

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ¡Error! No se encuentra el
origen de la referencia.

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA



Utilización de Aguas Negras en el cultivo de Triticale (X.
Triticosecale Wittmack), variedad AN-57 para la producción de
forraje, utilizando como testigo agua normal.

Por

RAMON ZAMORA GUAJARDO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 1998

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA**

UTILIZACION DE AGUAS NEGRAS EN EL CULTIVO DE TRITICALE
(X.Triticosecale Wittmack), VARIEDAD AN-57 PARA LA PRODUCCION
DE FORRAJE, UTILIZANDO COMO TESTIGO AGUA NORMAL

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

POR

RAMON ZAMORA GUAJARDO

PRESIDENTE DEL JURADO

ING. MANUEL A. BURCIAGA VERA

SINODAL

SINODAL

M.C. EMILIO PADRON CORRAL

ING. RAMIRO LUNA MONTOYA

SINODAL SUPLENTE

ING. ROSENDO GONZALEZ GARZA

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M.C. MARIANO FLORES DAVILA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO.

MAYO DE 1998.

DEDICATORIAS

A DIOS. Quien siempre me dió fortaleza en mis años de estudiante, fé y esperanza para poder lograr lo que se desea ser en la vida.

A MIS PADRES. Sr. Ramón Zamora Treviño y Sra. Elva Guajardo de Zamora, con todo mi cariño y agradecimiento. A mi madre gracias por sus oraciones y a mi padre por sus consejos con los cuales nunca me dí por vencido para llegar a superarme.

A MIS HERMANOS. Con el cariño de siempre, de quienes recibí apoyo moral y especialmente a mi hermano el cual siempre me rindó su ayuda en los momentos en que más lo necesite.

A MI ESPOSA. Olga del Carmen, gracias porque siempre me has apoyado y has estado conmigo en los triunfos y tropiezos y sobre todo porque compartes tu vida conmigo.

A TODOS MIS SOBRINOS. Con mucho cariño, y espero que les pueda servir de ejemplo, de que a base de sacrificio y esfuerzo se pueden lograr las cosas que queremos.

A MI SUEGRA. Sra. Olga Avalos, gracias por todo el apoyo brindado.

AL ING. Sergio García Ramírez y su familia, quienes siempre me han brindado su amistad de manera incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme recibido en su seno y brindarme la oportunidad de ser uno más de sus hijos, porque ser un “Buitre” de la Narro es cuestión de orgullo.

Al Ing. Manuel A. Burciaga Vera. A usted mi más sincero agradecimiento por sus sabios conocimientos y consejos que me han enseñado a darle valor a esas pequeñas cosas de la vida. Mil gracias por su asesoría para la realización de este trabajo.

Al Ing. Ramiro Luna Montoya, por sus aportaciones y sugerencias brindadas.

Al M.C. Emilio Padrón, por su asesoría en el trabajo estadístico.

A mis maestros, por transmitir en mí sus conocimientos que fueron la base en mi carrera de Agronomía.

A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo desinteresadamente.

INDICE DE CONTENIDO

	Páginas
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