Que siempre me brindaron el apoyo moral para seguir adelante y lograr mis objetivos.

A MIS COMPAÑEROS:

Por brindarme su amistad de una forma desinteresada y por apoyarme a lo largo de mis estudios.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Gracias por la formación académica y ser mi segundo hogar.

Finalmente al heroico pueblo de Santa Ana.

OTHO LUDWING.

DEDICATORIA

Con este trabajo finaliza una faseta de mi vida, que es el resultado del esfuerzo no solo mío, sino también el de otras personas que incondicionalmente me ofrecieron su apoyo y a ellos dedico este trabajo.

A MI PADRE:

Ricardo Lizano, por su apoyo inagotable durante toda mi vida y a quien se deben todos mis logros pasados, presentes y futuros.

A MI ABUELA:

María Lizano (Q.D.D.G.) por su apoyo y bendiciones a mis desiciones.

A MI MADRE:

Clara Luz Sánchez, por todo su apoyo moral durante mi vida.

A MI HERMANA Y SOBRINA:

Dinabel y Alice por darme apoyo y felicidad para culminar este esfuerzo de todos.

A MI HERMANO:

Oswaldo Lizano por apoyar inagotablemente mi trabajo y por estar siempre que lo necesito.

A MI FAMILIA:

Marina Lizano, Carlos Lizano, Roxibel, Lillian, Jhonny y a toda la familia Lizano y Sánchez que me dieron su apoyo para culminar mi carrera.

A MIS COMPAÑEROS Y DOCENTES:

A los que proporcionaron sus conocimientos sin recelo y a los que siempre estuvieron conmigo: Edwin, Cecy, Otho, Javier, Beatriz, Ricardo, Marin, Douglas, Elmer, Noches, Salvador, Leyla, Nelson, Mauricio, Boris, Oscar, Francisco, Roberto, Roger y a todos los que escapan de mi mente en este momento. Gracias.

MEDARDO A. LIZANO.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a:

DIOS TODOPODEROSO:

Por darme el Don de la vida, sabiduría e iluminarme siempre. A él sea la Gloria, Honra y Honor.

A MIS PADRES:

Adán López (Q.D.D.G.) y Rosario Molina: por brindarme el apoyo y darme amor en momentos de flaquezas. Gracias y Dios les Bendiga.

A MI ESPOSA CECILIA:

Por estar junto a mi en los buenos y malos momentos, por sus consejos tan sabios y por su amor incondicional. Cecy te amo y Dios te dé larga vida.

MIS HERMANOS:

Wilbar y Osiris: por su ayuda incondicional a lo largo del estudio de mi carrera.

A MI SOBRINO:

Erick Esau por darme muchas alegrías y por ayudarme en los desvelos.

A MIS SUEGRAS INES A. VARGAS Y JUANA VARGAS:

Por su amor y palabras de ánimo en esos momentos difíciles.

MIS TIOS, PRIMOS, CUÑADOS Y DEMAS FAMILIA:

Por darme ánimos que ayudaron a culminar mis estudios.

MIS HERMANOS EN LA FE:

Por sus sabios consejos, que en el Señor los Bendiga.

MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS Y AMIGOS:

Por su amistad, el compartir gratos momentos a lo largo de la carrera y por los desvelos antes de los exámenes parciales.

BIENESTAR UNIVERSITARIO:

Como agradecimiento por la ayuda monetaria recibida a través de la beca otorgada, sigan adelante.

LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Por formarme como profesional.

QUE DIOS LES BENDIGA:

EDWIN ARTURO.

I N D I C E

	<i>Página</i>
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	xix
INDICE DE FIGURAS.....	xxvii
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del pasto pangola.....	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	3
2.1.3. Condición climática y edáficas.....	4
2.1.3.1. Temperatura para el crecimiento.....	4
2.1.3.2. Altitud.....	4
2.1.3.3. Precipitación.....	4
2.1.3.4. Suelos.....	4
2.1.4. Manejo del cultivo.....	5
2.1.4.1. Preparación del suelo.....	5
2.1.4.2. Rehabilitación.....	5
2.1.4.3. Fertilización de establecimiento.....	6
2.1.4.4. Fertilización de mantenimiento..	6
2.1.4.5. Epocas de pastoreo.....	7

	<i>Página</i>
2.2. El riego.....	7
2.2.1. Generalidades.....	7
2.2.2. Historia del riego.....	8
2.2.3. Método de riego.....	8
2.2.4. Riego por aspersión.....	9
2.2.4.1. Generalidades.....	9
2.2.4.2. Descripción.....	10
2.2.4.3. Equipo motobomba.....	10
2.2.4.4. Las tuberías.....	10
2.2.4.5. Los accesorios.....	10
2.2.4.6. Aspersores.....	11
2.2.5. Adaptación del riego por aspersión.....	11
2.2.5.1. Cultivos.....	11
2.2.5.2. Topografías.....	11
2.2.5.3. Suelos.....	11
2.2.5.4. Caudal.....	12
2.2.6. Ventajas del riego por aspersión.....	12
2.3. Riego en pastos.....	12
2.3.1. Métodos de riego utilizados en pasturas.	13
2.3.2. Manejo de pastos bajo riego.....	14
2.3.2.1. Riegos de establecimientos de pasturas.....	14
2.3.2.2. Riegos de mantenimiento y pas- toreo.....	14

	<i>Página</i>
2.3.2.3. Fertilización de pastos bajo riego.....	16
2.4. Relación agua-suelo-planta.....	16
2.4.1. Efecto de la tensión hidráulica sobre el pasto.....	17
2.5. Investigaciones realizadas sobre el efecto del riego en el rendimiento de los pastos.....	18
3. MATERIALES Y METODOS.....	20
3.1. Ubicación temporal y espacial.....	20
3.2. Topografía y condiciones edáficas.....	20
3.3. Condiciones climáticas.....	20
3.4. Diseño estadístico.....	21
3.4.1. Modelo matemático.....	21
3.4.2. Tratamientos.....	22
3.4.3. Variable bajo estudio.....	22
3.4.3.1. Rendimiento de materia verde..	22
3.4.3.2. Rendimiento de materia seca....	22
3.4.3.3. Longitud de estolones.....	23
3.4.3.4. Contenido de proteína.....	24
3.5. Propiedades del suelo.....	24
3.5.1. Densidad aparente.....	24
3.5.2. Capacidad de campo.....	25
3.5.3. Punto de marchitez permanente.....	26
3.5.4. Infiltración básica.....	27

	Página
3.6. Características del cultivo.....	27
3.6.1. Profundidad radicular.....	27
3.6.2. Máximo uso consuntivo.....	28
3.7. Lámina máxima.....	28
3.8. Lámina de reposición.....	29
3.9. Lámina bruta de riego.....	30
3.10. Porcentaje de agotamiento.....	31
3.11. Intensidad de aplicación.....	31
3.12. Tiempo de riego.....	32
3.13. Tensión de humedad del suelo.....	33
3.14. Manejo del cultivo.....	34
3.14.1. Riego.....	34
3.14.1.1. Pérdidas de presión.....	35
3.14.2. Cortes o cosecha.....	39
3.14.3. Fertilización.....	39
3.14.4. Control de malezas.....	39
3.15. Análisis económico.....	40
3.15.1. El presupuesto parcial.....	40
3.15.1.1 Costos variables.....	40
3.15.1.2 Costos fijos.....	41
3.15.1.3 Beneficio bruto.....	42
3.15.1.4 Utilidades netas.....	42
3.15.2. El análisis usando residuos.....	43
4. RESULTADOS.....	44
4.1. Rendimiento de materia verde.....	45

	<i>Página</i>
4.2. Rendimiento de materia seca.....	53
4.3. Longitud de estolones.....	60
4.4. Contenido de proteínas.....	67
4.5. Análisis económico.....	75
5. DISCUSION DE RESULTADOS.....	76
5.1. Efecto sobre el rendimiento de materia verde..	76
5.2. Efecto sobre el rendimiento de materia seca...	77
5.3. Efecto sobre la longitud de estolones.....	79
5.4. Efecto sobre el contenido de proteína.....	80
5.5. Análisis económico.....	81
6. CONCLUSIONES.....	82
7. RECOMENDACIONES.....	84
8. BIBLIOGRAFIA.....	85
9. ANEXOS.....	90

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
1	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en el primer corte.....	48
2	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en el segundo corte.....	49
3	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en el tercer corte.....	50
4	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en el cuarto corte.....	51
5	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en los distintos cortes.....	52

Cuadro

Página

6	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en el primer corte.....	55
7	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en el segundo corte.....	56
8	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en el tercer corte.....	57
9	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton.Ha), en el cuarto corte.....	58
10	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en los distintos cortes.....	59
11	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en el primer corte.....	62

Cuadro

Página

12	<i>Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en el tercer corte.....</i>	63
13	<i>Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en el tercer corte.....</i>	64
14	<i>Análisis de varianza desglosado en ortogonamiento para longitud de estolones (cm), en el cuarto corte.....</i>	65
15	<i>Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en los distintos cortes.....</i>	66
16	<i>Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en el primer corte.....</i>	70
17	<i>Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en el segundo corte.....</i>	71

Cuadro

Página

18	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteínas (%), en el tercer corte.....	72
19	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en el cuarto corte.....	73
20	Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en los distintos cortes.....	74
A-1	Tensión de humedad promedio y sus respectivos porcentajes, registrados en el día de la aplicación del riego.....	91
A-2	Registro decádico y promedio de décadas de los elementos climáticos durante el período de realización del ensayo en su fase de campo.....	92
A-3	Análisis fitopatológico de muestra de pasto pangola (<i>Digitaria decumbens</i> , STENT).	93

Cuadro

Página

A-4	Rendimiento de materia verde en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT) para el primer corte.....	94
A-5	Rendimiento de materia verde en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el segundo corte.....	94
A-6	Rendimiento de materia verde en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT) para el tercer corte.....	95
A-7	Rendimiento de materia verde en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT) para el cuarto corte.....	95
A-8	Rendimiento promedio de materia verde en Ton/Ha de pasto pangola(<u>Digitaria decumbens</u> , STENT) para los cuatro cortes.....	96
A-9	Rendimiento de materia seca en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el primer corte.....	96

Cuadro

Página

A-10	Rendimiento de materia seca en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el segundo corte.....	97
A-11	Rendimiento de materia seca en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria Decumbens</u> , STENT), para el tercer corte.....	97
A-12	Rendimiento de materia seca en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el cuarto corte.....	98
A-13	Rendimiento promedio de materia seca en Ton/Ha de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para los cuatro cortes.....	98
A-14	Longitud de estolones en cm de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT) para el primer corte.....	99
A-15	Longitud de estolones en cm de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el segundo corte.....	99

Cuadro

Página

A-16	Longitud de estolones en cm de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el tercer corte.....	100
A-17	Longitud de estolones en cm de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el cuarto corte.....	100
A-18	Longitud de estolones en cm de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para los cuatro cortes.....	101
A-19	Contenido de proteína total en % de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el primer corte.....	101
A-20	Contenido de proteína total en % de pasto pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el segundo corte.....	102
A-21	Contenido de proteína total en % de Pasto Pangola (<u>Digitaria decumbens</u> , STENT), para el tercer corte.....	102

Cuadro

Página

A-22	Contenido de proteína total en % de Pasto Pangola (<i>Digitaria decumbens</i> , STENT), para el cuarto corte.....	103
A-23	Contenido promedio de proteína total en % de Pasto Pangola (<i>Digitaria decumbens</i> , STENT), para los cuatro cortes.....	103
A-24	Información general para el presupuesto parcial.....	104
A-25	Presupuesto parcial.....	107
A-26	Análisis económico usando residuos.....	108
A-27	Calendario de riego y actividades realizadas, para los diferentes tratamientos estudiados. Estación experimental y de prácticas "La Providencia", 1994.....	109

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	<i>Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el primer corte.....</i>	48
2	<i>Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el segundo corte.....</i>	49
3	<i>Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el tercer corte.....</i>	50
4	<i>Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el cuarto corte.....</i>	51
5	<i>Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante los cuatro cortes.....</i>	52

Figura

Página

6	<i>Rendimiento promedio de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el primer corte.....</i>	55
7	<i>Rendimiento promedio de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el segundo corte.....</i>	56
8	<i>Rendimiento promedio de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el tercer corte.....</i>	57
9	<i>Rendimiento promedio de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el cuarto corte.....</i>	58
10	<i>Rendimientos promedios de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante los cuatro cortes.....</i>	59
11	<i>Longitud promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamiento durante el primer corte.....</i>	62

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
12	Longitud promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamiento durante el segundo corte.....	63
13	Longitud promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamiento durante el tercer corte.....	64
14	Longitud promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamiento durante el cuarto corte.....	65
15	Longitudes promedios de estolones (cm) para los diferentes tratamientos durante los cuatro cortes.....	66
16	Contenido promedio de proteína (%) para los diferentes tratamientos durante el primer corte..	70
17	Contenido promedio de proteína (%) para los diferentes tratamientos durante el segundo corte.	71
18	Contenido promedio de proteína (%) para los cuatro diferentes tratamientos durante el tercer corte.....	72

Figura

Página

19	Contenido promedio de proteína (%) para los cuatro diferentes tratamientos durante el cuarto corte.....	73
20	Contenidos promedios de proteína (%) para los diferentes tratamientos durante los cuatro cortes.....	74
A-1	Plano de distribución de tratamientos.....	110
A-2	Parcela y área útil de muestreo.....	111
A-3	Plano de distribución de tubería y área bajo riego evaluada.....	112
A-4	Plano de ubicación del ensayo en el campo experimental y de prácticas de la facultad de Ciencias Agronómicas.....	113

1. I N T R O D U C C I O N

Los pastos ocupan casi la mitad del territorio salvadoreño (21), pero debido a que existen dos épocas climáticas bien marcadas, que son la época lluviosa y la época seca; solo un pequeño porcentaje del área ocupada por pastos se utiliza durante las dos épocas.

En la época seca, la mayoría de los pastos cultivados presentan bajos rendimientos y baja calidad nutritiva; debido al mal manejo que los ganaderos realizan, ya que las técnicas de fertilización, riego y época de corte son aplicadas en forma no eficiente, por lo que no llenan los requerimientos nutritivos exigidos por el ganado, lo que provoca la necesidad de un aumento en la alimentación suplementaria, elevándose por lo tanto sus costos de producción.

La disponibilidad de agua en el suelo, juega un papel importante en el comportamiento de la producción, y es aún mayor su papel durante la época seca; por tal razón, es necesario aplicar el agua en el momento adecuado y en las cantidades requeridas, a fin de satisfacer las exigencias hídricas presentadas por el pasto y evitar que gaste energía en la extracción de agua, energía que puede ser usada en la producción de forraje.

Por lo que es necesario realizar investigaciones encaminadas a determinar el momento óptimo para aplicar el riego y en las cantidades suficientes, que permitan un incremento en el rendimiento de forraje y contenido proteico de

los pastos. Investigaciones muy necesarias dada su carencia en nuestro país.

En este ensayo se evaluó el efecto de cuatro intervalos de riego (5,7,9 y 11 días), sobre el rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca, longitud de estolones y contenido de proteína del pasto pangola (Digitaria decumbens, STENT). Para determinar cual de estas produce un mejor efecto en las variables estudiadas y a la vez resulte ser el que produce un mayor beneficio.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del pasto Pangola

2.1.1. Origen

El pasto Pangola (Digitaria decumbens, STENT), es originario de Transvaal, Africa del Sur; y se le dió el nombre de "Pangola", por el río de donde se obtuvo el material de siembra llevado a los Estados Unidos. Aunque este pasto como la mayoría de los híbridos interespecíficos, es estéril; resultado de irregularidades meióticas que llevan a gametos desbalanceados y a polen abortivo; no se ha definido su origen. Lo que si se asegura es que se reproduce únicamente en forma vegetativa (27).

2.1.2. Clasificación taxonómica

La Clasificación taxonómica del pasto Pangola se explica de la manera siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Tracheophyta
Subdivisión	:	Pteropsida
Clase	:	Angiosperma
Sub-clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Graminales
Familia	:	Graminea
Sub-familia	:	Panicoideas
Género	:	<u>Digitaria</u>
Especie	:	<u>decumbens</u> (27)

2.1.3 Condiciones climáticas y edáficas

2.1.3.1 Temperatura para el crecimiento

Las temperaturas donde crece oscilan entre 25°C y 40°C (31). Según ROBLES (27), la temperatura óptima está entre 25°C-30°C y la mínima es de 18°C.

2.1.3.2 Altitud

Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.000 m.s.n.m., pero a partir de los 1.200 m.s.n.m. la producción disminuye (27). Según SKERMAN, P.; RIVEROS, F. (31), en Hawaii crece hasta los 1.500.m.s.n.m.

2.1.3.3. Precipitación

Según ROSSELL y WEBB, citados por SKERMAN y RIVEROS (31), el nivel de precipitaciones es de 909 a 1.967 mm, pero está más adaptado a las precipitaciones de las zonas costeras que oscilan entre los 1.000 y los 1.200 mm/año.

Además ROBLES (27), reporta que se adapta a regiones con alrededor de 600 a 2.000 mm de precipitación pluvial por año, y resiste bien las sequías, si ya está establecido pero su crecimiento es más lento (27,31).

2.1.3.4 Suelos

El pasto Pangola crece en un amplio espectro de suelos, desde arenas húmedas hasta arcillas pesadas. Alcanza el mejor desarrollo y productividad en los suelos franco arenoso y franco arcillosos, sobre todo que estén bien drenados (27, 31).

2.1.4 Manejo del cultivo

2.1.4.1 Preparación del suelo

Preparación del suelo para establecimiento de acuerdo a SKERMAN (31): se requiere una aradura inicial o alterar la tierra de otra forma, para que los estolones puedan incorporarse a un suelo suave.

LEON, R. (19), menciona que es conveniente dar especial atención a la preparación del terreno para establecer un zacate de pastoreo intensivo en terrenos de riego o de humedad.

Esta preparación debe iniciarse con labores de arado, seguidas de repetidos pasos de rastra de discos o de dientes, para romper los terrones y dejar una superficie mullida (19, 27).

No se debe de arar el terreno cuando esté muy húmedo, debe hacerse cuando el suelo se desmorone fácilmente, caso contrario se le daña su condición física, formándose terrenos que son difíciles de desbaratar (26).

2.1.4.2 Rehabilitación

Cuando los pastos se vuelven improductivos se tiene la necesidad de rehabilitarlos, o a veces de una nueva siembra.

Estudios realizados por RODRIGUEZ, citado por ESPINOZA (9), determinan que cuando un terreno ha sido pastoreado durante varios años, el suelo se ha compactado.

Además, ESPINOZA (9), en su ensayo sobre "Rehabilitación de potreros de pasto Pangola (Digitaria decumbens) con equipo

agrícola, en la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador", presenta como resultados, que el tratamiento con subsuelo pasado a 50 cms de profundidad y un paso de rastra, produjo mejores rendimientos, pues se rompió el piso de arado y le proporcionó al suelo mayor retención de humedad, aereación, permitiendo un mejor enraizamiento y el paso de rastra mulló el suelo y mejora la distribución del material vegetativo.

2.1.4.3 Fertilización de establecimiento

Esta fertilización persigue corregir el desbalance de nutrientes en el suelo, en el momento de establecer un cultivo (35).

Según HUGHES, citado por VAZQUEZ, A.; VILLALTA UMAÑA, M. (35), que para el buen establecimiento de pasto Pangola es necesario una fertilización con una fórmula de elementos mayores.

2.1.4.4 Fertilización de mantenimiento

Esta tiene como finalidad devolver al suelo los nutrientes que han sido extraídos por los pastos, y que a la vez han sido removidos del suelo al cosechar la producción, y de esta manera mantener los nutrientes necesarios para el buen desarrollo de los cultivos (35).

VAZQUEZ CARCAMO y VILLALTA UMAÑA (35), recomiendan utilizar 200 Kg/Ha. de Nitrógeno en pasto Pangola, distribuidos de la siguiente manera: 40% para el establecimiento y 60 durante el resto de la época lluviosa.

2.1.4.5. Epocas de Pastoreo

El Pangola es un pasto que se maneja bajo pastoreo rotativo, obteniendo altas ganancias tanto en la producción de carne como de leche, sin embargo, no debe pastorearse hasta que esté bien establecido, por lo que el primer pastoreo debe hacerse a los tres meses después de la siembra, con carga animal liviana; luego se puede hacer rotaciones según el sistema utilizado, pero en general se puede hacer rotar el ganado cada 21 días, tiempo suficiente para que el pasto acumule cantidades nutrientes suficientes y prolongar la vida del pastizal. Es decir que a los 21 días se recomienda la entrada del pastoreo; ya que entre los 21-30 días, el pasto posee el 65% de digestibilidad, y si se pasa de los 30 días, baja la digestibilidad a un 55% ^{1/}

2.2. El riego

2.2.1 Generalidades

El riego es una práctica de aplicación artificial del agua a los cultivos, empleada por el hombre para lograr un incremento en la producción (16).

Según MENDOZA, A. (22), el riego, se define como, las diferentes prácticas que el hombre ha ideado para la aplicación adecuada del agua a los terrenos cultivados.

^{1/} GARCIA SALINAS, R.A. 1992. El pasto Pangola. San

Salvador, Universidad de El Salvador (Correspondencia personal).

Mientras que GONZALEZ, R., citado por ALVAREZ, E.; GRANADOS, N.; ROSALES, O. (2), lo define como la aplicación artificial del agua al suelo en forma racional, con el objetivo de reponer la humedad esencial para que los cultivos se desarrollen en forma óptima, sin problemas de escasez de agua y para ISRAELSEN, citado por los mismos autores (2), el riego es la aplicación artificial de agua, al suelo con el propósito de suplir la humedad esencial para el crecimiento de las plantas.

2.2.2 Historia de riego

El suministro de agua a los cultivos es una práctica que el hombre ha desarrollado desde tiempos antiguos, desde los tradicionales métodos de inundación de los egipcios hasta los modernos sistemas presurizados que se usan en Estados Unidos e Israel (14).

Se estima que actualmente existen una 35,000 Ha bajado riego en El Salvador, que representa el 13% del potencial regable existente 2/.

2.2.3 Métodos de riego

Cuando se habla de métodos, se refiere al modo de aplicación del agua al suelo. En general los métodos pueden variar según las condiciones de suelo y topografía existente, tipo de cultivo, agua disponible, preparación del terreno y prácticas culturales (1).

La selección del método de riego que más conviene el agricultor lleva implícito un análisis de las características del cultivo y de las condiciones en que éste se desarrollará (2).

Existen una serie de métodos de riego, dentro de los cuales se dividen en: superficiales, subsuperficiales, por aspersión, por goteo y por microaspersión. 2/

2.2.4 Riego por aspersión

2.2.4.1 Generalidades

Mediante el riego por aspersión, el agua se aplica al suelo simulando la lluvia natural, o sea, fraccionando el caudal en innumerable cantidad de gotas, que se infiltran en el terreno al tiempo que alcanza la superficie del mismo. Se trata de un sistema mecanizado, que asegura un preciso control de la lámina de agua aplicada y ajuste a las condiciones edafoclimáticas y de cultivo; y además, permite una adecuada tecnificación de la práctica del riego (3).

El riego por aspersión, es el sistema de aplicar el agua al suelo en forma rociada, a veces como lluvia ordinaria. Se ha encontrado muy práctico, ya que simula a precipitaciones finas pero intensas, que caeran sobre las plantas en un modo regular cada cierto número de días; es la imitación humana de la lluvia natural (24).

2/ MENDOZA, A.E. 1993. *Métodos de riego*, San Salvador, El Salvador, Technoserve (Comunicación Personal).

2.2.4.2 Descripción

Según WITHERS, B., citado por ALVAREZ, E.; GRANADOS N.; ROSALES, O. (2), un sistema de riego por aspersión, consiste básicamente en una fuente de agua, una unidad de bombeo, un sistema de tuberías de conducción y un sistema mediante el cual se asperja el agua.

Las partes constituyentes de un riego por aspersión son: la bomba o motobomba, tubería principal, tubería lateral, accesorios y aspersores (3).

2.2.4.3 Equipo motobomba

El equipo motobomba tiene por fin aspirar el agua desde la fuente de provisión e impulsarla a través del sistema. Dado que para el funcionamiento de los aspersores se requiere presión, la bomba crea la necesaria para ello (3).

2.2.4.4 Las tuberías

Las tuberías de un sistema de riego por aspersión, la integran los conductos cilíndricos que conducen el agua desde la bomba hasta los aspersores (3).

2.2.4.5 Los accesorios.

Los accesorios del sistema de riego son los acoples, reductores, uniones, codos, tapones, elevadores, manómetros, etc. (3).

2.2.4.6 Aspersores

Son los dispositivos de aplicación de agua mediante el fraccionamiento del causal transportado en las tuberías, y pueden ser de dispersión y de largo alcance; de alta, mediana y baja presión (22).

2.2.5 Adaptación del riego por aspersión

El riego por aspersión se emplea en una diversidad de cultivos y condiciones naturales (3).

2.2.5.1 Cultivos

Con éste sistema pueden regarse en forma eficiencia cultivos, tales como: Frutales, hortalizantes, cereales y forrajes (1).

2.2.5.2 Topografía

El riego por aspersión se adapta a terrenos de topografía irregular, ondulados y de pendientes pronunciadas (3).

2.2.5.3 Suelos

Se adapta muy bien en suelos pocos profundos, en los cuales no pueden realizarse trabajos de nivelación y deben aplicarse reducidas láminas de agua en cada riego; también en los suelos con alta velocidad de infiltración con grandes pérdidas por percolación donde otro sistema de riego como el superficial tendría poca adaptación (3).

2.2.5.4 Caudal

Caudales reducidos y disponibles en forma continua o durante un elevado número de horas al día, permiten la utilización del riego por aspersión (22).

2.2.6 Ventajas del riego por aspersión

Los terrenos con topografía irregular se pueden regar con un mínimo de nivelación, además, se elimina la escorrentía y la erosión del suelo; se evita la pérdida en suelos arenosos; permite un mayor aprovechamiento del agua, y también se usa para protección contra heladas y control de temperatura (3).

2.3. Riego en Pasto

En un clima húmedo/seco tropical como en Centroamérica, los pastos pueden abundar durante la época lluviosa y ser escasos y hasta inexistentes durante la época seca.

En condiciones de época seca, el manejo del ganado es esencialmente para sobrevivir. El riego es el único medio para obtener cualquier producción real (3).

En los trópicos, el riego posibilita mantener pastos verdes y cultivos forrajeros durante todo el año (16).

Los principios para la explotación de pastos bajo riego son prácticamente los mismos que para pasturas con humedad proporcionada por las lluvias naturales, y la única diferencia reside en como obtener el agua para riego en forma satisfactoria (30).

Según SEMPLE (30), el ritmo de producción es más uniforme y puede ser mayor, debido a que el agua se suministra regularmente y en cantidades que satisfacen al máximo las necesidades de las plantas; permitiendo un crecimiento uniforme, simplificando el manejo y evitando la demanda de pasturas temporales y/o alimentos suplementarios, que se suelen producir como consecuencia de un período de sequía.

La productividad de los pastos con riego se han expresado en rendimientos de forraje, principios nutritivos digestibles totales, capacidad de sostenimiento de animales, aumento de peso vivo y producción de leche (19).

2.3.1 Métodos de riego utilizado en pasturas

El pastos, los métodos de riego más utilizados son: El riego por gravedad y el riego por aspersión. Pero de estos el más apropiado para un potrero es la aspersión; ya que permite una mejor distribución y aprovechamiento del agua por las plantas. (20). Debido a que los campos no requieren nivelación y puede ser utilizado en terrenos ondulados o de poca profundidad. Es un método altamente eficiente para regar suelos arenosos con alta velocidad de infiltración, reduciendo el peligro de erosión; además el sistema de aspersión proporciona mejor distribución del agua que los otros métodos (34).

2.3.2 Manejo de pastos bajo riego.

En el manejo de este tipo de pastura es muy importante la sincronía entre el riego y pastoreo; además, de una correcta fertilización (34).

2.3.2.1 Riegos de establecimiento de pasturas

El primer objetivo después de plantar una postura es manejar las nuevas plantas, para que estas se establezcan firmemente (34).

A las nuevas pasturas no debe faltarle agua. Durante los primeros 20 a 30 días; se riega con suficiente frecuencia para prevenir el secado de la superficie del suelo y después de todo para mantener la zona radical húmeda. Cinco riegos son usuales para un completo establecimiento (34).

El primer riego debe humedecer solo algunas pulgadas de la superficie, con una pequeña cantidad de agua para evitar disturbar el suelo (34).

Se debe dar a las nuevas pasturas suficiente tiempo para llegar a establecerse completamente antes de iniciar el pastoreo regular (34).

2.3.2.2. Riegos de mantenimiento y pastoreo

La frecuencia de riego depende de las características del suelo, la planta y el clima. Generalmente los pastos consumen cerca de 6.25 mm/día de agua, pero pueden usar 8.3 mm/día en

condiciones secas y calientes. En suelos arenosos se requiere mayor frecuencia y riegos más livianos que en suelos de textura fina. Los riegos durante los períodos de consumo pico, deben ser tan frecuentes como de 7 a 10 días en suelos francos y de 4 a 5 días en suelos arenosos (34).

Se debe aplicar agua antes que la humedad disponible en la zona radicular, ha sido reducida al 50% de la capacidad de retención (34). Según HUGHES, (15) por regla general, debe aplicarse agua cuando ha sido extraída de la mayor parte de la zona radical el 75% aproximadamente de la humedad aprovechable. Bajo condiciones medias del verano, en las regiones calurosas y secas de California, suele ser necesario regar cada 10 días.

Puede necesitarse un riego más frecuente en suelos salinos o poco profundos, o los de lenta infiltración durante los períodos de humedad baja o de temperaturas altas, o en especies cuyo sistema radicular profundice poco. Por el contrario, las especies de raíces profundas, en suelos profundos, bien drenados y no salinos, necesitan riego menos frecuentes (15).

Nunca se riega mientras el ganado está pastando, por lo que se rotan las pasturas de tal manera que el agua de riego pueda ser aplicada inmediatamente después, que el ganado ha sido retirado del potrero (34).

Esto indica una sincronía entre el riego y el aprovechamiento, de manera que el ganado tenga siempre acceso a parcelas oreadas y en su momento óptimo para el consumo (20).

2.3.2.3. Fertilización de pastos bajo riego.

Los pastos con riego suelen responder mejor, a las aplicaciones fuertes de fertilizantes que los pastos no regados. Generalmente se usan mayores dosis de nitrógeno que en los pastos no regados (15).

Los pastos son altos consumidores de nitrógeno. Ellos usualmente responden favorablemente, tanto en volumen como en contenido de proteína, al nitrógeno de los fertilizantes minerales. Las aplicaciones fraccionadas de nitrógeno durante la estación de crecimiento son las más eficientes. Aplicaciones altas de nitrógeno, sin embargo, pueden interferir con las leguminosas en socios pasto-leguminosa, porque estas responden más a las aplicaciones de fósforo (34).

2.4 Relación agua-suelo-planta

Las principales relaciones suelo-planta-agua, que hay que tomar en cuanto son: La capacidad del suelo para retener agua fácilmente utilizable (la que se encuentra entre capacidad de campo y punto permanente de marchitez), la profundidad de alcance del sistema radical del pasto, la rapidez de la pérdida de agua por evaporación superficial y por transpiración (etc), la lluvia efectiva, y la relación entre el contenido de agua del suelo y el crecimiento de las plantas forrajeras (15).

2.4.1 Efecto de la tensión hídrica sobre el pasto

La tensión hídrica suele tener múltiples efectos sobre el crecimiento de las plantas. La reducción de la fotosíntesis, del transporte de carbohidratos y reguladores de crecimiento, y el trastorno del metabolismo nitrogenado, se suman a los efectos de una turgencia menor para reducir el crecimiento por efecto de una tensión hídrica creciente. A su vez, la reducción del crecimiento significa una reducción de la superficie fotosintetizadora, lo que reduce la cantidad relativa de los carbohidratos disponibles para el crecimiento (18).

La división celular parece encontrarse menos afectada por el déficit hídrico, que el alargamiento de la célula; ya que los déficit hídricos afectan la síntesis de los materiales de las partes celulares (28).

La reducción de la fotosíntesis que se produce en las plantas sometidas a tensión hídrica suele atribuirse al cierre de los estomas; esto se respalda por el hecho de que la transpiración y la fotosíntesis se reducen más o menos en el mismo grado. Además la tensión hídrica restringe uno de los reactivos de la fotosíntesis o sea, el agua (28).

La conductividad hidráulica y la capacidad difusiva de los iones, se reduce con la disminución de la humedad del suelo, por lo que las plantas quedan expuestas a la deshidratación y escasez mineral; a menos que el suelo recupere suficiente cantidad de agua (28).

No hay un nivel definido de tensión de humedad al cual los pastos comienzan a resentirse (28).

La alta eficiencia fotosintética de los pastos y el desarrollo total de su potencial de materia seca, sólo puede alcanzarse cuando la humedad y la disponibilidad de nutrientes no son factores limitantes (33).

2.5 ^{*} Investigaciones realizadas sobre el efecto del riego en el rendimiento de los pastos

En Guatemala, MENENDEZ CHAVARRIA, L.A. investigó la respuesta del pasto Napier (Pennisetum purpureum) a diferentes regímenes de humedad y niveles de fertilización. Los niveles de humedad en % flexión (agotamiento) evaluados fueron: 20, 40, 60, 80% con niveles de nitrógeno de 0, 250 y 500 KgN/Ha/año. Los resultados revelan que no existen diferencia significativa entre los niveles de humedad en los rendimientos de materia verde y materia seca, pero si hubo diferencia estadística en el rendimiento de proteína. En los dos cortes del ensayo los niveles de humedad del 60 y 80% de flexión, en presencia de 500 KgN/Ha/año superaron a los otros tratamientos en la producción de materia verde, materia seca y proteína (23).

En El Salvador, un experimento en el distrito de riego y avenamiento de Atiocoyo evaluó la producción de pasto Pangola (Digitaria decumbens, STENT) bajo riego por aspersión y superficie, y 4 niveles de nitrógeno de 0, 100, 200 y 300 Kg N/Ha/año. Los incrementos de nitrógeno produjeron aumentos en el rendimiento de materia verde, materia seca y proteína siendo superior el nivel de 300 KgN/Ha/año, los métodos de riego

fueron estadísticamente similares. Aunque el experimento no fué diseñado para evaluar la respuesta del pasto Pangola a diferentes niveles de humedad del suelo, las observaciones hechas en Atiocoyo, Santa Cruz Porrillo y San Andrés indican que los niveles de humedad del suelo tiene gran influencia en el rendimiento del pasto Pangola (18).

Otro ensayo realizado en Atiocoyo donde se evaluó el riego y fertilización de pasto Pangola para producción continua. Se establecieron tres tasas de aplicación de riego, con dos frecuencias de aplicación de fertilizante nitrogenado semianual y después de cada cosecha en dosis de 0, 100, 200 y 300 KgN/Ha semianual y 30, 60, 90 y 120 y 120 KgN/Ha/ año después de cada cosecha. La tasa mayor de aplicación del riego en combinación con 60 KgN/Ha después de cada cosecha produjo los mejores resultados. En esta investigación el intervalo de riego fué de 10 días para todos los tratamiento, pero creen que la máxima producción puede obtenerse si los factores de manejo siguientes fueran controlados cuidadosamente: tasa y frecuencia de la fertilización nitrógenada, tasa y frecuencia de riego, y el control de la enfermedad fugosa que se presentó (10).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación temporal y espacial

El ensayo inició el 10 de febrero de 1994, y finalizó el 13 de mayo del mismo año. Este se localizó en el potrero No.2 (ya establecido) de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador; Cantón Tecualuya, Jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz. A una elevación de 40 m.s.n.m. y coordenadas $89^{\circ}09' 08''$ Long. W y $13^{\circ}28'03''$ Lat. N (6). (Ver Fig. A-4).

3.2. Topografía y condiciones edáficas.

El lugar donde se instaló el ensayo presenta una topografía con pendiente promedio menor del 2%, el suelo pertenece al grupo de los regosoles aluviales con textura predominante de franca-limosa (FL) a franca-arenosa (FA); además presenta una estructura ligeramente granular y un drenaje externo e interno moderadamente bueno (6).

3.3. Condiciones climáticas.

Las características climáticas predominantes del lugar donde se montó el ensayo son: Temperatura promedio de 26.5°C , precipitación promedio anual de 1.723 mm, humedad relativa promedio anual de 74% y evaporación potencial promedio de 162.5 mm/mes (6).

3.4. Diseño estadístico

El diseño estadístico utilizado fué el de bloques completamente al azar con 4 tratamientos, utilizando parcelas de 24.4 m*12 m por tratamiento y 5 subparcelas de muestreo de 4.0m*6.0m que constituyeron las repeticiones por tratamiento, haciendo un total de 20 subparcelas, de las cuales se tomaron 8.0 m² para área útil por cada una de ellas. Se bloqueó en sentido perpendicular a los tratamientos (de Este a Oeste), para reducir el efecto de sitio. Debido a la naturaleza del ensayo se dejaron áreas de 12.2 m*24.4m entre tratamiento, para evitar el traslape de éstos. Haciendo un área total para el experimento de 2.064 23m². La distribución de campo del experimento no cumple con todas las características del diseño de bloques completamente al azar (Ver Fig.A-1).

3.4.1 Modelo matemático

El modelo matemático del diseño estadístico utilizado es:

$$y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde: Y_{ij} = Respuesta observada en cualquier unidad experimental.

M = Media general del experimento

T_i = Efecto del tratamiento

B_i = Efecto del bloque

E_{ij} = Error experimental asociado a los tratamientos bloques (25).

3.4.2. Tratamientos

Los tratamientos fueron los diferentes intervalos de riego que se aplicaron al pasto. Con un testigo de 7 días de intervalo de riego, porque éste es el usado tradicionalmente.

Los tratamientos fueron:

T₁= Intervalo de riego de 5 días.

T₂= Intervalo de riego de 7 días (Testigo).

T₃= Intervalo de riego de 9 días.

T₄= Intervalo de riego de 11 días

3.4.4 Variabes bajo estudio

Las variables del cultivo que permitieron conocer el efecto de los diferentes intervalos de riego fueron:

3.4.3.1 ✱ Rendimiento de materia verde (Ton/Ha)

Para evaluar el efecto producido por los diferentes intervalos de riego sobre el rendimiento de materia verde, se hizo un muestreo destructivo (se cortó el pasto), tomándose muestras de 3 puntos del área útil de cada subparcela, con un marco muestrador de 0.25 m² (0.5 m X 0.5 m); luego se pesó el pasto recién cortado en báscula de reloj, obteniéndose así el rendimiento de materia verde por área muestreada, y posteriormente se extrapoló a Ton/Ha. (Ver Fig. A-2).

3.4.3.2 Rendimiento de materia seca (Ton/Ha)

De la muestra cortada para el rendimiento de materia verde, se tomó una submuestra que se colocó en bolsas de papel y se pesó en balanza semianalítica. Luego se puso en estufa de aire circulante a 60°C durante 24 horas, con el propósito de que perdiera humedad y poder determinar el porcentaje de materia seca que contenía, luego se multiplicó este porcentaje de materia seca por el rendimiento de materia verde para calcular el rendimiento de materia seca. Las fórmulas usadas fueron las siguientes:

$$\% \text{ m. s.} = 100 - \frac{(P_{mh} - P_{ms}) * 100}{P_{mh}}$$

Donde: %ms = Porcentaje de materia seca

P_{mh} = Peso de muestra de húmeda (gr)

P_{ms} = Peso de muestra seca (gr).

$$M_s = M_v * \%ms$$

Donde: M_s = Rendimiento de materia seca (Ton/Ha).

M_v = Rendimiento de materia verde (Ton/Ha).

%ms = Porcentaje de materia seca.

3.4.3.3. Longitud de estolones (cm)

De cada uno de los puntos muestrados con el marco, se midieron 2 estolones con cinta métrica y luego se obtuvo un promedio por parcela, para valorar de que manera influye el intervalo de riego en el crecimiento de los estolones del pasto Pangola.

3.4.3.4. Contenido de proteína (%)

De las submuestras a las cuales se les determinó el porcentaje de materia seca, se procedió a moler una parte en molino de martillo y se tamizó, luego se pesaron 8 gr. en balanza analítica, en cajas de aluminio, después se colocaron en estufa de vacío a 105°C y a 5 PSI de succión durante 5 horas; luego se colocaron en desecador, y se tomó 0.1 gr de ésta muestra para determinar el contenido de proteína utilizando el método de microkejlhal, se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$\%N = \frac{1.4 * N_{HCl} * ml_{HCl}}{Pm}$$

Donde: %N = Porcentaje de nitrógeno

N HCl= Normalidad de ácido clorhídrico utilizado en la valoración.

ml HCl= Mililitros de Ácido Clorhídrico gastados en la valoración

Pm = Peso de muestra

$$\%CHoN = \%N * 6.25$$

Donde: %CHON= Porcentaje de proteína

%N = Porcentaje de nitrógeno

6.25 = Factor de conversión

3.5. Densidad aparente (pa)

Para determinar esta propiedad, se tomaron 6 muestras de suelo al azar en el potrero, utilizando un muestreador de

volumen conocido (tipo Uhlend). Las muestras se colocaron en cajas de aluminio y se pesaron en balanza semi-analítica, luego se secaron en estufa de aire circulante a 105°C durante 24 horas, se pesaron nuevamente, y con estos datos se calculó la densidad aparente (pa) utilizando la siguiente fórmula:

$$Pa = \frac{mss}{Vol}$$

Donde: Pa = Densidad aparente (gr/cc)

mss = Masa de suelo seco (gr)

Vol = Volumen del recipiente (cc)

Con estos datos se obtuvo un valor promedio de densidad aparente de 0.9587 gr/cc, con el cual se trabajó.

3.5.2 Capacidad de campo (c.c.)

Esta propiedad se determinó utilizando el método de las ollas de presión y los platos de cerámica de Richards, operando la olla a una presión de 1/3 de atmósfera; se llenaron los platos con agua, y las muestras de suelo colectadas se colocaron sobre ellos utilizando anillos de hule para evitar que se regaran sobre los platos, luego se saturaron durante 24 horas y se colocaron en la olla por otras 24 horas para que éstas perdieran agua. Posteriormente se colocaron en cajas de aluminio, se pesaron en balanza semi-analítica y se metieron a estufa de aire circulante a 105°C durante 24 horas; después se pesó nuevamente y se determinó el porcentaje de humedad a

capacidad de campo utilizando la siguiente fórmula:

$$\%W \text{ c.c.} = \frac{msh - mss}{mss} * 100$$

Donde: %W cc = Porcentaje de humedad gravimétrica del suelo a capacidad de campo.

msh = Masa de suelo húmedo (gr)

mss = Masa de suelo seco (gr)

Obteniéndose el dato promedio de 35.29%.

3.5.3 Punto de marchitez permanente (p.m.p)

La determinación de esta propiedad, se realizó usando la misma metodología de capacidad de campo; con la variante que se utilizó una olla que operó a 15 atmósferas de presión.

La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\%W \text{ p.m.p.} = \frac{msh - mss}{mss} * 100$$

Donde: %W p.m.p = Porcentaje de humedad gravimétrica del suelo a punto de marchitez permanente.

m.s.h. = Masa de suelo húmedo (gr)

m.s.s. = Masa de suelo seco (gr)

Obteniéndose un dato promedio de 10.6%.

3.5.4 Infiltración básica (Ib)

Para determinar la infiltración básica, se utilizó el método de los cilindros infiltrómetros; tomándose lecturas de velocidad de infiltración instantánea a intervalos de tiempo de 1, 2, 5, 10, 20 y 30 minutos.

Con los datos de la prueba de infiltración se construyó un gráfico de velocidad de infiltración instantánea $V_{rs.}$, el tiempo acumulado y donde la pendiente de la curva fué cercana a cero se trazó una recta que cortó el eje de las ordenadas, obteniéndose el siguiente valor de infiltración básica de 1.33/cm/hr ó 13.3 mm/hr.

3.6 Características del cultivo

Estas propiedades del cultivo se utilizaron para calcular la máxima cantidad de agua aplicada o lámina máxima de riego, y la lámina de reposición correspondiente a cada intervalo de riego. Entre estas propiedades están: profundidad radicular (Pr) y máximo uso consuntivo (Etc).

3.6.1. Profundidad radicular (Pr)

Para medir la profundidad radicular del pasto, se hicieron perforaciones al azar en el potrero con palas duplex; y se tomaron las lecturas con cinta métrica, llegándose a una profundidad radicular de 0.5 m.

3.6.2 Máximo uso consuntivo (Etc).

Esta característica se determinó usando el valor de evapotranspiración potencial promedio (Etp.) calculado para el lugar por Bernal quien utilizó la ecuación de Hargreaves, citado por Bonilla (4), y el coeficiente del cultivo (Kc) de 0.95 reportado por la FAO (8).

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$Etc = Etp * Kc$$

Donde: Etc = Máximo uso consuntivo (mm/día)

Etp = Evapotranspiración potencial
(mm/día).

Kc = Coeficiente del cultivo
(adimensional).

$$Etc = 5.42 \text{ mm/día} * 0.95$$

$$Etc = \underline{5.15 \text{ mm/día}}$$

3.7 Lámina máxima (D).

Esta lámina de riego máximo permitió llevar el suelo a capacidad de campo (c.c.) al inicio del ensayo; porque el suelo estaba a punto de marchitez permanente; y se calculó de la siguiente manera:

$$D = \frac{(c.c. - P.M.P.) * GEA * Pr}{100}$$

Donde: D = Lámina de riego máxima (mm)

c.c. = Capacidad de campo (%)

P.M.P. = Punto de marchitez permanente (%).

G.E.A. = Gravedad específica aparente
(adimensional)

Pr = Profundidad radicular (m.m)

D = $\frac{(35.29\% - 10.67\%) * 0.9587 * 500 \text{ mm}}{100}$

D = 118.0 mm

3.8 Lámina de reposición (dr)

Es la cantidad de agua aplicada al cultivo en los riegos subsiguientes, calculada a partir de cada uno de los intervalos de riego. La fórmula utilizada para su cálculo fué la siguiente:

$d = IR * Etc.$

Donde dr = Lámina de reposición (mm)

IR = Intervalo de riego (días)

Etc = Máximo uso consuntivo (mm/día)

Así, para cada uno de los intervalos de riego la correspondiente lámina de reposición fué:

Lámina de reposición para IR = 5 días.

$dr = 5 \text{ días} * 5.15 \text{ mm/día} \quad d = \underline{25.75 \text{ mm}}$

Lámina de reposición para IR = 7 días

$dr = 7 \text{ días} * 5.15 \text{ mm/día} \quad d = \underline{36.05 \text{ mm}}$

Lámina de reposición para IR = 9 días

$dr = 9 \text{ días} * 5.15 \text{ mm/día} \quad d = \underline{46.35 \text{ mm}}$

Lámina de reposición para IR = 11 días

$dr = 11 \text{ días} * 5.15 \text{ mm/día} \quad d = \underline{56.65 \text{ mm}}$

3.9 Lámina bruta de riego (dB)

Es la cantidad de agua aplicada al cultivo considerando la eficiencia del sistema, la que se estimó en un 90% debido a que es un experimento, y el tamaño del mismo permitió tener un control estricto de las pérdidas y desperdicios de la lámina de aplicación, y su cálculo se hizo a partir de la lámina máxima y de cada lámina de reposición correspondiente a cada intervalo de riego. Las fórmulas utilizadas para su cálculo fueron las siguientes:

$$dB = D/0.90 \text{ ó } dB = dr/0.90$$

Donde: D = Lámina máxima (mm)

dB = Lámina bruta de riego (mm)

dr = Lámina de reposición (mm)

0.90 = Eficiencia del sistema

Así la lámina máxima y las láminas de reposición correspondientes a cada intervalo de riego fueron:

Lámina bruta para lámina máxima:

$$dB=118.0\text{mm}/0.90 \quad \underline{dB= 131.11 \text{ mm}}$$

Lámina bruta para IR= 5 días (T1):

$$dB=25.75\text{mm}/0.90 = \underline{dB= 28.61 \text{ mm}}$$

Lámina bruta para IR= 7 días (T2):

$$dB=36.05\text{mm}/0.90 \quad \underline{dB= 40.05 \text{ mm}}$$

Lámina bruta para IR= 9 días (T3):

$$dB=46.35\text{mm}/0.90 \quad \underline{dB= 51.50 \text{ mm}}$$

Lámina bruta para IR= 11 días (T4):

$$dB=56.65\text{mm}/0.90 \quad \underline{dB= 62.94 \text{ mm}}$$

3.10 Porcentaje de agotamiento (P.A.)

Es la cantidad de agua en porcentaje, que el cultivo ha absorbido del contenido de agua disponible en el suelo (lámina máxima) durante el intervalo de riego. Este valor se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$PA = \frac{d}{D} * 100$$

Donde: PA = Porcentaje de agotamiento (%)

d = Lámina de reposición (mm)

D = Lámina de máxima (mm)

Así, para cada intervalo de riego los porcentajes de agotamiento fueron:

Porcentaje de agotamiento para IR = 5 días

PA = $25.75 \text{ mm} / 118.0 \text{ mm} * 100$ PA = 21.82%

Porcentaje de agotamiento para IR = 7 días

PA = $36.05 \text{ mm} / 118.0 \text{ mm} * 100$ PA = 30.55%

Porcentaje de agotamiento para IR = 9 días

PA = $46.35 \text{ MM} / 118.0 \text{ mm} * 100$ PA = 39.28%

Porcentaje de agotamiento para IR = 11 días

PA = $56.65 \text{ mm} / 118.0 \text{ mm} * 100$ PA = 48.00%

3.11 Intensidad de aplicación (IA)

Es la lamina de agua descargada por el aspersor durante una hora operando a una presión determinada dentro de un marco de espaciamiento entre aspersores definido.

Para el ensayo se utilizaron aspersores SENNINGER, modelo 4023-2-3/4"F, operando a 45 PSI a la salida del aspersor y con

DB = Lámina bruta máxima (mm)

dB = Lámina bruta (mm)

IA = Intensidad de aplicación (mm/hr)

Para la aplicación de la lámina máxima y de la lámina de reposición de los intervalos de riego, los tiempos de riego fueron:

Tiempo de riego de la lámina máxima

TR = $131.11 \text{ mm} / 11.06 \text{ mm/hr}$ TR = 11hr, 51 mm

Tiempo de riego para dr de IR = 5 días

TR = $28.61 \text{ mm} / 11.06 \text{ mm/hr}$ TR = 2hr, 35 mm

Tiempo de riego para dr de IR = 7 días

TR = $40.05 \text{ mm} / 11.06 \text{ mm/hr}$ TR = 3hr, 37 mm

Tiempo de riego para dr de IR = 9 días

TR = $40.05 \text{ mm} / 11.06 \text{ mm/hr}$ TR = 4hr, 39 min

Tiempo de riego para dr de IR = 11 días

TR = $62.94 \text{ mm} / 11.0 \text{ mm/hr}$ TR = 5hr, 41 min

3.13 Tensión de humedad del suelo

Es la cantidad de energía que se necesita para hacer salir el agua del suelo; es decir que es la fuerza que el cultivo debe hacer para poder absorber el agua contenida en el suelo (11).

La tensión de humedad del suelo se midió durante el tercero y cuarto corte, a una profundidad de 15 cm y 30 cm, debido a que entre estas profundidades se encontraba la mayoría de la masa radicular del pasto, utilizando para ello

tensiometros, colocando dos de ellos en el centro del área de cada tratamiento o intervalo de riego.

3.14 Manejo del cultivo

3.14.1 Riego

Previo a la aplicación de la lámina máxima, se realizó un paso de guadaña para uniformizar el pasto y se aplicaron dos riegos cada 7 días. Luego se tomaron muestras de suelo y se les determinó el contenido de humedad; resultando estar a PMP, por lo que se aplicó la lámina máxima, 7 días después del último riego previo, llevando de esa manera el suelo a capacidad de campo. Luego se procedió a aplicar las láminas de reposición correspondiente a cada intervalo de acuerdo al calendario de riego (Ver cuadro A-26); para lo cual se derivó agua de la tubería de conducción de la bomba instalada en el pozo del lote "La Bomba", utilizando tubería de aluminio de 3" de diámetro, llevándola de esa manera hasta el potrero, donde se instaló una válvula de compuerta, con acoples de aluminio instalándose un manómetro en uno de ellos, lo que permitió regular el paso del agua y controlar la presión de operación de los aspersores. Para la aplicación del agua se usaron, 6 aspersores marca SENNINGER, 4023-2-3-3/4"F, con boquilla (No.10 y No.6), operando a una presión de 45 PSI, descargando 1.59 m³/hr, y con un diámetro de mojado de 29 m. Para lo cual se utilizaron elevadores de 49 cm, y una separación entre aspersores de 12.0 m (SI) y 12.0 m entre laterales (SM) que eran tubos de aluminio de 2" de diámetro), para asegurar un

traslape que proporcionara mejor uniformidad de aplicación.
(Ver Fig. A-3).

3.14.1.1 Pérdidas de presión

Para garantizar que los aspersores operaran a la presión establecida (45 PSI), se calcularon las perdidas totales de presión por fricción en la tubería de conducción principal y lateral, por medio de la fórmula de HAZZEN WILLIAMS, en los accesorios por monogramas y por posición en el terreno, las que se sumaron a la presión nominal del aspersor. Para el caso de las pérdidas por fricción en la tubería de conducción estas se consideraron a partir del control en la válvula de paso, tomándose los tramos de acuerdo a la distancia existente entre éstas y los tratamientos para las perdidas por fricción en la tubería principal, únicamente se tomó el tramo del tratamiento en función de la posición del lateral mas distante y para el lateral las pérdidas por fricción fueron las del lateral más crítico. Para las perdidas por posición se consideró la diferencia de nivel entre el lateral más crítico de cada tratamiento y el punto de control en la válvula de paso.

Pero para tener mayor seguridad de que los aspersores operaban a la presión establecida, se hicieron chequeos de campo, utilizando un manometro instalado en un tubo pitot, con el que se medía la presión a la salida del aspersor.

Las pérdidas calculadas para cada tratamiento ó intervalo de riego son las siguientes:

- Pérdidas por fricción en la tubería de conducción:

$$J = 1.131 * 10^9 \frac{(Q)^{1.852} (D)^{-4.857}}{C}$$

Donde: Q = Caudal en m³/h
 C = Coeficiente de rugosidad
(adimensional)
 D = Diámetro interno de la tubería en mm.

$$J = 1.131 * 10^9 \frac{(9.58 \text{ m}^3/\text{h})^{1.852} (82.04)^{-4.857}}{120}$$

$$J = \underline{0.0052544 \text{ m/m}}$$

Para IR = 5 días (T1)

$$H_f = J * L$$

Donde: J = Pérdidas por fricción expresadas en
m/m

L = Longitud de tubería en mts.

$$H_f = 0.0052544 \text{ m/m} * 0.0\text{m}$$

$$H_f = \underline{0.0\text{m}}$$

Para IR = 11 días (T4)

$$H_f = 0.052544 \text{ m/m} * 24.4 \text{ m}$$

$$H_f = \underline{0.1282\text{m}}$$

Para IR = 7 días (T2)

$$H_f = 0.052544 \text{ m/m} * 48.8 \text{ m}$$

$$H_f = \underline{0.256\text{m}}$$

Para IR = 9 días (T3)

$$H_f = 0.052544 \text{ m/m} * 73.2 \text{ m}$$

$$H_f = \underline{0.385\text{m}}$$

- Pérdidas de fricción en la tubería principal:

$$J = 1.131 \times 10^9 \frac{1.852 \cdot (477 \text{ m}^3/\text{h})^{-4.857}}{120}$$

$$J = \underline{0.0014555 \text{ m/m}}$$

$$HF = J \times L$$

$$Hf = \underline{0.0014555 \text{ m/m}}$$

$$Hf = 0.0014555 \text{ m/m} \times 12.2 \text{ m}$$

$$Hf = \underline{0.0177 \text{ m}}$$

- Pérdidas de fricción en la tubería lateral:

$$J = 1.131 \times 10^9 \frac{1.852 \cdot (477 \text{ m}^3/\text{h})^{-4.857}}{120}$$

$$J = \underline{0.00955 \text{ m/m}}$$

$$Hf = 0.00955 \text{ m/m} \times 30.5 \text{ m}$$

$$Hf = \underline{0.29115 \text{ m}} ; Hf \text{ con salidas} = Hf \cdot f, Hf \text{ con salidas} = Hf \cdot F$$

$$= 0.29115 \text{ m} \times 0.396$$

$$= \underline{0.1153 \text{ m}}$$

- Pérdida en los accesorios: Nomogramas.

<u>Accesorio</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Longitud Equivalente</u>	<u>Subtotal</u>
Cada 90°, 0=3"	1	2.0 m	2.0 m
Reductor de 3"			
a 2"	2	0.65 m	1.3 m
"T" Ordinaria,			
0=3	1	5.0 m	<u>5.0 m</u>
			8.3 m

Cálculo de pérdidas:

$$H_f = 0.0014555 \text{ m/m} * 8.3 \text{ m}$$

$$H_f = \underline{0.0121 \text{ m}}$$

- Presión en válvula de paso (Pvp):

$$Prp = P_o \text{ (nominal)} + 0.75 H_f \text{ lateral} + H_f \text{ principal} + H_f \text{ conducción} + H \text{ elevador} + H_f \text{ accesorios} + \text{posición.}$$

Para (T1) IR de 5 días

$$Pvp = 31.66 \text{ m} + 0.75 (0.1155 \text{ m}) + 0.0177 \text{ m} + 0.5 \text{ m} + 0.0121 \text{ m} + 0.0 \text{ m.}$$

$$= 32.27 \text{ mca}$$

$$= 45.95 \text{ PSI} \approx \underline{46. \text{ PSI}}$$

Para (T2) IR de 7 días

$$Pvp = 31.66 \text{ m} + 0.75 (0.1155 \text{ m}) + 0.017 \text{ m} + 0.256 \text{ m} + 0.5 \text{ m} + 0.121 \text{ m} + 1.5 \text{ m.}$$

$$= 34.27 \text{ mca}$$

$$= 48.66 \text{ PSI} \approx \underline{49 \text{ PSI}}$$

Para (T3) IR de 9 días

$$Pvp = 31.66 \text{ mm} + 0.75(0.1155 \text{ m}) + 0.017 \text{ m} + 0.385 \text{ m} + 0.5 \text{ mm} + 0.121 \text{ m} + 1.5 \text{ m.}$$

$$= 34.27 \text{ mca}$$

$$= 48.66 \text{ psi} \approx \underline{49 \text{ psi}}$$

Para (T4) IR de 11 días

$$\begin{aligned}
 Pvp &= 31.66m + 0.75 (0.1155 m) + 0.0177m + 0.12.82 m + \\
 & 0.5 m + 0.121 m + 1.0 m. \\
 &= 33.51 mca \\
 &= 47.59 PSI \approx \underline{48 PSI}
 \end{aligned}$$

3.14.2 Cortes ó cosechas

Se realizaron un total de 4 cortes a intervalos de 23 días, dejándose el pasto a una altura de corte de 5 cm de la superficie del suelo para facilitar el rebrote del pasto.

Durante cada corte, se tomaron 3 muestra utilizando un marco muestreador de 0.25 m² dentro del área útil de cada parcela, para determinar las variables evaluadas. Luego se realizó un paso de guadaña para uniformizar la altura del pasto.

3.14.3 Fertilización

Para proporcionar el nitrógeno al pasto, se fertilizó con Sulfato de Amonio (21% N) un día después de cada corte, a razón de 12.5 lb/297.68 m² (por área de cada tratamiento), es decir, con una dosis de 40 Kg N/Ha/Corte ó 640 Kg N/Ha/Año.

3.14.4 Control de malezas

El control de malezas se realizó en forma manual, debido a que su incidencia fue muy baja; y haciéndose una vez por corte.

3.15 Análisis económico

Para evaluar que tratamiento produce un mayor beneficio neto, se realizó un análisis económico para el rendimiento de materia verde producido durante los cuatro cortes, utilizando los métodos de el presupuesto parcial y el análisis usando residuos.

3.15.1 El presupuesto parcial

Este método se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos (7).

Los costos son el total de los medios de producción consumidos y la parte proporcional de los medios de producción desgastadas. Expresado en dinero.

Los beneficios son el valor en dinero de los productos obtenidos en un período determinado.

3.15.1.1 Costos variables

Los costos variables están directamente relacionados con el volumen de producción.

Para el ensayo se consideraron los costos variables de una hectárea de pasto para cada tratamiento con cuatro cortes o cosechas de pasto. Estos fueron las siguientes: Costo de fertilizante, costo de alquiler de cosecha de pasto, mano de obra para traslado de tubería, control de malezas, aplicación de fertilizante, transporte de fertilizante y energía eléctrica para riego. (Ver anexo A-24).

3.15.1.2 Costos fijos

Costos fijos son aquellos que no varían en relación con el volumen de producción.

Aquí se consideraron el costo por arrendamiento de la tierra y la depreciación del equipo de bombeo y riego. Para la zona se estiman ₡1.000/ ha en concepto de arrendamiento 3/ por temporada de 6 meses, pero como el período fue de 92 días ó 3 meses; para el análisis se concideran ₡ 500/Ha.

La depreciación se calculó de la siguiente forma:

Datos:

- Precio de compra del equipo de bombeo y riego
₡39.458.00 3/
- Valor residual ₡ 3.945.80
- Vida útil 15 años ó 15.000 horas de servicio

Depreciación = $\frac{(\text{Precio de compra} - \text{valor residual})}{\text{Vida Util}}$

Vida Util

= $\frac{(\text{₡ } 39.458 - \text{₡ } 3.945.80)}{15.000 \text{ Horas}}$

15.000 Horas

Depreciación = 2.37/ hora de servicio

3/ ESTRADA P. de J. 1994 Costo de arrendamiento de tierra.

San Salvador, Facultad de ciencias agronómicas,

Universidad de El Salvador (Comunicación personal)

Para determinar la depreciación por cada tratamiento se consideró que para regar una hectárea se necesita cambiar una vez los laterales por cada riego. Esto indica que para cada riego se multiplica por dos el tiempo de riego y este resultado por el número de horas de servicio de cada tratamiento, y luego multiplicarlo por la depreciación horaria y así, obtener la depreciación por cada tratamiento.

<u>Tratam.</u>	<u># Riego</u>	<u>T.Riego</u>	<u>#Cambios/riego</u>	<u>Tiempo de uso</u>	<u>Deprec.</u>
T1	18	2.59 hr.	2	93.24 hr.	¢ 220.98
T2	13	3.62 hr.	2	94.12 hr.	223.06
T3	10	4.66 hr.	2	93.20 hr.	220.88
T4	8	5.69 hr.	2	91.04 hr.	215.76

3.15.1.3 Beneficio bruto

El beneficio es el valor en dinero de los productos obtenidos en un período determinado.

Este se calculó multiplicando el rendimiento de materia verde (Ton/Ha), producido durante los cuatro cortes, con un ajuste de 20% menos para cada tratamiento para aproximar los resultados a las condiciones de campo del producto, por el precio de venta del pasto obteniéndose así el beneficio bruto de campo (Ver Anexo A-25).

3.15.1.4. Utilidades netas

Estas son las ganancias reales de una empresa y se obtienen por diferencia entre los beneficios y los costos

totales para cada tratamiento (Ver Anexo A-25).

3.15.2 El análisis usando residuos

Este se calculó restando el retorno que requiere el agricultor (la tasa de retorno mínima multiplicando por el total de los costos variables) de los beneficios netos. Usando el término residuo para indicar la diferencia que resulta de sustraer de los beneficios netos, el costo de operación.

Se usó una tasa de retorno mínima de 50% para garantizar que el tratamiento que produce un mayor residuo, le proporcione al productor un margen mayor de ganancias o beneficios (7). (Ver Cuadro A-26).

4. RESULTADOS

Para evaluar el efecto de cuatro intervalos de riego en el rendimiento de forraje del pasto Pangola (*Digitaria decumbens*, STENT).

Se realizaron cuatro cortes de pasto, evaluándose en cada corte las siguientes variables: rendimiento de materia verde (Ton/Ha), rendimiento de materia seca (Ton/Ha), longitud de estolones (cm) y contenido de proteína (%).

Cada variable se analizó a través de un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos: T1 = Intervalo de riego de cinco días, T2 = Intervalo de riego de siete días, T3 = Intervalo de riego de nueve días y T4 = Intervalo de riego de once días; y cinco repeticiones para cada uno de los tratamientos. Como se hicieron cuatro cortes fué posible realizar un análisis de varianza general para cada variable, utilizando como bloques los cortes y como repeticiones de cada tratamiento, la media por corte.

La prueba estadística utilizada para determinar la significancia entre tratamientos, fué la de contraste ortogonales, trabajandose con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$) para el análisis de varianza y para la prueba estadística; debido a que el ensayo fué montado de acuerdo a las características reales de operación y no con toda la rigidez que exige el diseño estadístico.

También, se registro la tensión de humedad del suelo a las profundidades de 15 y 30 cms, durante el tercero y cuarto

corte. Los resultados promedios de las tensiones registradas antes del riego en el día correspondiente a su aplicación y sus respectivos porcentajes de humedad del suelo para cada tratamiento se presentan en el Cuadro A-1.

Los registros decádicos de los elementos climáticos en el período de realización del ensayo en su fase de campo se tabulan en el Cuadro A-2.

Durante el desarrollo del experimento se presentó el ataque de un hongo (*Cercospora* sp.) (Cuadro A-3), durante el período del segundo corte; la severidad del ataque se presenta en orden decreciente T1, T2, T3 y T4 respectivamente.

4.1 Rendimiento de materia verde

Los rendimientos de materia verde en Ton/Ha, para cada tratamiento y corte se presentan en los Cuadros A-4, A-5, A-6, A-7 y los promedios de rendimiento de materia verde para cada tratamiento y corte en el Cuadro A-8.

Para cada corte se efectuaron análisis de varianza, los cuales se describen a continuación:

El primer corte (Cuadro 1) refleja que los tratamientos son diferentes estadísticamente. El efecto de sitio o bloques resultó sin diferencia significativa. Al contrastar el tratamiento T1 con los T2, T3 y T4; y el tratamiento T2 contra T3 y T4, estos fueron estadísticamente similares; pero al comparar el T3 con el T4 tubo diferencia significativa, producida por la superioridad del T3. Analizando todo lo anterior con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$). La

figura 1, muestra la tendencia de los resultados del primer corte.

Para el segundo corte (Cuadro 2), los resultados entre tratamiento y entre bloques fué similar al primer corte; pero al comparar los tratamientos sólo el T1, fue superior a los tratamientos T2, T3 y T4, siendo estos últimos iguales estadísticamente, siempre para un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$). Este comportamiento puede observarse en la figura 2.

Al analizar estadísticamente el tercer corte (Cuadro 3), se observa que existe diferencia significativa entre tratamientos, no así entre los bloques. Al contrastar el T1 con los tratamientos restantes (T2, T3 y T4), el primero resultó estadísticamente superior a los otros tratamientos. Al efectuar la comparación entre el T2 contra el T3 y T4 éste resultó con un rendimiento de materia verde estadísticamente mayor que el T3 y T4; sin embargo la comparación entre el T3 y T4 no presentó diferencia significativa. Efectuando todo el análisis con una probabilidad de error del 5% ($P \leq 0.05$). La diferencia entre tratamientos se visualiza en la figura 3.

Se observa que en el cuarto corte el análisis de varianza (Cuadro 4), no presenta diferencia estadística entre tratamiento, entre bloques y entre contraste ortogonales; siempre con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$). Situación que se refleja en la figura 4.

Con el análisis de varianza general desglosado en ortogonales (Cuadro 5) de los promedios de tratamiento por corte, se demuestra la diferencia entre los tratamientos por

corte, se demuestra la diferencia entre los tratamientos, provocados por el mayor rendimiento de materia verde del T1 con respecto a los otros tratamientos, lo que se comprende mejor en los contrastes ortogonales; además, se observa que hay diferencia significativa entre los cortes, reflejada en el resultado del análisis estadístico para bloques. Esto, para un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$). La figura 5, presenta más claramente este comportamiento.

Cuadro 1. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en el primer corte.

F. DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.H.	F. Calc	F. Tablas
Bloques	4	10.57	2.64	2.43 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	17.37	5.79	5.34*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	0.332	0.332	0.31 ^{NS}	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	0.502	0.502	0.46 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	16.538	16.538	15.26*	4.75
E. Experimental	12	13.0	1.08		
TOTAL	19				

CV = 11.30%

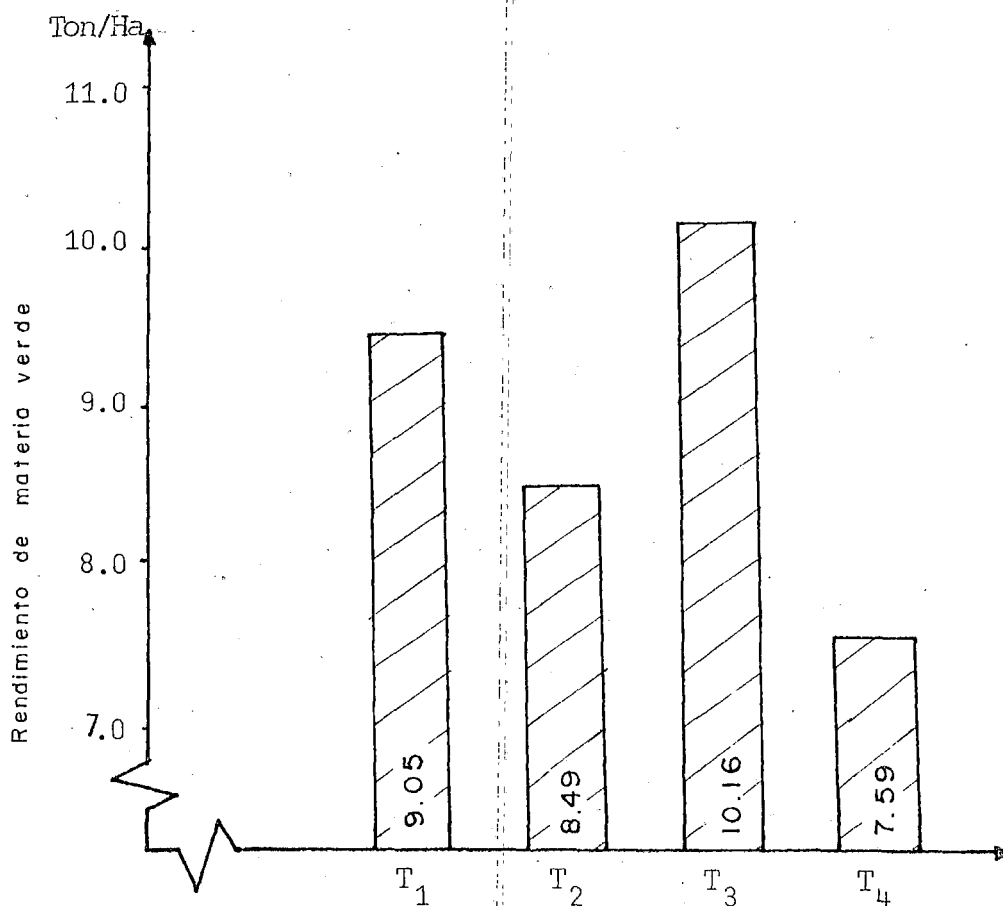


Figura 1. Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el primer corte.

Cuadro 2. Análisis de varianza desglosado en ortonogales para materia verde (Ton/Ha), en el segundo corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc.	F. Tablas 5%
Bloques	4	8.98	2.246	0.23 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	118.08	39.358	10.88*	3.40
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	106.31	106.31	29.39*	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	1.025	1.025	0.28 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	10.741	10.741	2.97 ^{NS}	4.75
E. Experimental	12	43.41	3.617		
TOTAL	19				

CV = 12.35%

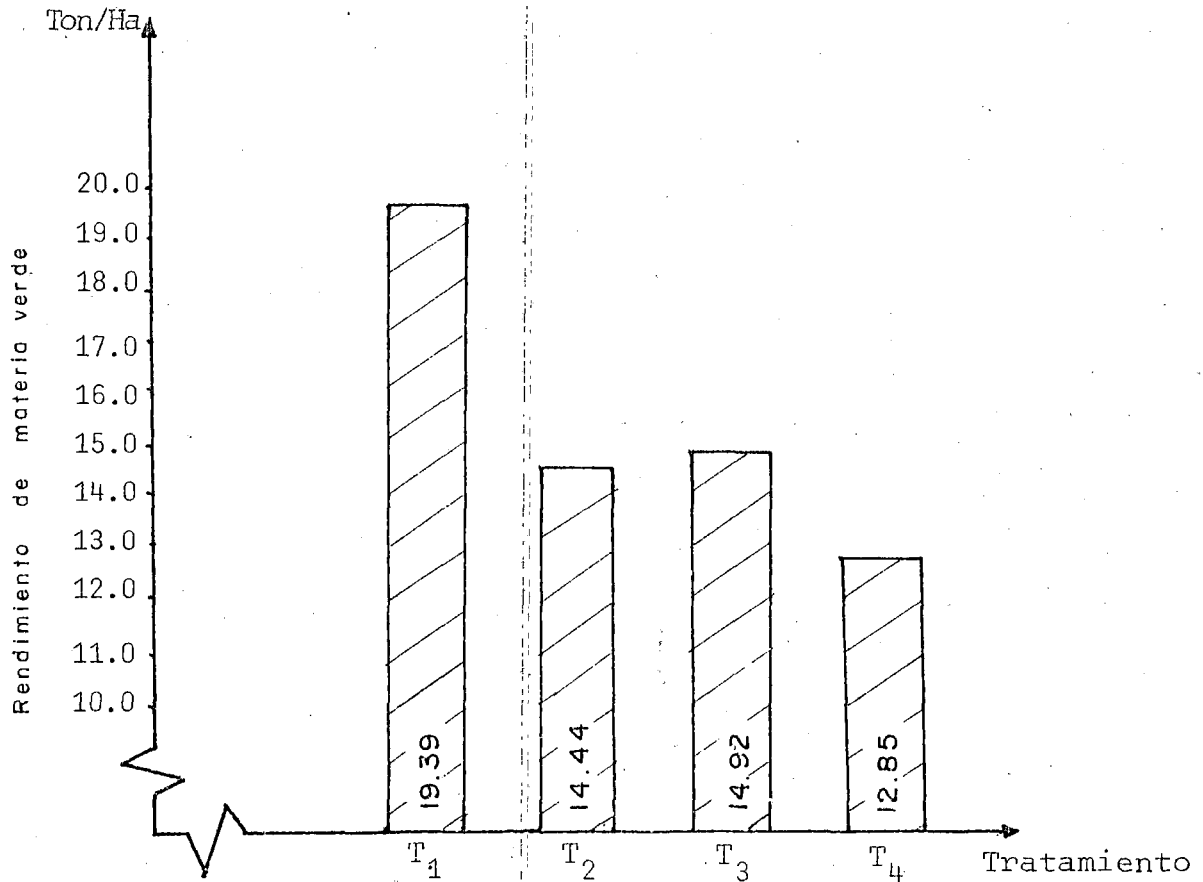


Figura 2. Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el -- segundo corte.

Cuadro 3. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en el tercer corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	22.636	5.659	1.7703	3.25
Tratamientos	3	50.356	16.785	5.27*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ ,T ₃ ,T ₄	1	29.568	29.568	3.28*	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ ,T ₄	1	12.831	12.831	4.0305	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	7.957	7.957	2.50 ^{ns}	4.75
E. Experimental	12	38.241	3.187		
TOTAL	19				

CV = 11.77%.

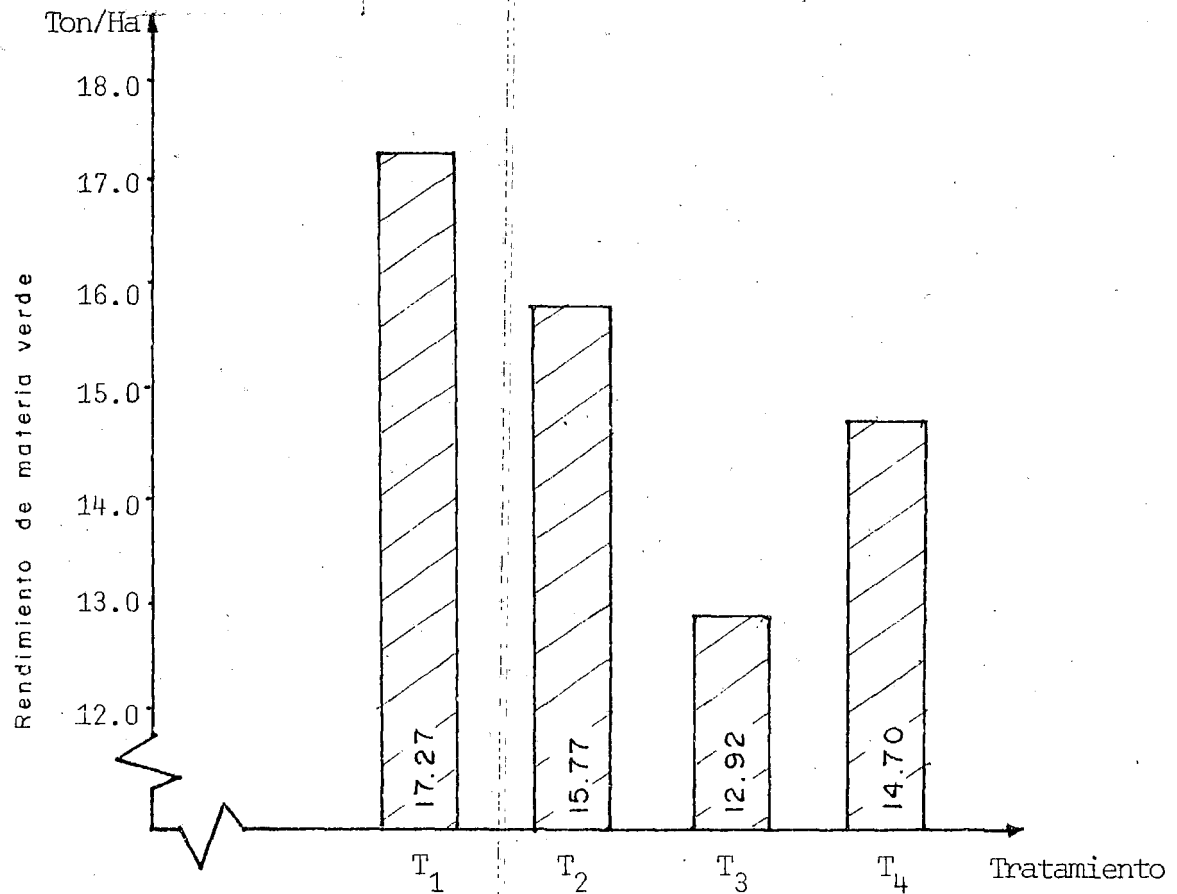


Figura 3. Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el tercer corte.

Cuadro 4. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en el cuarto corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. H.	F. Calc	F. Tablas
Bloques	4	31.436	7.856	1.73 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	27.132	9.044	1.99 ^{NS}	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	19.007	19.007	4.18 ^{NS}	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	2.499	2.499	0.55 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	5.625	5.625	1.24 ^{HC}	4.75
E. Experimental	12	54.602	4.55		
TOTAL	19				

CV = 8.51%.

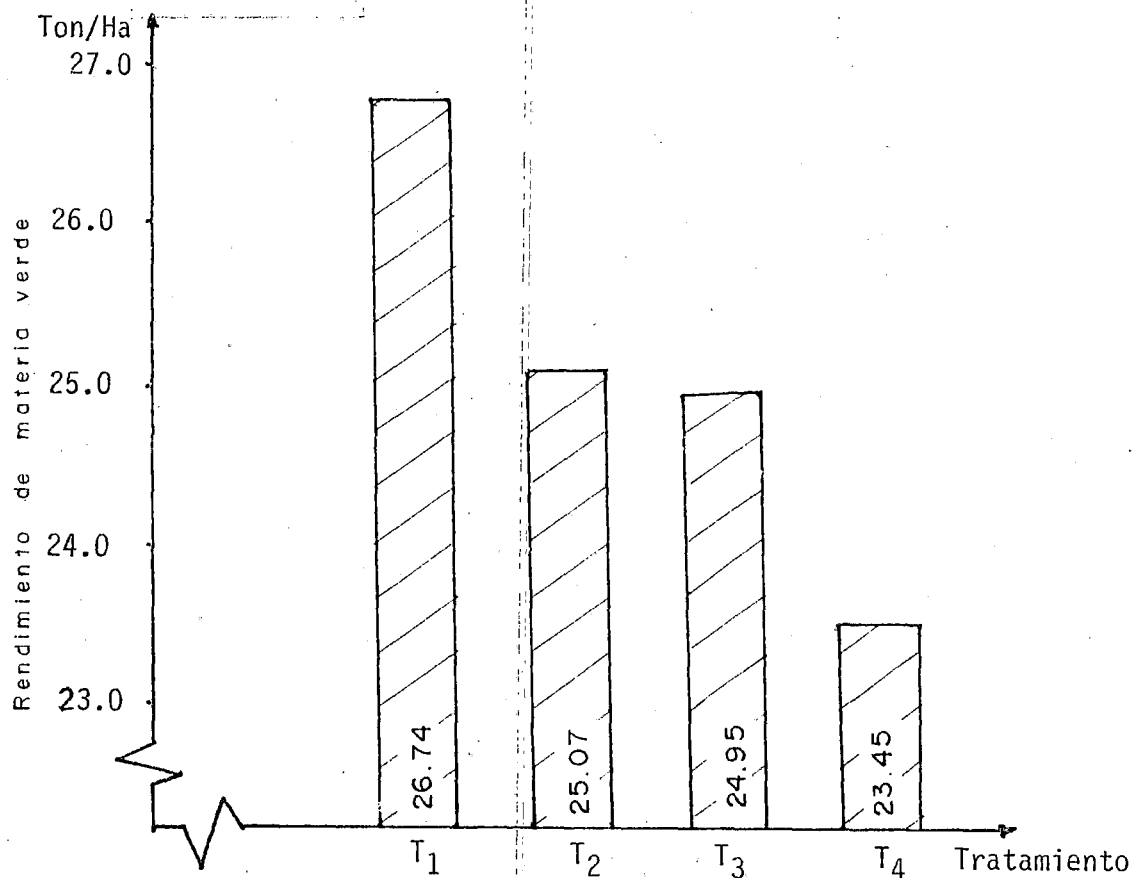


Figura 4. Rendimiento promedio de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratatamientos durante el cuarto corte.

Cuadro 5. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia verde (Ton/Ha), en los distintos cortes.

F. DE VARIACION	Gl. L.	S. C.	C. H.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	3	537.798	179.266	92.70 [#]	3.96
Tratamientos	3	25.253	8.418	4.35 [#]	3.96
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	21.328	21.328	11.08 [#]	5.12
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	1.549	1.549	0.80 ^{NS}	5.12
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	2.379	2.379	1.23 ^{NS}	5.12
E. Experimental	9	17.405	1.934		
TOTAL	15				

CV = 8.63%.

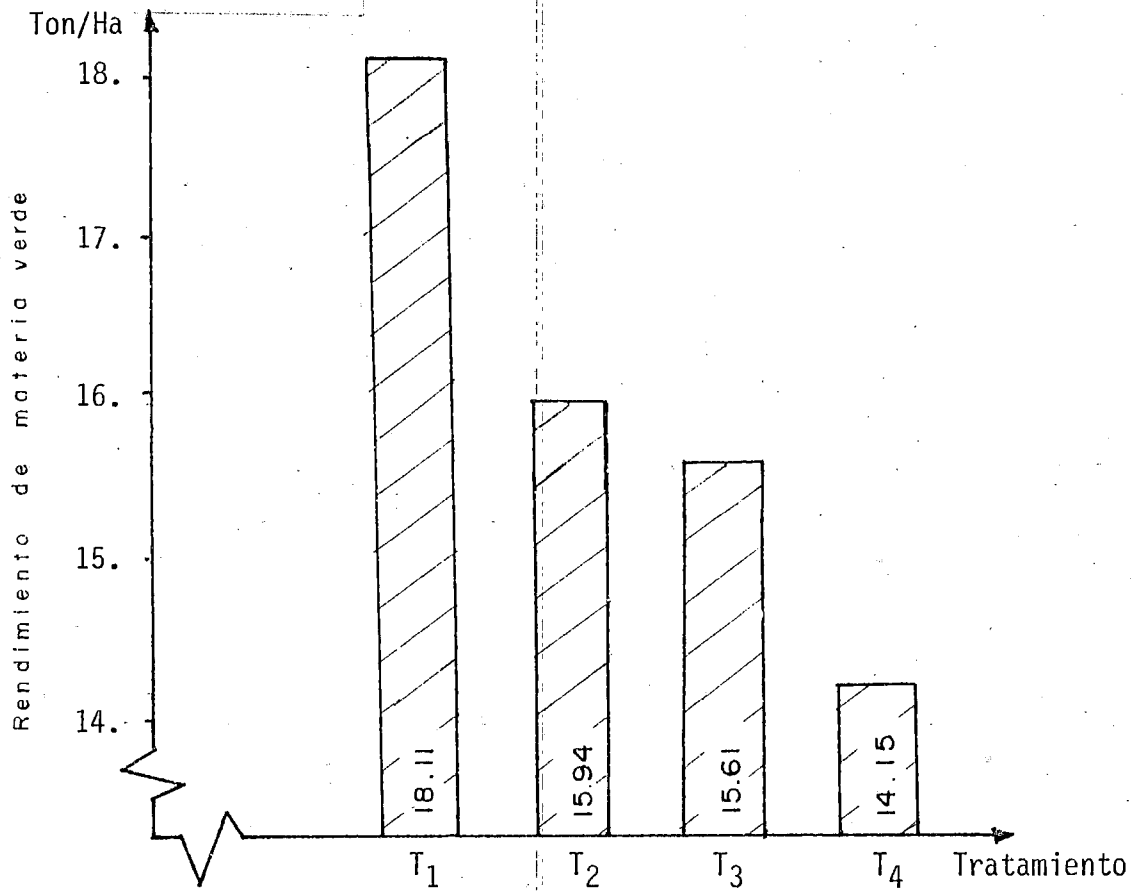


Figura 5. Rendimientos promedios de materia verde (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante los cuatro cortes.

4.2 Rendimiento de materia seca

Los rendimientos de materia seca en Ton/Ha, para cada tratamiento y corte se presentan en los Cuadros A-9, A-10, A-11, A-12 y los promedios de rendimiento de materia seca para cada tratamiento y corte se muestran en el Cuadro A-13.

Con los resultados obtenidos para esta variable, se realizaron análisis de varianza para cada corte los cuales se describen a continuación.

Para el primer corte el análisis de varianza desglosado en contrastes ortogonales (Cuadro 6), indica que existe diferencia significativa entre tratamientos con un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0.05$); para el caso de los bloques, no presentan diferencia significativa al ser evaluados con igual nivel de significancia. Los contrastes reflejan que el T1, es estadísticamente igual a los demás tratamientos, en cambio el T2 es superior al T3 y T4 y en el tercer contraste el T3 es superior al T4; analizados todos con un porcentaje de error del 5% ($P \leq 0.05$).

La diferencia entre tratamientos se observa en la figura 6. En el segundo, tercero y cuarto corte, se observa que en sus contrastes ortogonales (Cuadro 7, 8 y 9), no existe diferencia estadística entre tratamientos, de igual forma entre bloques, y para los contrastes ortogonales; evaluados todos con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$).

El comportamiento para el segundo, tercero y cuarto corte se visualiza en las figuras 7, 8 y 9.

El análisis de varianza general desglosado en contraste

ortogonales (Cuadro 10) de los promedios de rendimiento, refleja que no existe diferencia significativa entre tratamientos, y los bloques (cortes) presentan diferencia estadística. Los contrastes indican que el T1 es estadísticamente igual a los T2, T3 y T4, en cambio en T2, es superior al T3 y T4 y a la vez el T3 es estadísticamente similar al T4. Todos bajo un análisis con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$).

La figura 10, visualiza la diferencia en el rendimiento de materia seca para los tratamientos.

Cuadro. 6. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en el primer corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. H.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	0.61	0.1525	2.42 ^{II}	3.26
Tratamientos	3	2.498	0.8327	13.22*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	0.1739	0.1739	2.76 ^{III}	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	1.2282	1.2282	19.50*	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	1.0956	1.0956	17.39*	4.75
E. Experimental	12	0.758	0.063		
TOTAL	19				

CV = 11.44%.

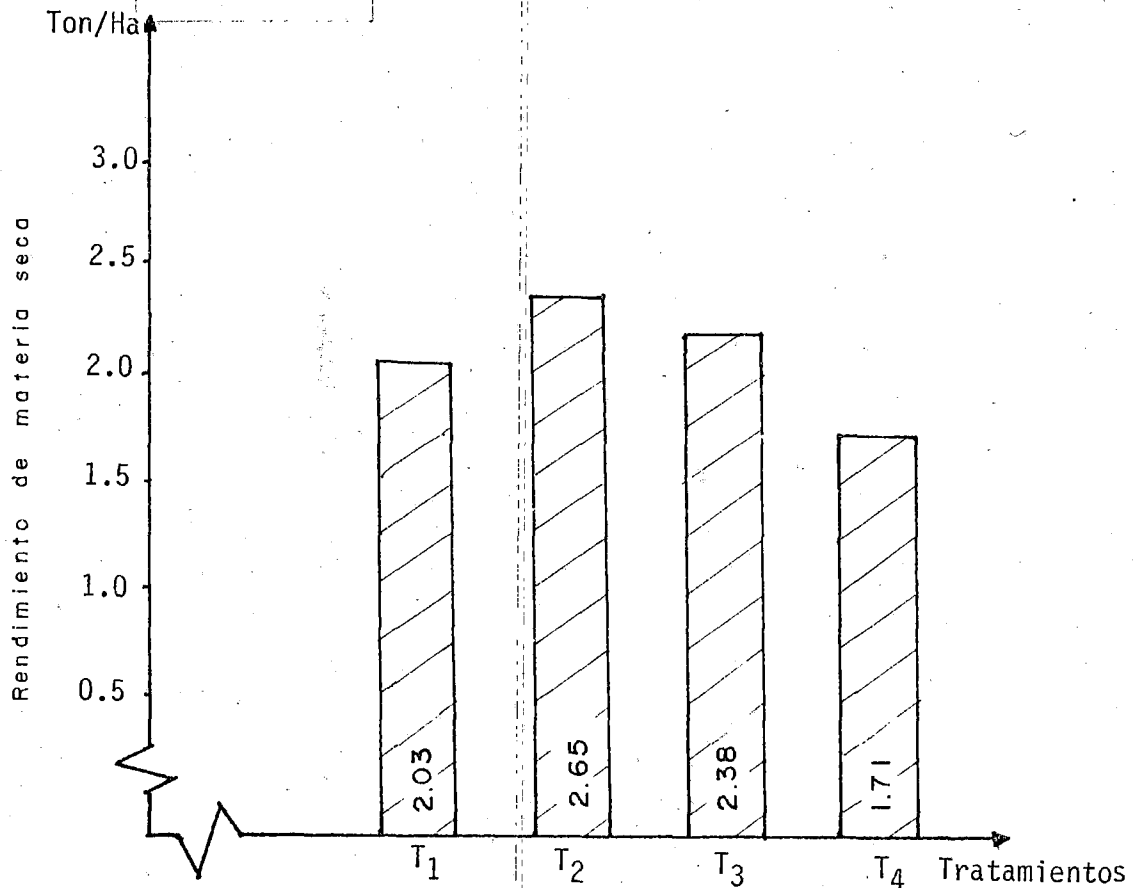


Figura 6. Rendimiento promedio de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el primer corte.

Cuadro 7. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en el segundo corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. H.	F. Calc.	F. Tablas 5%
Bloques	4	0.616	0.154	0.62 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	1.313	0.438	1.76 ^{NS}	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ -T ₄	1	0.3888	0.3988	1.57 ^{NS}	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	0.0001	0.0001	0.00 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	0.9242	0.9242	3.72 ^{NS}	4.75
Ex. Experimental	12	2.979	0.2483		
TOTAL	19				

CV = 14.56%.

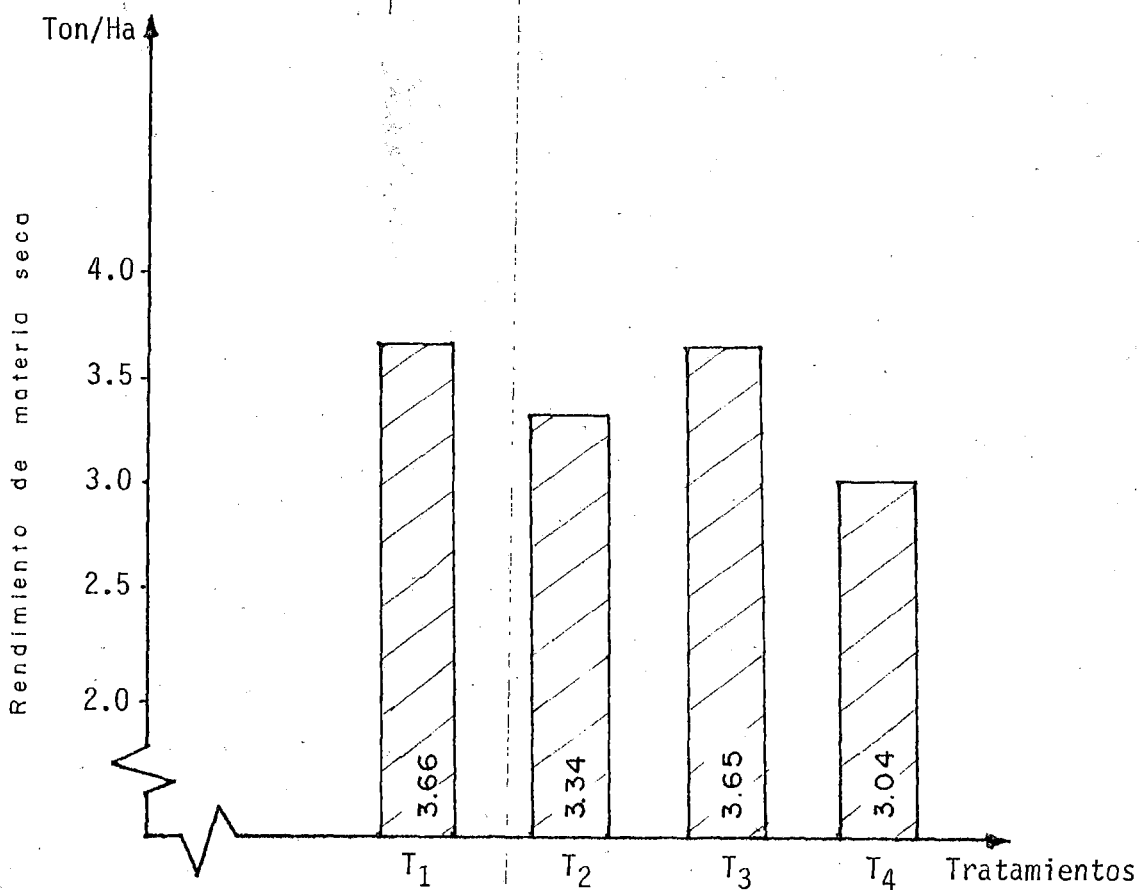


Figura 7. Rendimiento promedio de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el segundo corte.

Cuadro 8. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en el tercer corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	0.514	0.1285	0.55 ^{ns}	3.26
Tratamientos	3	0.734	0.2647	1.14 ^{ns}	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	0.043	0.043	0.19 ^{ns}	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	0.558	0.558	2.41 ^{ns}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	0.193	0.193	0.83 ^{ns}	4.75
E. Experimental	12	2.782	0.2319		
TOTAL	19				

CV = 14.66%.

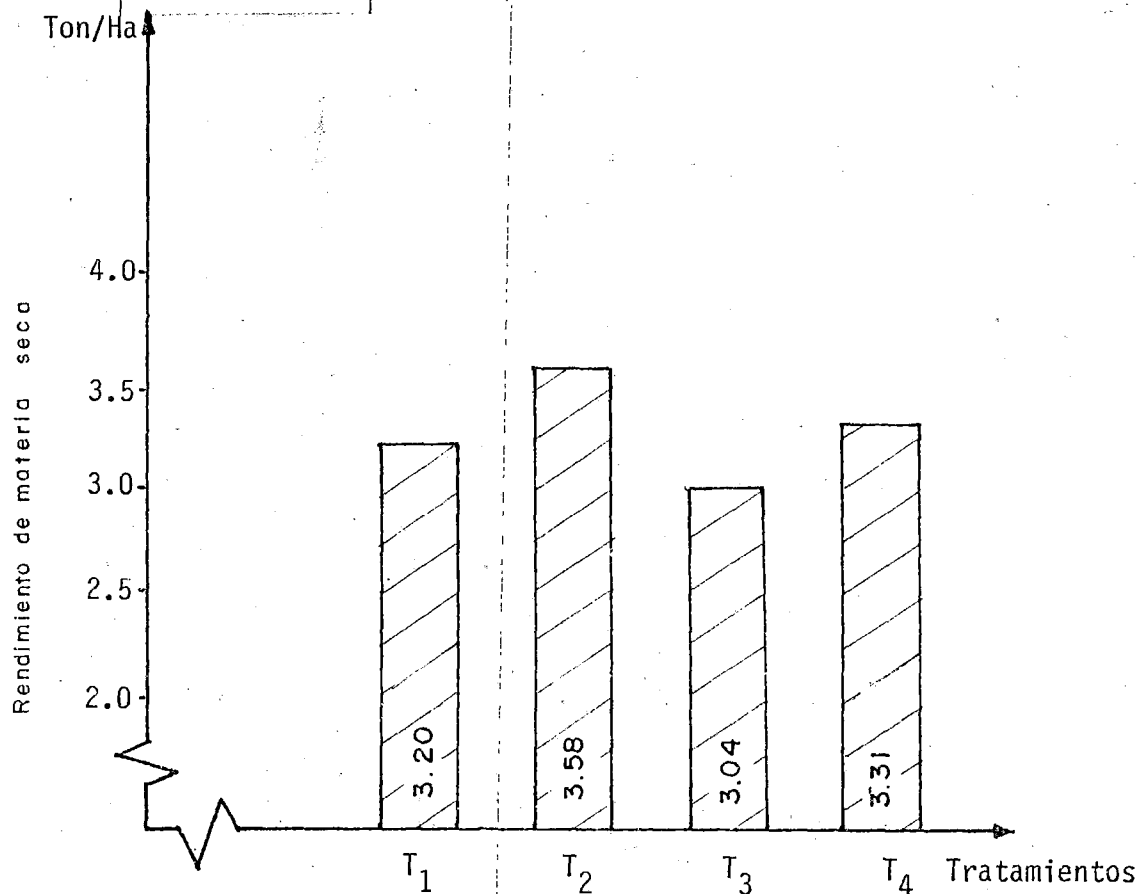


Figura 8. Rendimiento promedio de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el tercer corte.

Cuadro 9. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en el cuarto corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	1.413	0.3533	0.77 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	2.231	0.7437	1.63 ^{NS}	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	0.077	0.077	0.17 ^{NS}	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	1.091	1.091	2.39 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	1.063	1.063	2.33 ^{NS}	4.75
E. Experimental	12	5.478	0.4565		
TOTAL	19				

CV = 12.93%.

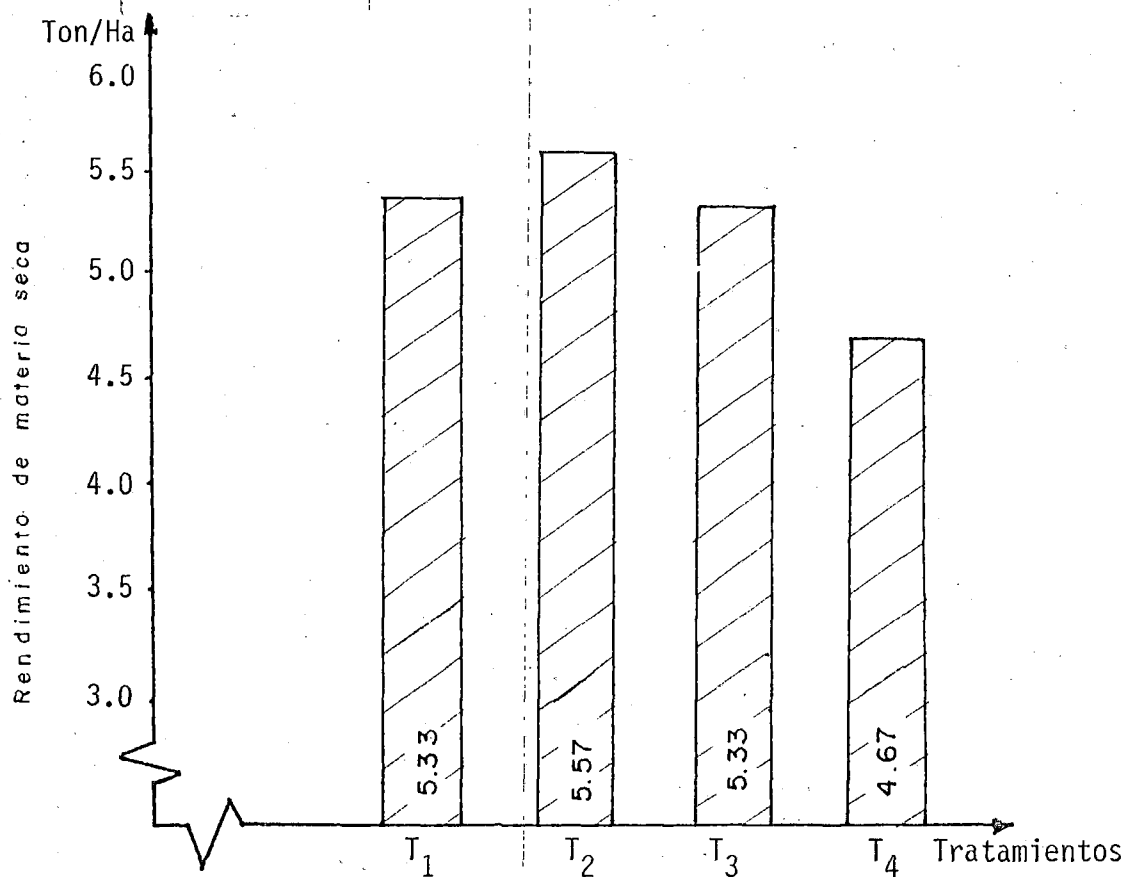


Figura 9. Rendimiento promedio de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante el cuarto corte.

Cuadro 10. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para materia seca (Ton/Ha), en los distintos cortes.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	3	18.945	6.315	92.87*	3.86
Tratamientos	3	0.759	0.253	3.72 ^{NS}	3.86
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	0.0038	0.0038	0.06 ^{NS}	5.12
C ₂ : T ₂ , T ₃ , T ₄	1	0.4171	0.4171	6.13*	5.12
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	0.3378	0.3378	4.97 ^{NS}	5.12
E. Experimental	9	0.608	0.608		
TOTAL	15				

CV = 7.38%.

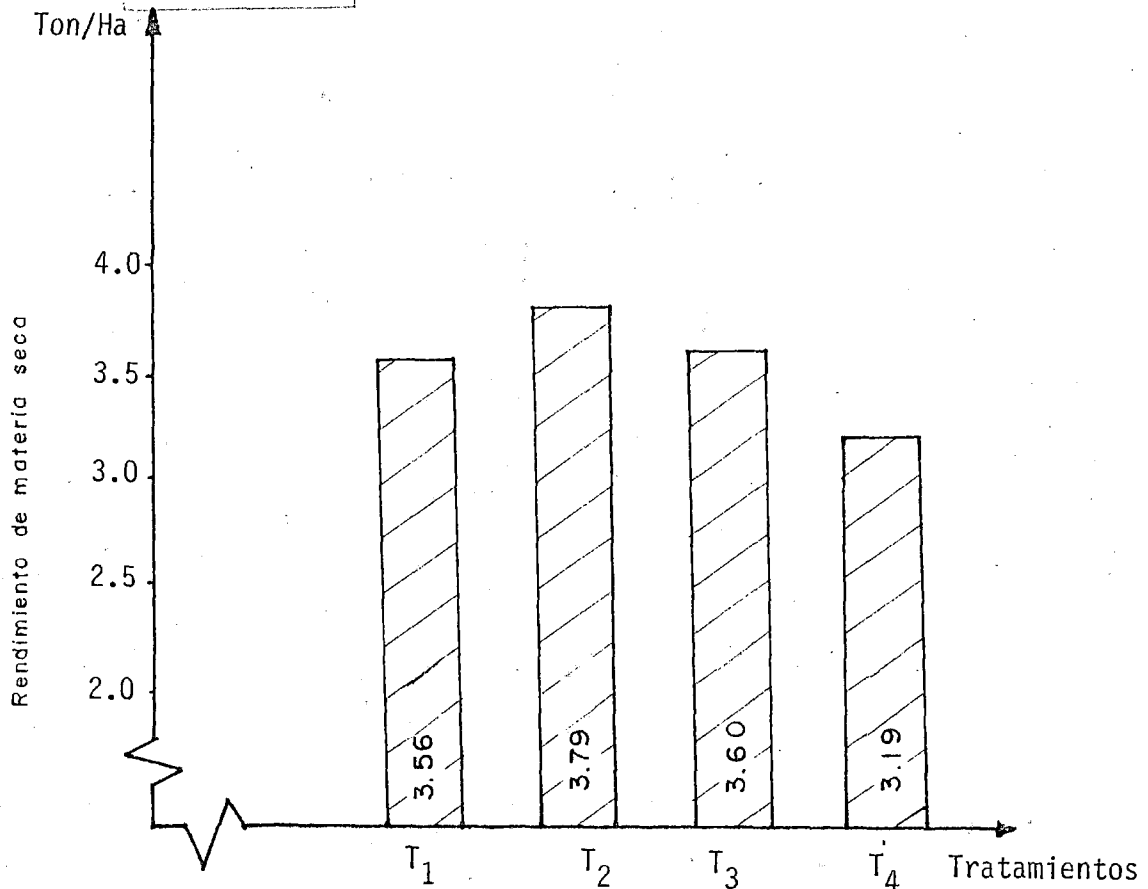


Figura 10. Rendimientos promedios de materia seca (Ton/Ha) para los diferentes tratamientos durante los cuatro cortes.

4.3. Longitud de estolones

La longitud de estolones en centímetros para cada tratamiento y corte se presenta en los Cuadros A-14, A-15, A-16 y A-17; y los promedios de longitud para cada corte y tratamiento en el cuadro A-18.

En base a los resultados de los cuadros anteriores, se efectuaron análisis de varianza para cada corte y un análisis de varianza general con los promedios tabulados en el cuadro A-18 y se incluyen los contrastes ortogonales para cada análisis de varianza realizado.

Para el primer corte, el análisis de varianza descompuesto en ortogonales (Cuadro 11), refleja que existe diferencia estadísticamente significativamente al 5% ($P \leq 0.05$) de probabilidades de error, no así entre bloques. Los contrastes ortogonales indican que el T1 es superior en longitud a los Ts, T3 y T4; y el T2 es similar estadísticamente al T3 y T4, pero el T3 resulta superior al T4. Este comportamiento se visualiza mejor en la figura 11.

En el segundo corte el análisis de varianza (Cuadro 12) presenta igual comportamiento con el corte anterior. A excepción de la prueba de contrastes ortogonales, la cual refleja que T1 es superior a T2, T3 y T4, pero el contrastar los demás tratamientos estos resultaron ser estadísticamente iguales, analizados con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$).

En la figura 12, se presenta el comportamiento antes mencionado.

Durante el tercer corte se mantiene la tendencia en el análisis de varianza (Cuadro 13); pero en los contrastes ortogonales se observa que el T1 es superior a los otros tratamientos, y el T2 es superior al T3 y T4, siendo estos últimos iguales estadísticamente; todos para un nivel de significancia 5% ($P \leq 0.05$), y su comportamiento se visualiza en la figura 13.

Al realizar el análisis de varianza del cuarto corte desglosado en contrastes ortogonales (Cuadro 14), éste muestra similar comportamiento a los resultados obtenidos en el primer corte. Dicha tendencia se muestra en figura 14.

Para el caso del análisis de varianza general (Cuadro 15), se observa que existe diferencia significativamente entre tratamientos y entre bloques con una probabilidad de error del 5% ($P \leq 0.05$). Al evaluar la diferencia entre tratamientos por la prueba de contrastes ortogonales, se encontró que el T1 presentó mayor longitud de estolones que el tratamiento T2, T3 y T4, asimismo, éstos tres últimos tratamiento son iguales estadísticamente. todos para un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$).

Los diferentes promedios de longitud de estolones alcanzados por los tratamientos se ilustran en la figura 15.

Cuadro 11. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en el primer corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc.	F. Tablas 5%
Bloques	4	144.26	36.07	1.55 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	1,224.21	408.07	17.52*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	414.07	414.07	17.78*	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	39.26	39.26	1.69 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	770.88	770.88	33.10*	4.75
E. Experimental	12	279.52	23.29		
TOTAL	19				

CV = 13.61%

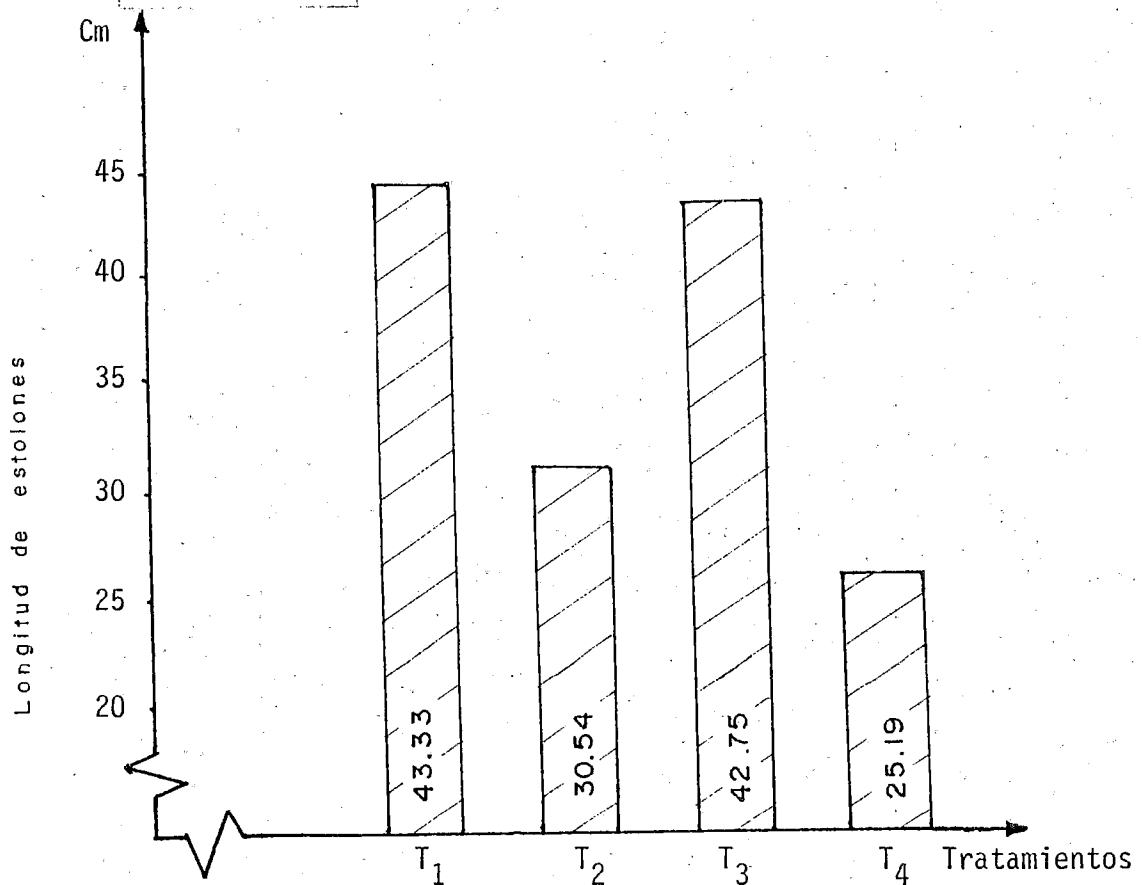


Figura 11. Longitud promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamientos durante el primer corte.

Cuadro 12. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en el segundo corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc.	F. Tablas 5%
Bloques	4	2.43	0.61	0.15 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	545.42	181.81	43.29*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	542.52	542.52	129.17*	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	2.83	2.83	0.67 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	0.07	0.07	0.02 ^{NS}	4.75
E. Experimental	12	50.40	4.20		
TOTAL	19				

CV = 8.94%

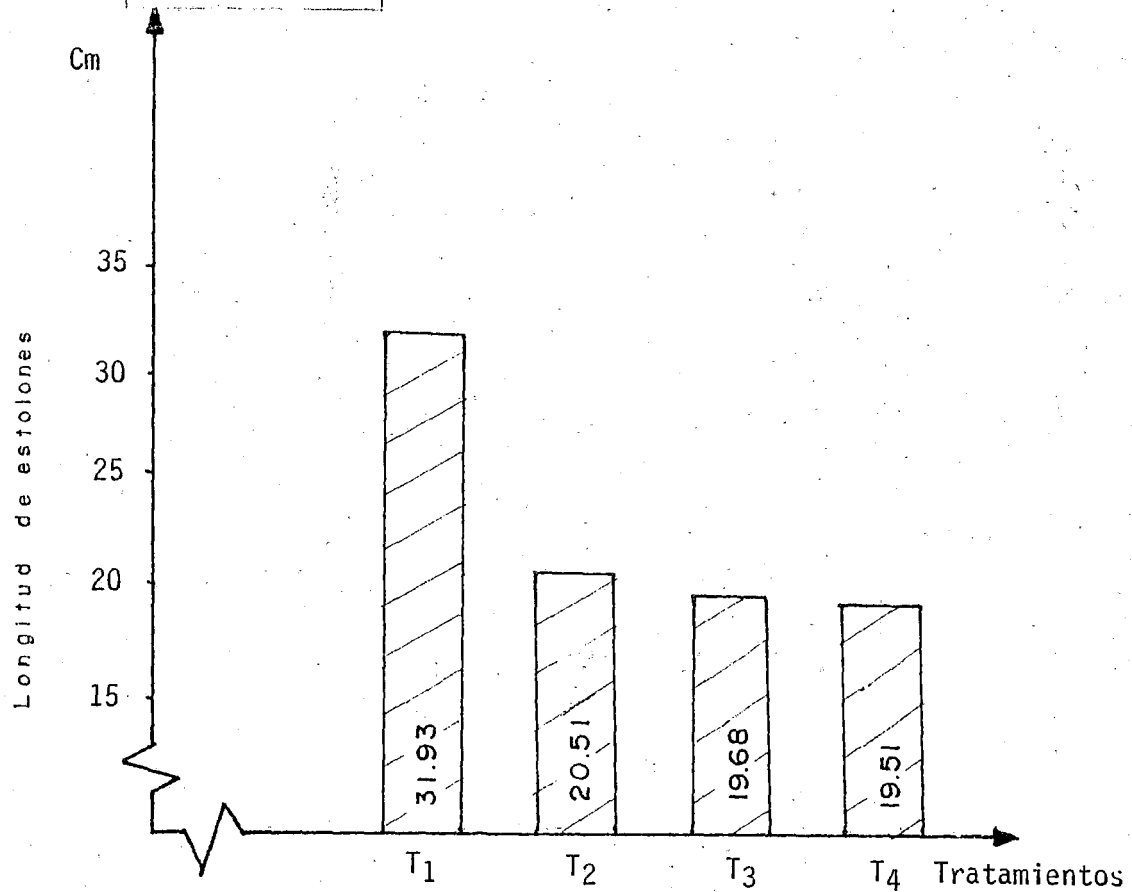


Figura 12. Longitud promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamientos durante el segundo corte.

Cuadro 13. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en el tercer corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas
Bloques	4	49.58	12.40	3.16 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	230.76	76.92	19.62 [*]	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	194.72	194.72	49.67 [*]	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	27.36	27.36	6.98 [*]	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	8.68	8.68	2.21 ^{NS}	4.75
E. Experimental	12	47.02	3.92		
Total	19				

CV = 8.30%

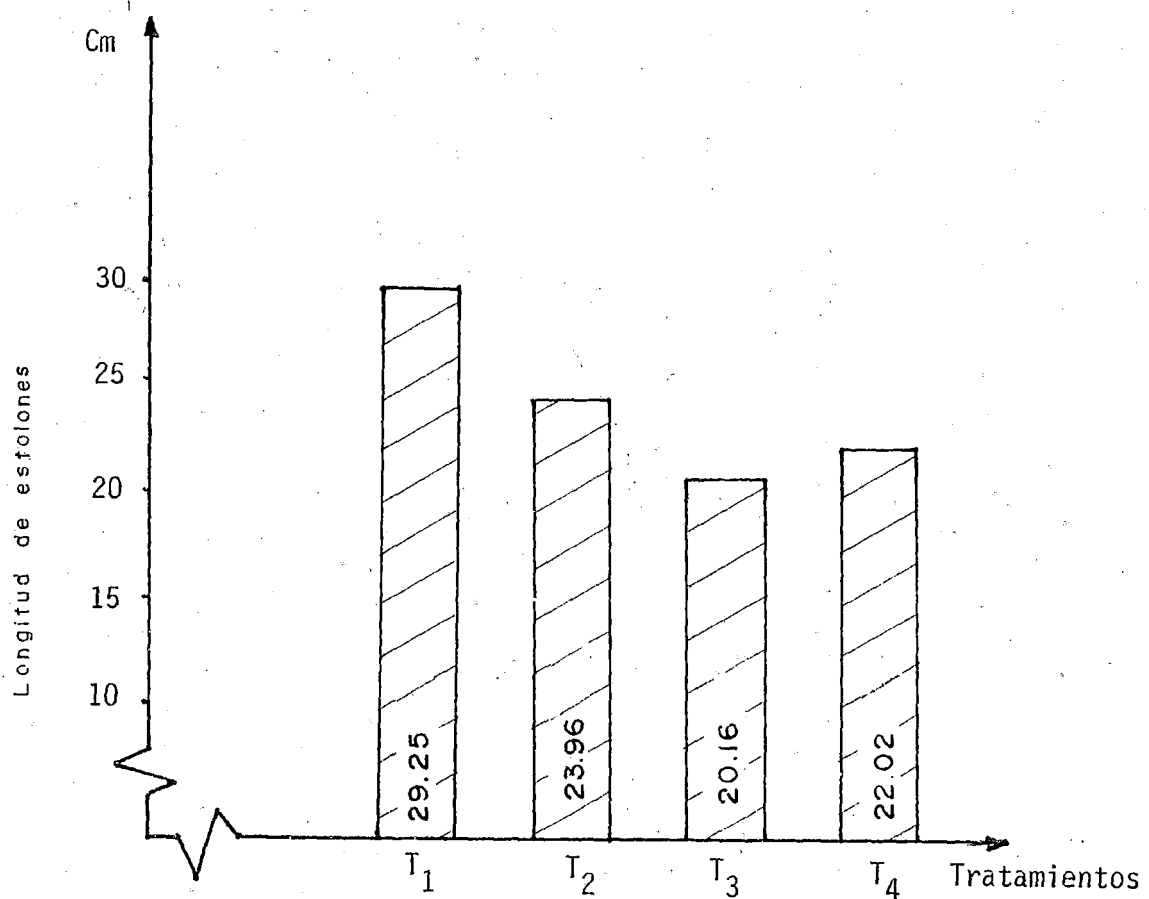


Figura 13. Longitud promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamientos durante el tercer corte.

Cuadro 14. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en el cuarto corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	86.58	21.65	1.39 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	659.11	219.70	14.11*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	542.22	542.22	34.82*	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	1.36	1.36	0.09 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	115.53	115.53	7.42*	4.75
E. Experimental	12	186.79	15.57		
Total	19				

CV = 11.79%

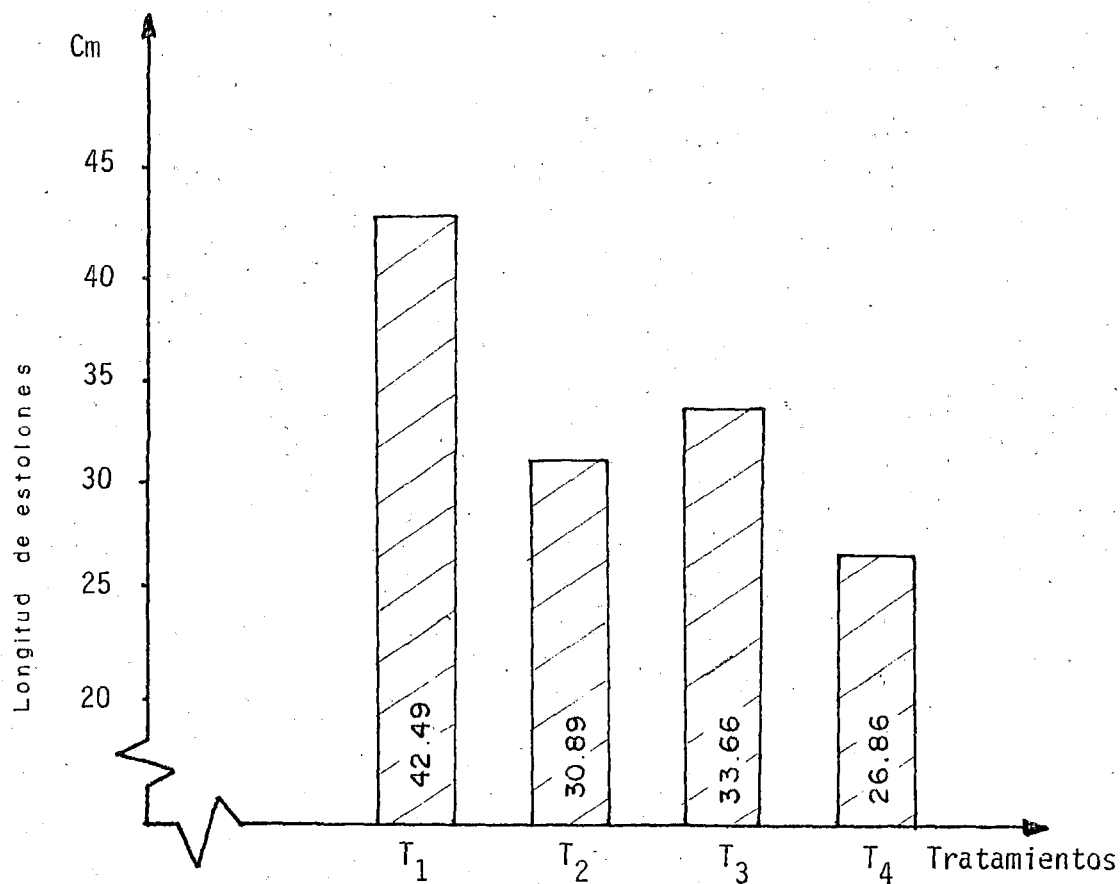


Figura 14. Longitud promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamientos durante el cuarto corte.

Cuadro 15. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para longitud de estolones (cm), en los distintos cortes.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	3	503.04	167.68	10.89*	3.86
Tratamientos	3	391.33	130.44	8.47*	3.86
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	326.93	326.93	21.23*	5.12
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	0.16	0.16	0.01 ^{NS}	5.12
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	64.24	64.24	4.17 ^{NS}	5.12
E. Experimental	9	138.59	15.40		
TOTAL	15				

CV = 13.57%

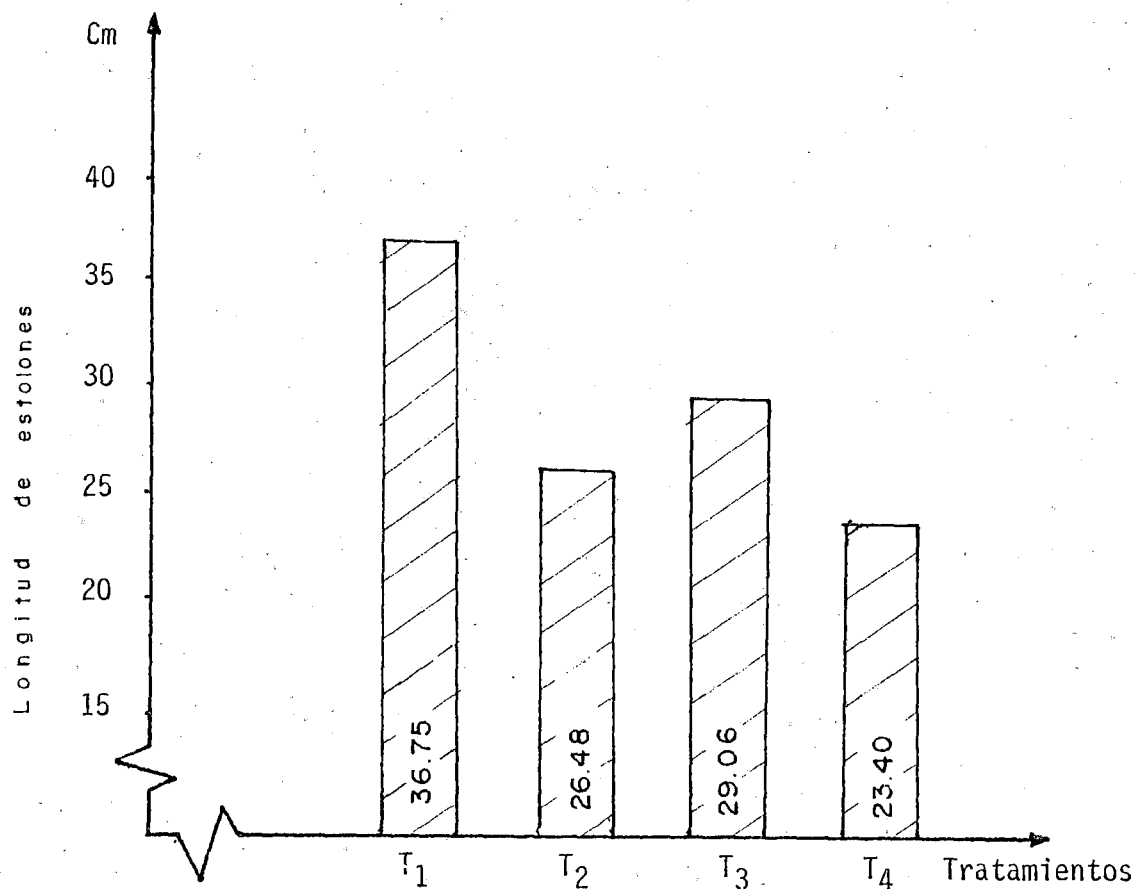


Figura 15. Longitudes promedio de estolones (cm) para los diferentes tratamientos durante los cuatro cortes.

4.4. Contenido de proteína

Los resultados de laboratorio del contenido de proteína expresada en porcentaje, para cada uno de los tratamientos en los cuatro cortes realizados, se encuentran tabulados en los cuadros A-19, A-20, A-21 y A-22.

El cuadro A-23 contiene los promedios por corte del contenido de proteína total para cada uno de los tratamientos en estudio.

Se efectuaron análisis de varianza con los resultados de los cuadros anteriores para cada corte y un análisis de varianza general con los promedios del cuadro A-23. También, se incluyen los contrastes ortogonales realizados para su respectivo análisis de varianza.

En el caso del primer corte, el análisis de varianza descompuesto en ortogonales (Cuadro 16), indica que los tratamientos son diferentes a un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$). No existiendo para los bloques diferencia estadística. Los contrastes ortogonales muestran que el T1 presentó un mayor contenido de proteína que los T2, T3 y T4; resultando éstos últimos al ser comparados, similares estadísticamente, siempre con un 5% ($P \leq 0.05$) de nivel de significancia. La figura 16 presenta el comportamiento de los tratamientos para este corte.

El análisis de varianza desglosado en ortogonales del segundo corte (Cuadro 17), muestra que no existe diferencia estadística entre tratamientos, ni entre bloques y ni las

comparaciones de los contrastes ortogonales; evaluados con una probabilidad de error del 5% ($P \leq 0.05$). Este comportamiento se visualiza en la figura 17. El tercer corte (Cuadro 18), refleja que los tratamientos son diferentes a un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0.05$), y los bloques presentan igual comportamiento a los cortes anteriores. La diferencia entre tratamientos es por la superioridad del T1 con respecto a los T2, T3 y T4, y al hacer comparaciones entre T2, T3 y T4, éstos últimos son estadísticamente iguales. Dicho comportamiento se observa mejor en la figura 18.

Para el cuarto corte, los tratamientos muestran una diferencia estadística (Cuadro 19), pero los bloques no son diferentes. Contrastado el T1 con los tratamientos T2, T3 y T4, éste mostró superioridad estadística con una probabilidad de error de 5% ($P \leq 0.05$); además, al comparar el T2 con los tratamientos T3 y T4, el T2 fué superior que T3 y T4. Y estos últimos resultaron ser iguales estadísticamente, evaluados con el nivel de significancia antes mencionado. Estas diferencias se ilustran en la figura 19.

El análisis de varianza general desglosado en ortogonales (Cuadro 20) de los promedios del contenido de proteína, refleja que no existe diferencia estadística entre tratamientos, pero sí entre bloques (cortes) con una probabilidad de error del 5% ($P \leq 0.05$). Al realizar las comparaciones lineales entre tratamientos se visualiza la superioridad del T1 contra T2, T3 y T4, siendo éstos tres últimos tratamientos estadísticamente similares a igual probabilidad de error ($P \leq 0.05$). La figura

20, muestra las diferencias de los contenidos promedios de proteína para cada uno de los tratamientos en estudio.

Cuadro 16. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en el primer corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	4.61	1.1525	0.90 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	18.86	6.2867	4.93*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	8.11	8.11	6.36*	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	5.38	5.38	4.22 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	5.37	5.37	4.21 ^{NS}	4.75
E. Experimental	12	15.31	1.2758		
TOTAL	19				
CV = 8.48%					

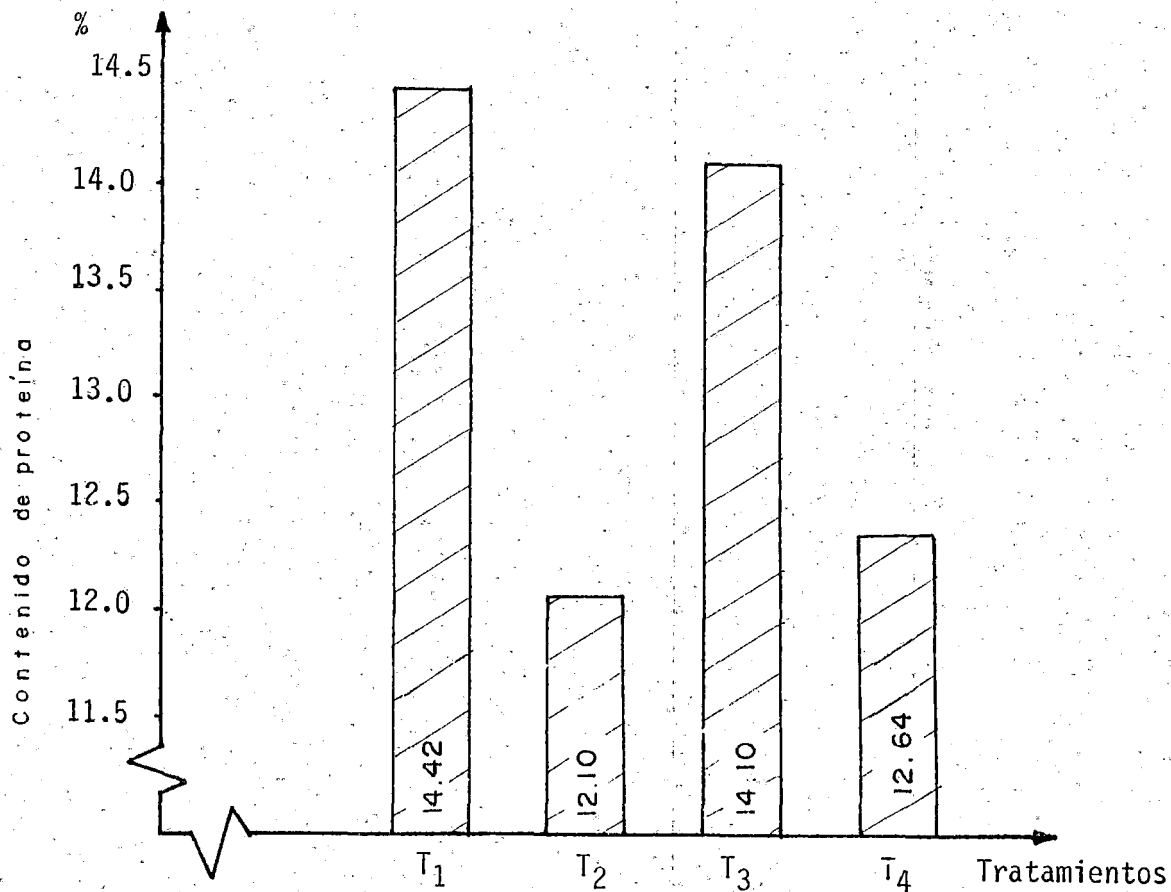


Figura 16. Contenido promedio de proteína (%) para los diferentes tratamientos durante el primer corte.

Cuadro 17. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en el segundo corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	4.07	1.02	0.22 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	5.00	1.67	0.36 ^{NS}	3.49
$C_1: T_1 - T_2, T_3, T_4$	1	0.123	0.123	0.03 ^{NS}	4.75
$C_2: T_2 - T_3, T_4$	1	3.293	3.293	0.71 ^{NS}	4.75
$C_3: T_3 - T_4$	1	1.584	1.584	0.34 ^{NS}	4.75
E. Experimental	12	55.83	4.65		
TOTAL	19				

CV = 15.65%

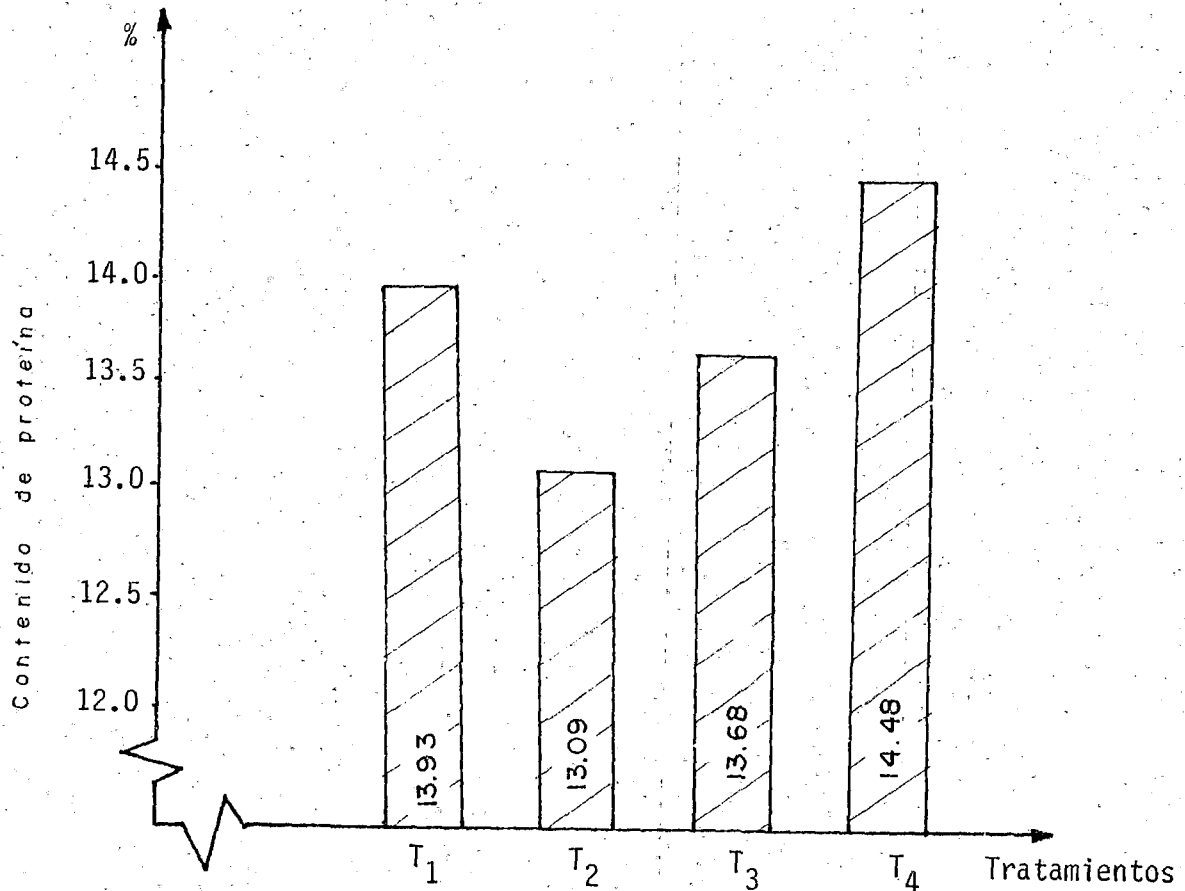


Figura 17. Contenido promedio de proteína (%) para los diferentes tratamientos durante el segundo corte.

Cuadro 18. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en el tercer corte

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	7.79	1.95	2.36 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	68.16	22.72	27.54*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	67.88	67.88	82.28*	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	0.269	0.269	0.33 ^{NS}	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	0.0014	0.0014	0.002 ^{NS}	4.75
E. Experimental	12	9.90	0.825		
TOTAL	19				

CV = 5.94%

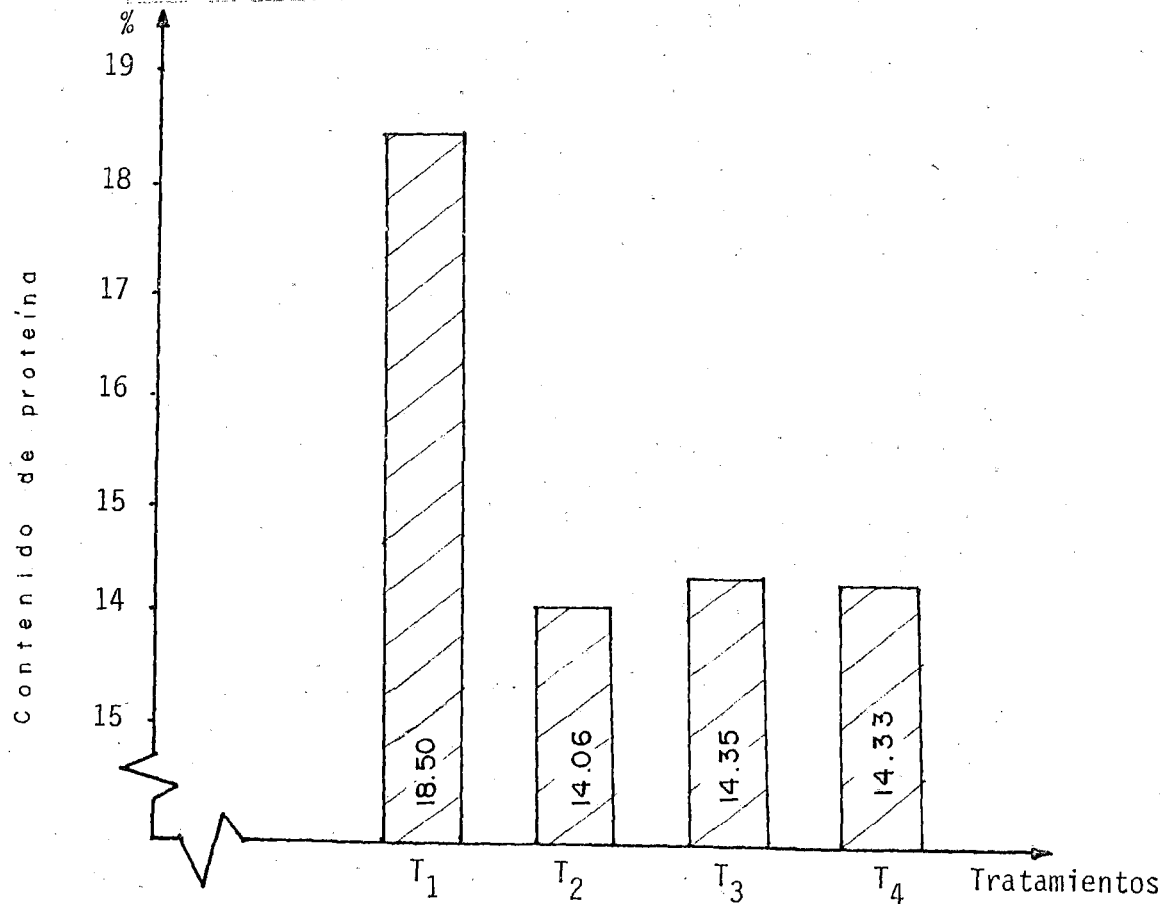


Figura 18. Contenido promedio de proteína (%) para los diferentes tratamientos durante el tercer corte.

Cuadro 19. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en el cuarto corte.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	4	2.106	0.53	1.08 ^{NS}	3.26
Tratamientos	3	18.777	6.26	12.78*	3.49
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	10.9568	10.9568	22.36*	4.75
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	6.4218	6.4218	13.11*	4.75
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	1.3987	1.3987	2.85 ^{NS}	4.75
E. Experimental	12	5.847	0.49		
TOTAL	19				

CV = 5.77%

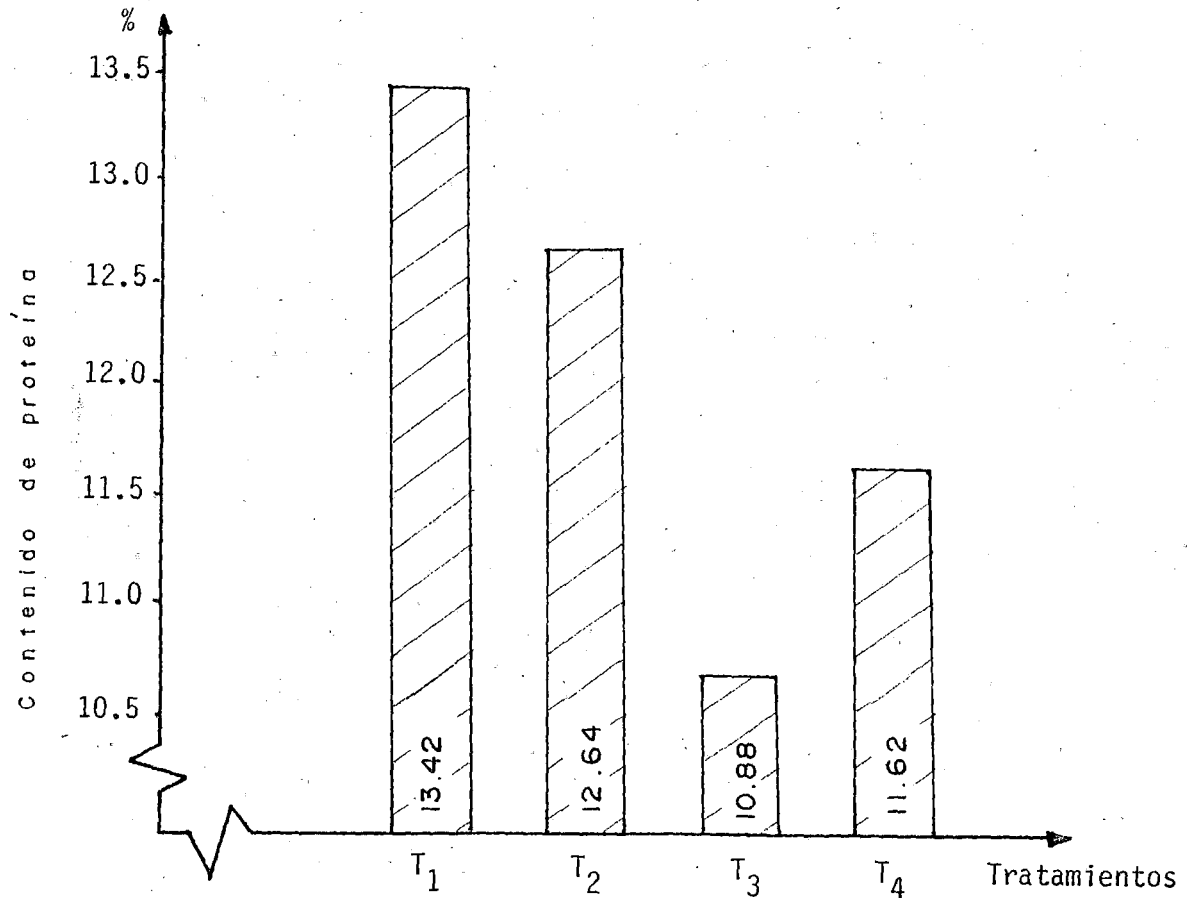


Figura 19. Contenido promedio de proteína (%) para los diferentes tratamientos durante el cuarto corte.

Cuadro 20. Análisis de varianza desglosado en ortogonales para contenido de proteína (%), en los distintos cortes.

F. DE VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc	F. Tablas 5%
Bloques	3	20.7342	6.9114	5.66*	3.86
Tratamientos	3	11.1157	3.705	3.03 ^{NS}	3.86
C ₁ : T ₁ -T ₂ , T ₃ , T ₄	1	10.8688	10.8688	8.86*	5.12
C ₂ : T ₂ -T ₃ , T ₄	1	0.2204	0.2204	0.18 ^{NS}	5.12
C ₃ : T ₃ -T ₄	1	0.0005	0.0005	0.00 ^{NS}	5.12
E. Experimental	9	10.9984	1.222		
TOTAL	15				

CV = 8.14%

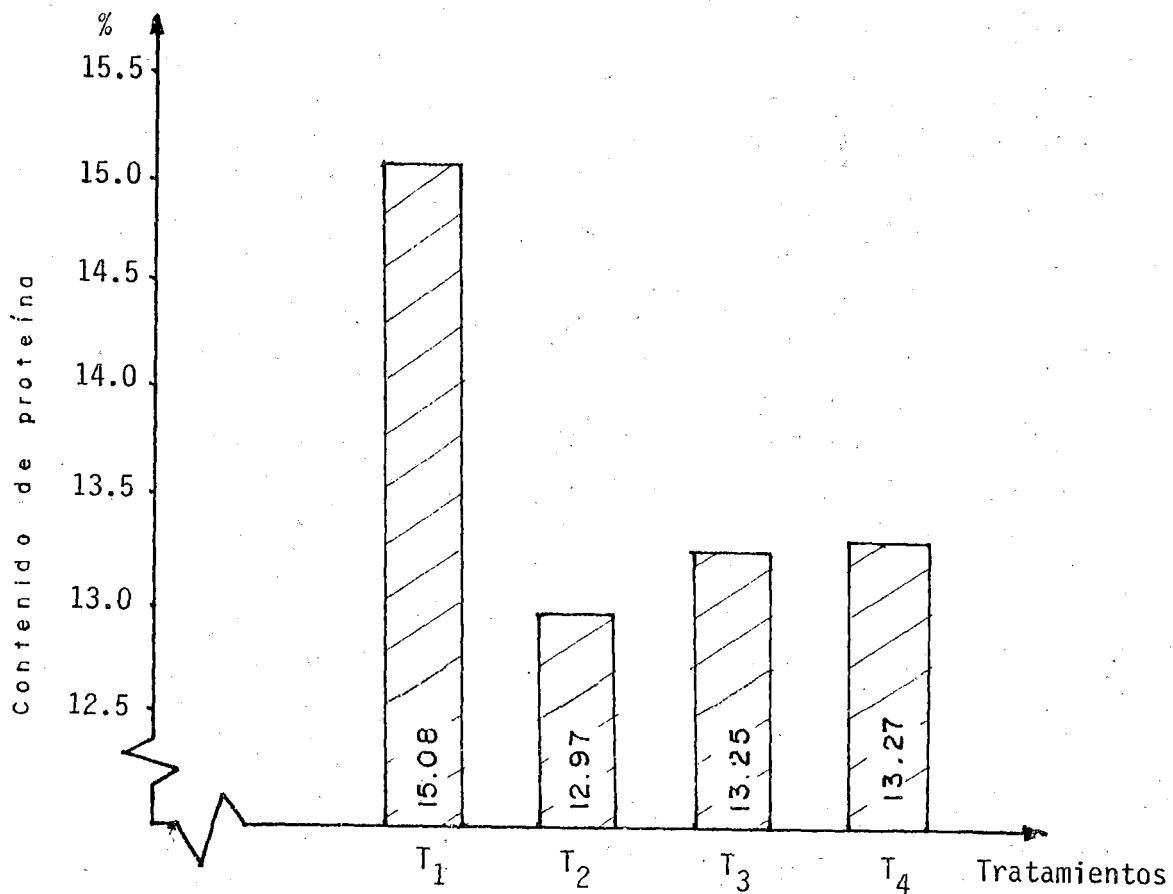


Figura 20. Contenidos promedios de proteína (%) para los diferentes tratamientos durante los cuatro cortes.

4.5. Análisis económico

Los resultados del análisis económico realizado para el rendimiento de materia verde durante los cuatro cortes para cada uno de los tratamientos, refleja que el tratamiento con intervalo de riego de 5 días (T1) produce un mayor beneficio neto, siguiéndole el T2, T3 y T4, respectivamente (Cuadro A-25).

De igual manera se comporta al realizar el análisis usando residuos (Cuadro A-26). Es decir, que el T1 presenta el residuo máximo y éste es positivo; los tratamientos T2, T3 y T4, presentan residuos negativos.

5. DISCUSION DE RESULTADOS

Se observó una tendencia ascendente del primero al cuarto corte en la mayoría de las variables evaluadas; lo que se refleja en el efecto de los bloques de los análisis de varianza generales realizados (Cuadro 5, 10, 15 y 20). Debido a que el pasto fue recuperándose paulatinamente del estrés hídrico producido por la época seca anterior al montaje del ensayo.

Para el caso del rendimiento de materia verde y materia seca siguen este comportamiento; para longitud de estolones el primer corte no sigue este comportamiento, por error cometido en el muestreo; y para el contenido de proteína, el cuarto corte muestra una disminución en comparación con los otros cortes, debiéndose esto a que el pasto entró a floración, ya que éste responde a los días largos (31), y al suceder esto, la planta disminuye su valor nutritivo (13).

5.1. Efecto sobre el rendimiento de materia verde

En los análisis de varianza de los cortes y el general (Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5), se observa que el tratamiento con un intervalo de riego de 5 días (T1), produjo un rendimiento de materia verde mayor a los tratamientos de 7, 9 y 11 días de intervalo de riego (T2, T3 y T4 respectivamente), con una probabilidad de error del 5%. Demostrando que las aplicaciones de riego con mayor frecuencia producen un aumento en el rendimiento; debido a que el pasto hizo menor esfuerzo para absorber el agua y los nutrientes. Esto se comprueba con las

bajas tensiones de humedad del suelo obtenidas en el T1, en comparación con los tratamientos T2, T3 y T4; como se observa en el cuadro A-1.

Lo que concuerda con lo dicho por GRASSI (12), quien menciona que a medida disminuye el contenido de humedad en el suelo, aumenta el esfuerzo que el cultivo requiere para extraer agua. Y lo expresado por KRAMER (18), quien dice que el crecimiento está directamente controlado por la tensión hídrica. Y también por lo dicho por ROJAS (28), que menciona que las bajas tensiones de humedad conducen a altas producciones.

Esto indica que a mayor frecuencia de riego se obtiene mayor rendimiento de materia verde. Concordando con SALTER, citado por SLATYER (32), quien menciona que el crecimiento más rápido es generalmente observado con el incremento de la frecuencia de riego. Y a lo reportado por MENENDEZ CHAVARRIA (23), quien dice que en la producción de materia verde, el aplicar riegos más seguidos aumenta el rendimiento.

Durante el cuarto corte no existió diferencia estadística entre tratamientos, ya que en el período comprendido entre el tercer y cuarto corte hubo precipitaciones pluviales de 43.5 mm. (Ver cuadro A-2), cortando el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de materia verde en éste corte.

5.2 Efecto sobre el rendimiento de materia seca

El comportamiento observado durante los cortes y el análisis de varianza general de promedios por corte (Cuadros 6,

7, 8, 9 y 10), refleja que la mayor frecuencia de riego o menor agotamiento de la lámina máxima, no provoca ningún efecto sobre el rendimiento de materia seca. Porque éste responde mas a los niveles de nitrógeno (éstos se mantuvieron constantes en el ensayo), que a la frecuencia del riego.

Concordando por lo investigado por MENENDEZ CHAVARRIA (23), quien no encontró diferencia estadística en la producción de materia seca para niveles de humedad; sin embargo, sí encontró diferencia significativa debida a la aplicación de niveles de nitrógeno, en el pasto Napier.

La respuesta del rendimiento de materia seca, fue mejor para los intervalos de riego moderados, como los de 7 y 9 días, en los cuales se observaron los mayores rendimientos, aunque estos no son estadísticamente superiores a los tratamientos con intervalos de riego de 5 y 11 días.

Estos resultados también concuerdan con los de MENENDEZ CHAVARRIA (23), quien reporta que en la producción de materia seca, no parece ser importante el aplicar riego mas frecuente, ya que el mayor rendimiento lo obtuvo en el rango intermedio de humedad, para el pasto Napier.

Esto nos indica que las tensiones bajas de humedad no producen mayor formación de tejido en el pasto Pangola.

Durante el primer corte se mantuvo el comportamiento de que los intervalos de riego moderados presentan los mayores rendimientos, siendo estos estadísticamente superiores al intervalo de riego de 11 días, pero similar al tratamiento con 5 días de intervalo de riego. Porque los intervalos de riego

cortos o moderados favorecen la recuperación del pasto al estrés hídrico.

5.3. Efecto sobre la longitud de estolones

Como indican los análisis de varianza de los cuatro cortes y el general de promedios por corte (Cuadros 11, 12, 13, 14 y 15). Existe una respuesta significativa a la reducción en el intervalo de riego. Esto se demuestra con las pruebas de contrastes ortogonales, donde el tratamiento T1 (Intervalo de riego de 5 días) resultó superior a los restantes tratamientos, evaluados con una probabilidad de error del 5% ($P \leq 0.05$). Esto refleja que la disminución en la tensión de humedad del suelo favorece el crecimiento de los estolones, ya que se reduce el esfuerzo hecho por la planta para absorber el agua y los nutrientes, encontrándose éstos más disponibles para el pasto.

Concordando por lo dicho por SALTER, citado por SLAYTER (32), quien menciona que el crecimiento más rápido es generalmente observando con el incremento de la frecuencia de riego.

Y con ROJAS (28), quien afirma que el déficit hídrico afecta el alargamiento celular, lo que causa un retraso en el crecimiento y produce una reducción en el alargamiento del tallo.

Así mismo, LARSON citado por ROJAS (28), sugiere que la tensión hídrica, inhibe la formación de auxinas en el ápice de los tallos de las plantas, provocando un crecimiento menor y

LOOMIS citado por SIATYER (32), indica que la elongación del tallo es extremadamente sensible al déficit de agua.

5.4 Efecto sobre el contenido de proteína.

En esta variable, al analizar los resultados obtenidos por corte y el general (Cuadros 16, 17, 18, 19 y 20), se visualiza que el T1 (Intervalo de riego de 5 días) presentó un mayor contenido de proteína en comparación con los tratamientos T2, T3 y T4 (Intervalos de riego de 7, 9 y 11 días respectivamente); con una probabilidad de error del 5% ($P \leq 0.05$). Es decir que la aplicación del riego con mayor frecuencia, produce un incremento en el contenido de proteína total del pasto Pangola, claro, no un contenido que se sale del rango proteínico del pasto, pero se maximiza dicho contenido, como lo reportado KIDMAN (17).

Esto es debido a que el pasto está sometido a tensiones de humedad del suelo bajas, lo que facilita la extracción de agua y nutrientes, permitiendo al pasto hacer un menor esfuerzo y un uso más eficiente del nitrógeno. Esto se refleja en la diferencia del contenido de proteína de los tratamientos bajo estudio.

Lo que concuerda con lo expresado por BIDWELL (5), quien dice que más nutrientes llegan a estar disponibles para la raíz, mientras más agua se añada al suelo. Y con lo dicho por ROJAS (28), quien menciona que la reducción de la humedad del suelo expone a las plantas a la deshidratación y escasez mineral, a menos que el suelo recupere suficiente cantidad de

agua.

Así también, BARNETT y NAYLOR, citados por ROJAS (28), encontraron un descenso general de proteína soluble en el pasto Bermuda, sometido a tensión hídrica.

Esto se debe a que las gramíneas se han vuelto fibrosas y sus niveles de proteína han disminuido (33).

Este comportamiento, no se dio durante el segundo corte, situación que se atribuye a la presencia de la enfermedad fungosa en las hojas (Ver A-3), con mayor incidencia en el T1, lo que le produjo una reducción en el área foliar, situación que no permitió que hubiese diferencia estadística entre tratamientos. Lo que se relaciona con lo dicho por GUERRERO (13), quien dice que son las hojas las que poseen mayor contenido de proteína, que los tallos.

5.5. Análisis económico

De acuerdo al análisis económico realizado, se observa que el tratamiento con intervalo de riego de 5 días (T1), produjo una mayor utilidad neta (¢3.615.38) para los cuatro cortes, que los otros tratamientos bajo estudio (T2, T3, y T4).

Además, resultó ser el tratamiento con un residuo máximo (¢1.076.19). Esto es debido a que a pesar que requiere mayores costos, el rendimiento de materia verde producido por éste (T1), compensa esa inversión ya que permite recuperarla y dejar un mayor margen de utilidades en comparación a los otros tratamientos estudiados.

6. CONCLUSIONES

El pasto pangola (*Digitaria decumbens*, STENT), es una de las gramíneas más importantes para la producción bovina en el país, por su alto valor nutritivo. Para mantener la producción de pasto durante todo el año, es necesaria la aplicación de riego, además, de una buena fertilización nitrogenada, ya que contribuye a obtener buenos rendimientos y a la calidad del pasto.

En base al análisis de los resultados obtenidos durante el ensayo, puede concluirse lo siguiente:

- En el pasto pangola, la aplicación del riego a intervalos de 5 días, produce menores tensiones de humedad del suelo con relación a los intervalos más largos, lo que le facilita la absorción de agua, provocando un aumento en el rendimiento de materia verde.

- El rendimiento de materia seca del pasto pangola, no se ve favorecido por las frecuencias de riego evaluadas en este ensayo, lo que indica que la aplicación del agua a diferentes intervalos no provoca un aumento en la formación de tejidos.

- La velocidad de crecimiento de los estolones del pasto pangola es favorecido por la frecuencia de riego de 5 días, ya que reduce el déficit hídrico con relación a los tratamientos de frecuencias más largas.

- Los mayores contenidos de proteína se obtuvieron en el tratamiento con 5 días de intervalo de riego, por los altos niveles de humedad del suelo que favorecieron la absorción del

nitrógeno aplicado.

- La aplicación de riego a intervalos de 5 días, resulta ser mas económico y por lo tanto produce mejores beneficios.

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el ensayo, y tomando en cuenta las condiciones climáticas y edáficas de la zona, se recomienda lo siguiente:

- Determinar el contenido de humedad del suelo al inicio de la temporada de riego, y así, aplicar la lámina que permita llevar el suelo a una humedad de capacidad de campo.
- Programar los riegos a intervalos de 5 días con su respectiva lámina de reposición. Esto, aumenta el rendimiento de materia verde, el crecimiento de los estolones y el contenido de proteína del pasto pangola.
- Regar el pasto pangola a intervalos de 5 días, ya que permite obtener mejores ingresos.
- Realizar investigaciones de riego en pastos, combinando intervalos de riego con niveles de nitrógeno o láminas de riego con niveles de nitrógeno.
- Efectuar este ensayo con los pastos de corte de mayor importancia en la explotación bovina.

B. BIBLIOGRAFIA

1. ALEMAN ORTEGA, S.R.; BAIRES PEREZ, C.R.; HERNANDEZ DRELLANA, C.A.; MENA GARCIA, D.E. 1989. Evaluación de bulbos de humedecimiento con fines de generar datos preliminares para el diseño de sistema de riego por goteo. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 5-13.
2. ALVAREZ MERINO, E.R.; GRANADOS ALVARADO, N.B.; ROSALES GARCIA, D. 1994. Determinación del coeficiente de uniformidad (Cu), en diferentes tipos de aspersores para generar parámetros preliminares de diseño en sistemas de riego por aspersion. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 2-8.
3. AYALA RODRIGUEZ, C. 1987. Principios de riego. S.N.T. San Salvador, El Salvador. P. 160-181.
4. BASTIN, R. 1970. Tratado de filosofía vegetal. Trad. por Manuel Serrano Garcia. Barcelona, España. Continental. P. 323-332.
5. BIDWELL, R.G. 1979. Filosofía vegetal. Trad. por Guadalupe Gerónimo Cano y Cano. México D.F. P. 267, 268, 207-272.
6. BONILLA LARA, H.A.; MURILLO VILLANUEVA, D.A. 1993. Evaluación de sistemas de riego por goteo y microaspersión no convencionales en pepino (Cucumis sativus) en San Luis Talpa, La Paz. Tesis Ing. Agr.

- San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 45-48.
7. CIMMYT (MEX) 1988. *La Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica.* México D.F. P. 9, 47.
 8. DOORENBUS, J. 1976. *Las necesidades de agua de los cultivos.* Roma, Italia, F.A.O. (Colección F.A.O.: riego y drenaje No. 24) P. 76-78.
 9. ESPINOZA FERNANDEZ, N.P. 1986. *Rehabilitación de potreros de pasto pangola (Digitaria decumbes) utilizando equipo agrícola.* Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 3, 4, 20, 21, 24.
 10. FULLERTON, T.M. STUTLER, R.P.; JAMES, D.W.; WERRIS, R.F.; GONZALES, N. 1982. *On-Farm water mangement research and demostration in a tropical wet/dry climate: El Salvador, Centro América. Pangola grass irrigation and fertilization for year-round produccion.* International Irrigation Center, Utha State University. Research Bulletin N.I. P. 113-135.
 11. GAVANDE, S.A. 1973. *Física de suelos. Principios y aplicaciones.* México D.F., Limusa-Wiley P. 176
 12. GRASSI, C.J. 1978. *Métodos de riego.* Mérida, Venezuela, CIDIAT, P. 11,12.
 13. GUERRERO GARCIA, A. 1977. *Cultivos Herbáceos Extensivos.* Madrid, España, Mundi-Prensa. P. 403, 410.

14. HIDALGO, V.M.; MOLINA, E.L.; TEJADA, J.M. 1990. *Guía general de riegos para la Zona Oriental del País. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P-1-6.*
15. HUGHES, H.D.; HEATH, M.Z.; METCALFE, D.S. 1966. *Forrajes. México, Continental. P. 649-655.*
16. JUAREZ DUBON, K.L.; LANDAVERDE, M. DE J.; SANCHEZ DELGADO, B.A. 1991. *Diseño de un programa de riego para la estación experimental y de prácticas de la facultad de Ciencias Agronómicas. Tesis Ing. Agr. San Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P.3.*
17. KIDMAN, D.C. 1974. *On-Farm water Management research at Atiococho in El Salvador. Irrigated pasture production. Estados Unidos, International Irrigation Center, Utha State University. Progress report 1973-74. P. 24-29.*
18. KRAMER, P.J. 1974. *Relaciones hídricas del suelo y plantas Trad. por Leonor Tejada. México D.F. Edutex. P. 59, 60.*
19. LEON, R. 1973. *La importancia de los pastos como vegetación util al hombre. México, centro regional de ayuda técnica. P.2.*
20. LUNA LORENTE, F.; ROSELLO BELTRAN, B.; HIDALGO, J.J. 1984. *Forrajes plurianuales para los regadíos mediterráneos. Madrid, España. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Hoja divulgativa*

No. 2 P. 5.

21. MARROQUIN, V.R. 1992. Manual de economía agrícola salvadoreña. San Salvador, El Salvador, impresos Pino P. 158, 158.
22. MENDOZA, A.E. S.F. Riego por superficie, San Salvador, El Salvador, S.N.T. P. III-1, 2,6,6, IV-10.
23. MENENDEZ CHAVARRIA, L.A. 1980. Respuesta del pasto Napier (Pennisetum Purpureum) a diferentes regímenes de humedad y niveles de fertilización. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. P. 4-9.
24. MOSCOSO CARRANZA, M.R. 1970. Estudios sobre la operación y mantenimiento de un sistema de riego. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. P. 4-9.
25. NUILA DE MEJIA, J.A.; MEJIA MEJIA, M.A. 1990. Manual de diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. San Salvador, S.N. P. 67-72.
26. PASTOR RODRIGUEZ, J.; RIVERA BRENES, L. 1962. El cultivo de la yerba pangola en Puerto Rico. Ría Piedras, Universidad de Puerto Rico, 161: 14-28.
27. ROBLES SANCHEZ, R. 1975. Producción de granos y forrajes. México. Limusa. P. 361, 362.
28. ROJAS, E. 1977. Relaciones hídricas de las plantas. Mérida, Venezuela, CIDIAT. P. 59-82.
29. SENNINGER IRRIGATION INC. S.F. Florida, Estados

Unidos, S.N. P. 9, 22, 23.

30. SEMPLE, A.T. 1974. *Avances en pasturas cultivadas y naturales*. Trad. por Silvia R. Rodríguez de Cianzio. Buenos Aires, Argentina. Hemisterio Sur. P. 278, 281.
31. SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. 1992. *Gramineas tropicales*. Roma, Italia, F.A.O. (Colección F.A.O.: Producción y protección vegetal No. 23) P. 374-379.
32. SLATYER, R.D. 1967. *Plant-water relationships*. London, S.B., Academic Press. P. 285-301.
33. TERGAS, L.E.; SANCHEZ, P.A. 1978. *Producción de pastos en Suelos Acidos de los Trópicos*. Cali, Colombia, CIAT. P.300.
34. TURELLE, J.W.; AUSTIN, W.W. 1967. *Irrigater pastures for forage production and soil conservation in the west*. Estados Unidos, Department of Agriculture Farmers' Bulletin No.2230. P.11-18.
35. VASQUEZ CARCAMO, A.A.; VILLALTA UMAÑA, M. DE LA P. 1990. *Efecto de Diferentes niveles de nitrógeno en el rendimiento y composición química de los pastos pangola. (Digitaria decumbens) y callie (Cynodón dactylón, Var. Callie)*. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 5, 7, 8, 94.

9. A N E X O S

Cuadro A-1. Tensión de humedad promedio y sus respectivos porcentajes, registrados en el día de la aplicación del riego.

TRATAMIENTOS	PROFUNDIDAD			
	15 cm.		30 cm.	
	Tensión (Cbar)	% Humedad	Tensión (Cbar)	% Humedad
T ₁ (IR = 5 días)	13.5	29.92	29.0	24.06
T ₂ (IR = 7 días)	27.5	25.80	38.0	21.36
T ₃ (IR = 9 días)	38.5	22.72	45.0	19.34
T ₄ (IR = 11 días)	46.5	20.26	49.0	17.72

Cuadro A-2. Registro decádicos y promedios de décadas de los elementos climáticos durante el período de realización del ensayo en su fase de campo.

DECADAS Y PROMEDIOS ELEMENTOS CLIMATICOS	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	1	2	3	\bar{X}	1	2	3	\bar{X}	1	2	3	\bar{X}	1	2	3	\bar{X}
Radiación global calcula ($\text{cal}/\text{cm}^2 \times \text{d.}$)	494.8	526.8	486.9	502.8	567.2	532.3	541.0	546.8	568.5	550.3	476.9	531.9	500.9	473.1	473.0	482.3
Luz solar media (Hrs.luz/día)	9.0	10.2	8.8	9.3	10.5	9.2	9.6	9.7	9.7	9.2	7.0	8.6	7.8	6.8	6.6	7.0
Temperatura media del aire ($^{\circ}\text{C}$).	29.0	26.3	26.0	27.1	25.5	26.4	26.4	26.1	26.7	23.7	27.3	25.9	27.4	27.4	26.9	27.2
Humedad relativa media del aire (%).	72	69	80	74	73	75	73	74	82	71	79	77	78	83	83	81
Precipitación total (mm).	-	-	4.2	4.2	-	-	0.6	0.6	-	-	9.8	9.8	43.5	25.0	42.8	37.1
Velocidad media del viento (Km/Hr).	4.0	4.6	3.2	4.0	3.7	4.0	3.7	3.8	3.7	3.6	3.4	3.6	3.6	2.7	2.6	3.0
Temp. del suelo con vegetación (a 10 cm) $^{\circ}\text{C}$	30.3	30.8	31.3	30.8	29.8	31.8	32.3	31.3	33.6	33.4	32.6	33.2	32.0	31.3	31.5	31.6
Temp. del suelo con vegetación (a 20 cm) $^{\circ}\text{C}$	30.2	30.6	31.5	30.8	29.8	31.3	32.2	31.0	33.2	33.2	32.7	33.0	31.6	31.2	31.5	31.4

FUENTE: Estación Meterológica La Providencia.

CUADRO A-3 ANALISIS FITOPATOLOGICO

MUESTRA : Pasto Pangola (Digitaria decumbens, STENT)

PROCEDENCIA : Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Potrero No. 2

REMITIO : _____

FECHA : abril 13 de 1994.

SINTOMAS : Manchas foliares de forma redondeada y con anillos concéntricos de infección.

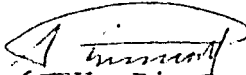
AGENTE CAUSAL : Cercospora sp.

RECOMENDACIONES : Aplicaciones de Dithane M-45 en dosis de 12-15 gr/Gal. H₂O cada 5-15 días dependiendo de la severidad de la enfermedad.

OBSERVACIONES : _____

:188C.-




Ing. Agr. Andrés W. Rivas Flores
Enc. del Laboratorio de Diagnóstico

Cuadro A-4. Rendimiento de materia verde en Ton/Ha de pasto - pangola (Digitaria decumbens, STENT), para el primer corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	8.91	8.64	8.64	9.09	9.95	45.23	9.046
T ₂	8.41	7.95	9.00	9.68	7.41	42.45	8.490
T ₃	12.14	10.95	7.00	10.50	10.23	50.82	10.164
T ₄	8.55	8.73	6.45	6.55	7.68	37.96	7.592
SUMA	38.01	36.27	31.09	35.82	35.27	176.46	35.292

Cuadro A-5. Rendimiento de materia verde en Ton/Ha de pasto - pangola (Digitaria decumbens, STENT), para el secundo corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	18.545	18.364	16.864	19.682	23.500	96.955	19.391
T ₂	13.636	15.727	14.227	13.455	15.136	72.181	14.436
T ₃	15.136	17.636	12.864	14.955	14.000	74.591	14.918
T ₄	12.136	13.273	13.636	14.773	10.409	64.227	12.845
SUMA	59.453	65.000	57.591	62.865	63.045	307.954	61.590

Cuadro A-6. Rendimiento de materia verde en Ton/Ha. de pasto pangola --
(Digitaria decumbens, STENT), para el tercer corte.

TRATAMIENTOS	B L O C O S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	16.27	16.86	15.73	20.45	17.04	86.35	17.27
T ₂	16.86	14.59	15.36	15.36	16.68	78.85	15.77
T ₃	12.86	11.95	12.86	16.09	10.82	64.58	12.92
T ₄	16.68	10.23	16.68	14.77	15.14	73.50	14.70
SUMA	62.67	53.63	60.63	66.67	59.68	303.28	60.66

Cuadro A-7. Rendimiento de materia verde en Ton/Ha de pasto pangola --
(Digitaria decumbens, STENT), para el cuarto corte.

TRATAMIENTOS	B L O C O S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	27.27	23.50	32.00	25.36	25.59	133.72	26.74
T ₂	25.36	24.45	25.95	26.50	23.09	125.35	25.07
T ₃	26.73	25.32	25.95	24.04	22.73	124.77	24.95
T ₄	27.09	24.45	20.82	23.86	21.05	117.27	23.45
SUMA	106.45	97.72	104.72	99.76	92.46	501.11	100.21

Cuadro A-8. Rendimiento promedio de materia verde en Ton/Ha de pasto pangola (Digitaria decumbens, STENT), para los cuatro cortes.

TRATAMIENTOS	C O R T E S				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₁	9.046	19.391	17.27	26.74	72.447	18.112
T ₂	8.490	14.436	15.77	25.07	63.766	15.942
T ₃	10.164	14.918	12.92	24.95	62.452	15.613
T ₄	7.591	12.845	12.70	23.45	56.586	14.147
SUMA	35.292	61.590	60.66	100.21	255.251	63.814

Cuadro A-9. Rendimiento de materia seca en Ton/Ha. de pasto pangola (Digitaria decumbens, STENT), para el primer corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T	2.22	1.77	1.95	2.04	2.18	10.16	2.032
T	2.59	2.77	2.41	2.63	2.86	13.26	2.652
T	2.54	2.86	1.72	2.04	2.72	11.88	2.376
T	1.81	2.04	1.50	1.68	1.54	8.57	1.714
SUMA	9.16	9.44	7.58	8.39	9.30	43.87	8.774

Cuadro A-10. Rendimiento de materia seca en Ton/Ha de pasto pangola --
(Digitaria decumbens, STENT), para el segundo corte.

TRATAMIENTOS	B L O C O S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	4.17	2.81	4.31	3.40	3.63	18.32	3.664
T ₂	3.22	3.27	3.58	3.81	2.81	16.69	3.338
T ₃	3.45	4.58	3.49	3.54	3.18	18.24	3.648
T ₄	2.68	2.95	3.18	3.49	2.90	15.20	3.040
SUMA	13.52	13.61	14.56	14.54	12.52	68.45	13.690

Cuadro A-11. Rendimiento de materia seca en Ton/Ha de pasto pangola --
(Digitaria decumbens, STENT), para el tercer corte.

TRATAMIENTOS	B L O C O S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	3.18	2.77	2.99	3.31	3.77	16.02	3.204
T ₂	3.36	3.86	3.31	3.58	3.81	17.92	3.584
T ₃	2.86	2.88	3.49	3.54	2.41	15.18	3.036
T ₄	3.72	2.41	3.95	2.95	3.54	16.57	3.314
SUMA	13.12	11.92	13.74	13.38	13.53	65.69	13.138

Cuadro A-12. Rendimiento de materia seca en Ton/Ha de pasto pangola (Digitaria decumbens, STENT), para el cuarto corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	4.85	6.03	4.95	5.94	4.90	26.67	5.334
T ₂	5.85	5.72	5.31	5.40	5.58	27.86	5.572
T ₃	6.31	5.76	5.76	3.58	5.22	26.63	5.326
T ₄	5.13	4.76	3.99	5.04	4.45	23.37	4.674
SUMA	22.14	22.27	20.91	19.96	20.15	104.53	20.906

Cuadro A-13. Rendimiento promedio de materia seca en Ton/Ha. de pasto pangola (Digitaria decumbens, STENT), para los cuatro cortes.

TRATAMIENTOS	C O R T E S				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₁	2.032	3.664	3.204	5.334	14.234	3.559
T ₂	2.652	3.338	3.584	5.572	15.146	3.787
T ₃	2.376	3.648	3.036	5.326	14.386	3.597
T ₄	1.714	3.04	3.314	4.674	12.742	3.186
SUMA	8.774	13.690	13.138	20.906	56.508	14.129

Cuadro A-14. Longitud de estolones en cm de pasto pangola (Digitaria -- decumbens, STENT), para el primer corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	40.35	38.98	47.98	53.42	35.93	216.66	43.33
T ₂	28.72	28.43	34.97	26.38	34.18	152.68	30.54
T ₂	49.60	39.05	40.42	45.00	39.67	213.74	42.75
T ₃	27.12	17.48	26.42	28.92	26.00	125.94	25.19
SUMA	145.79	123.94	149.79	153.72	135.78	709.02	141.81

Cuadro A-15. Longitud de estolones en cm de pasto pangola (Digitaria -- decumbens, STENT), para el segundo corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	31.47	31.15	32.97	31.38	32.67	159.64	31.93
T ₂	23.71	18.09	19.33	21.71	19.73	102.57	20.51
T ₃	18.16	23.11	18.78	19.32	19.02	98.39	19.68
T ₄	16.56	20.14	21.31	20.91	18.62	97.54	19.51
SUMA	89.90	92.49	92.39	93.32	90.04	458.14	91.67

Cuadro A-16. Longitud de estolones en cm de pasto pangola (Digitaria --
decumbens, STENT), para el tercer corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	33.82	28.75	30.52	28.53	24.65	146.27	29.25
T ₂	26.33	23.18	20.67	26.43	23.18	119.79	23.96
T ₃	19.75	21.65	18.55	22.23	18.63	100.81	20.16
T ₄	23.65	19.97	20.65	24.72	21.13	110.12	22.02
SUMA	103.55	93.55	90.39	101.91	87.59	476.99	95.39

Cuadro A-17. Longitud de estolones en cm de pasto pangola (Digitaria --
decumbens, STENT), para el cuarto corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	46.37	31.35	43.55	40.58	50.62	212.47	42.49
T ₂	30.58	28.96	34.25	31.35	29.33	154.47	30.89
T ₃	36.60	33.83	33.97	31.83	32.05	168.28	33.65
T ₄	30.88	25.68	23.25	27.30	27.18	134.29	26.86
SUMA	144.43	119.82	135.02	131.06	139.18	669.51	133.90

Cuadro A-18. Longitud promedio de estolones en cm de pasto pangola (Digitaria decumbens, STENT), para los cuatro cortes.

TRATAMIENTOS	C O R T E S				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₁	43.33	31.93	29.25	42.49	147.00	36.75
T ₂	30.54	20.51	23.96	30.89	105.90	26.48
T ₃	42.75	19.68	20.16	33.66	116.25	29.06
T ₄	25.19	19.51	22.02	26.86	93.58	23.40
SUMA	141.81	91.67	95.39	133.90	462.73	28.92

Cuadro A-19. Contenido de proteína total en % de pasto pangola (Digitaria -- decumbens, STENT), para el primer corte.

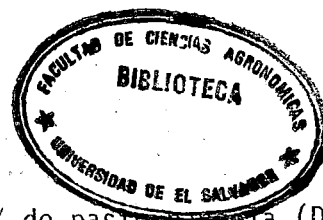
TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	15.03	13.94	14.72	14.33	14.07	72.09	14.42
T ₂	11.08	13.81	12.60	11.29	11.72	60.50	12.10
T ₃	15.85	12.20	13.60	15.20	13.67	70.52	14.10
T ₄	14.38	12.12	12.55	13.02	11.12	63.19	12.64
SUMA	56.34	52.07	53.47	53.84	50.58	266.30	13.32

Cuadro A-20. Contenido de proteína total en % de pasto pangola (Digitaria decumbens, STENT), para el segundo corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	11.64	13.99	15.11	16.05	12.87	69.66	13.93
T ₂	13.43	10.17	13.12	10.85	17.87	65.44	13.09
T ₃	14.55	12.98	11.77	14.64	14.48	68.42	13.68
T ₄	15.07	15.86	14.68	13.51	13.28	72.40	14.48
SUMA	54.69	53.00	54.68	55.05	58.50	275.92	13.84

Cuadro A-21. Contenido de preteína total en % de pasto pangola (Digitaria DECUMBENS, STENT), para el tercer corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	17.67	18.30	17.48	20.07	18.99	92.51	18.50
T ₂	14.50	13.53	14.12	15.44	12.70	70.29	14.06
T ₃	13.15	14.93	15.07	14.29	14.33	71.77	14.35
T ₄	14.39	14.74	14.17	15.97	12.38	71.65	14.33
SUMA	59.71	61.50	60.84	65.77	58.40	306.22	15.31



Cuadro A-22. Contenido de proteína total en % de pasto pangola (Digitaria -- decumbens, STENT), para el cuarto corte.

TRATAMIENTOS	B L O Q U E S					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
T ₁	12.72	12.73	13.97	14.50	13.19	67.11	13.42
T ₂	12.89	12.63	12.28	12.90	12.49	63.19	12.64
T ₃	10.55	10.06	12.28	11.08	10.41	54.38	10.88
T ₄	12.60	10.82	11.32	11.20	12.18	58.12	11.62
SUMA	48.76	46.24	49.85	49.68	48.27	242.80	12.14

Cuadro A-23. Contenido promedio de proteína total en % de pasto pangola -- (Digitaria decumbens, STENT), para los cuatro cortes.

TRATAMIENTOS	C O R T E S				SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₁	14.42	13.93	18.50	13.42	60.27	15.08
T ₂	12.10	13.09	14.06	12.64	51.89	12.97
T ₃	14.10	13.68	14.35	10.88	53.01	13.25
T ₄	12.64	14.48	14.33	11.62	53.07	13.27
SUMA	53.26	55.18	61.24	48.56	218.24	13.64

ANEXO A-24. INFORMACION GENERAL PARA EL PRESUPUESTO PARCIAL

INFORMACION GENERAL:

- Precio de venta de Pasto <u>4/</u>	¢	150/Ton
- Precio de compra sulfato de amonio	¢	70/qq
- Transporte de fertilizante	¢	40/Viaje
- Alquiler de cosechadora de pasto	¢	400/Ha
- Costo de energía eléctrica	¢	0.55 Km/h
- Depreciación de equipo de bombeo y riego	¢	2.37/hr
- Arrendamiento de tierra	¢	500/Ha
- Consumo de energía eléctrica de la bomba	¢	22.7 Kwh
- Control de malezas		2 día/hombre/ corte
- Aplicación de fertilizante		1 día/hombre/ corte
- Traslado de tubería		Ver continua- ción.

4/ BARAHONA, C.1994. Precio de venta del pasto pangola. San Salvador, Proleche (Comunicación Personal)

TRASLADO DE TUBERIA

La mano de obra necesaria para el traslado de tubería se calculó considerando que se necesitan 2 personas para el acarreo de tubería y que por riego de cualquier tratamiento se hacen 2 cambios que se realizan en 0.5 horas. Todo para las condiciones de la estación experimental con 36 aspersores separados 12 m.

4/ Barahona, C.1994. Precio de venta del pasto pangola. San Salvador, Proleche (Comunicación Personal)

Tratamientos Número de riegos/temporada M.O.Traslado de tubería

T1	18	4.5 días/hombre
T2	13	3.25 días/hombre
T3	10	2.5 días/hombre
T4	8	2 días/hombre

* Costo de energía eléctrica por tratamiento:

Este se calculó considerando que con el equipo de la estación se puede regar una hectaria con un cambio de laterales. Por lo tanto se multiplicó el tiempo de riego por dos y este resultado por el número de riego por dos y este resultado por el número de riegos de cada tratamiento. Luego se multiplicó el número de horas de riego de cada tratamiento por el costo de energía de una hora riego.

$$\begin{aligned}
 - \text{Costo de energía de una hora de riego} &= 22.7 \text{ KWH} \times \phi 0.55 \\
 \text{KWH} & \\
 &= 12.49 \text{ hr.}
 \end{aligned}$$

<u>Tratamiento</u>	<u>Tiempo de riego</u>	<u>Número de riego</u>	<u>Costo energía</u>
T1	2.59 hr	18	φ 1.164.57
T2	3.62 hr	13	1.175.56
T3	4.66 hr	10	1.164.07
T4	5.69 hr	8	1.137.09

CUADRO A-25 PRESUPUESTO PARCIAL

	TRATAMIENTO			
	T1	T2	T3	T4
Ingresos:				
-Rend. (Ton/Ha/4 Cortes)	72.448	63.768	62.452	56.588
-Rend. ajustado (Ton/Ha/4/cortes)	57,958	51,014	49,962	45,270
-Precio de venta (¢/Ton)	150.00	150.00	150.00	150.00
Beneficio Bruto ¢	8,693.76	7,652.16	7,494.24	6,790.56
Egresos:				
Costos variables:				
- Fertilizante ¢	1,173.33	1,173.33	1,173.33	1,173.33
- Cosecha de pasto	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
- Traslado de tubería	103.50	74.75	57.50	46.00
- Control de malezas	184.00	184.00	184.00	184.00
- Fertilización	92.00	92.00	92.00	92.00
- Transporte de fertilizante	40.00	40.00	40.00	40.00
- Energía eléctrica	1,164.57	1,175.56	1,164.07	1,137.09
Costos fijos:				
- Depreciación bomba y equipo de riego	220.98	223.06	220.88	215.76
- Arrendamiento de tierra	500.00	500.00	500.00	500.00
Total egresos	5,078.38	5,062.70	5,031.78	4,988.18
Utilidades netas	3,615.38	2,589.46	2,462.46	1,802.38

CUADRO A-26 ANALISIS ECONOMICO USANDO RESIDUOS

- Tasa de retorno Mínimo = 50%

TRATAMIENTO	TOTAL EGRESOS	UTILIDAD NETA	RETORNO MINIMO	RESIDUO
T4	¢ 4.988.18	¢ 1.802.38	¢ 2.494.09	¢ -691.71
T3	5.031.78	2.462.46	2.531.35	- 53.43
T2	5.062.70	2.589.46	2.531.35	58.11
T1	5.078.38	3.615.38	2.539.19	1.076.19 _{a/}

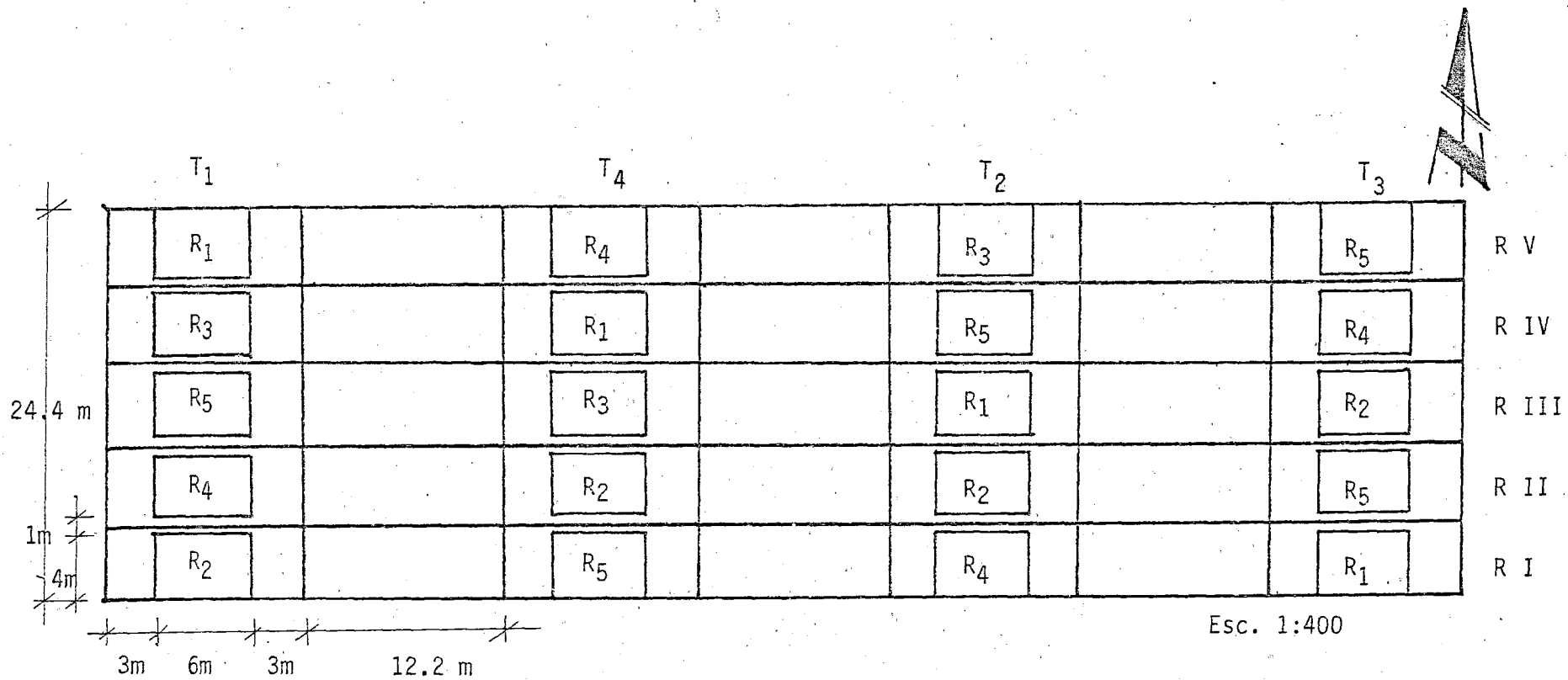
a/ Residuo Máximo.

CUADRO A-27. Calendario de riego y actividades realizadas, para los diferentes tratamientos estudiados. Estación experimental y de Prácticas "La Providencia", 1994.

MESES	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
TRATAMIENTO ACTIVIDAD	DIA REALIZADO	DIA REALIZADO	DIA REALIZADO	DIA REALIZADO
T1	10*, 15, 20, 25	2, 7, 12, 17, 22, 27	1, 6, 11, 16, 21, 26	1, 6, 11
T2	10*15, 20, 25	2, 7, 12, 17, 22, 27	1, 6, 11, 16, 21, 26.	5, 12 ⁱ
T3	10*, 19, 28	3, 10, 17, 24, 31	7, 14, 21, 28	2, 11
T4	10*, 21	4, 15, 26	6, 17, 28	9.
CORTE	-	5, 28	20	13
FERTILIZACION	12	6, 29	21	-

* = Aplicación de la lámina máxima.

i = No se realizó



TRATAMIENTOS:

T₁ = Intervalo de riego de 5 días

T₂ = Intervalo de riego de 7 días

T₃ = Intervalo de riego de 9 días

T₄ = Intervalo de riego de 11 días

Figura A-1. Plano de distribución de tratamientos.

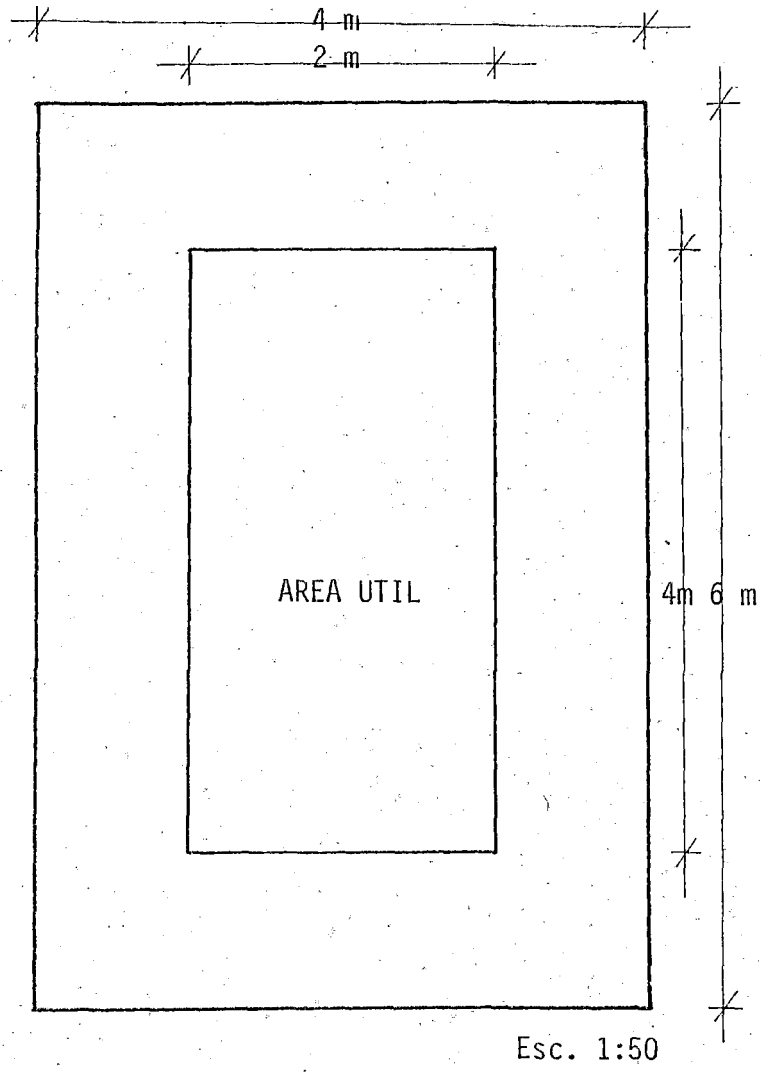


Figura A-2. Parcela y área útil de muestreo.

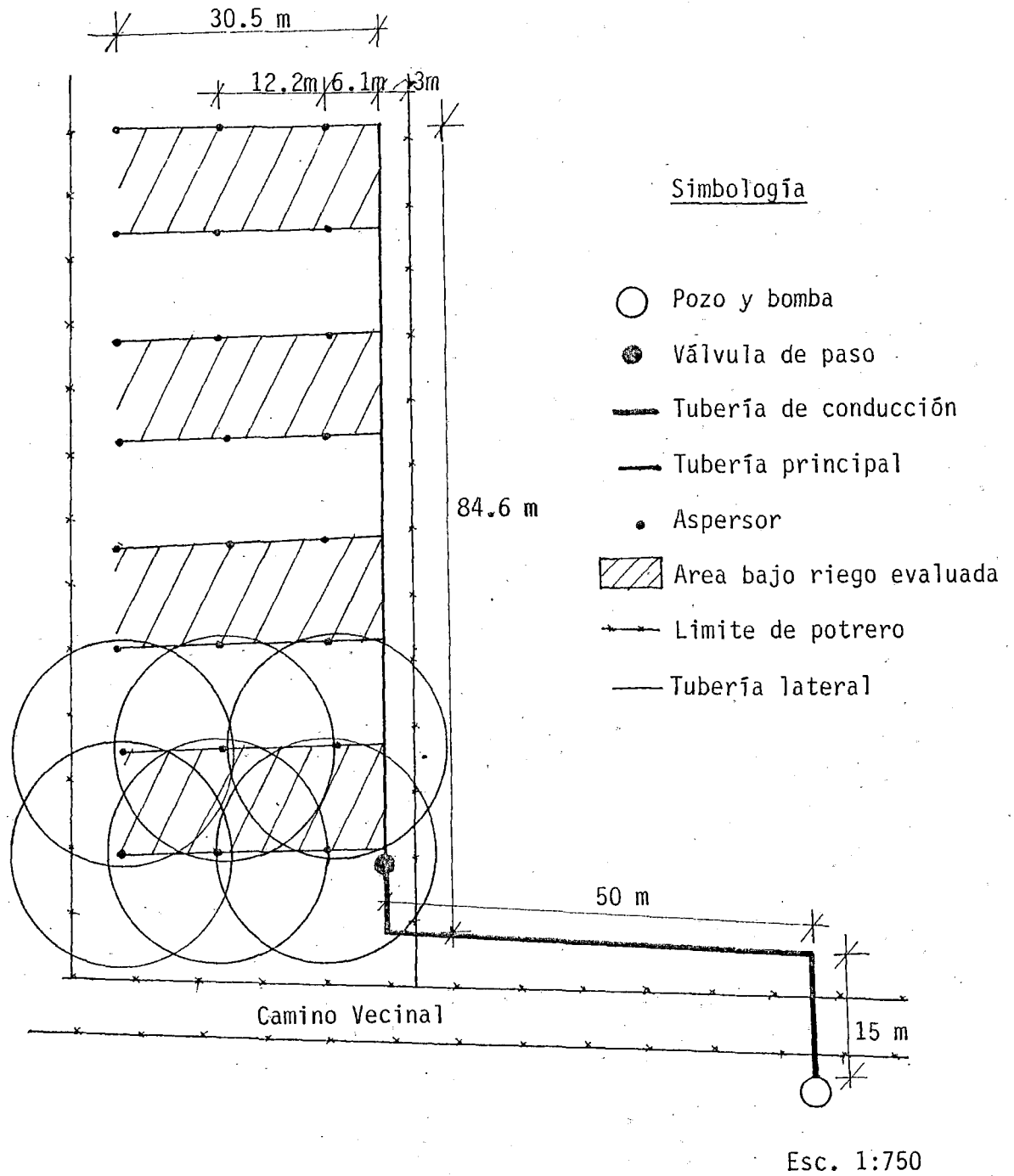


Figura A-3. Plano de distribución de tubería y área bajo riego evaluada.

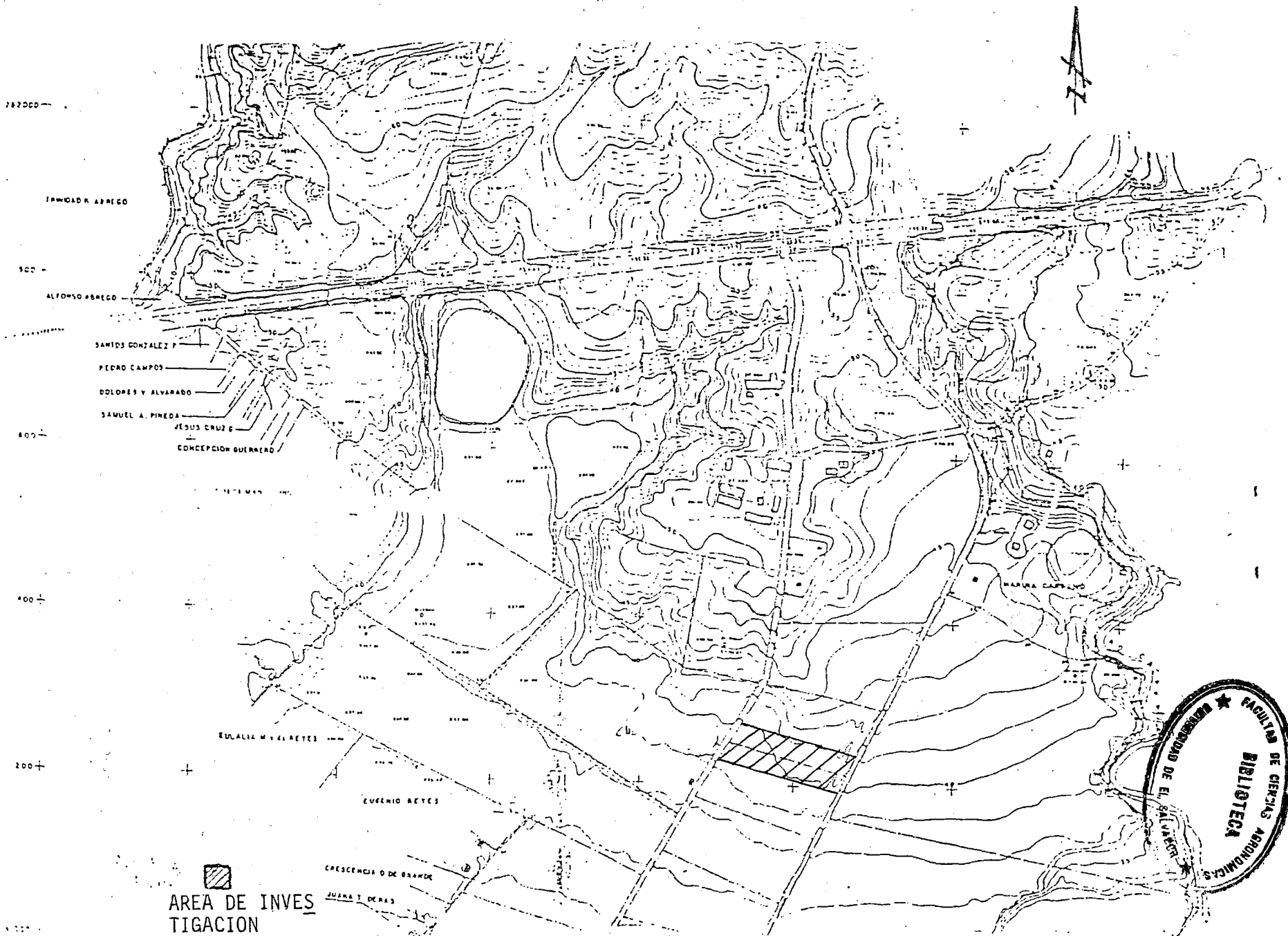


Figura A-4 . Plano de ubicación del ensayo en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Esc. 1:6500.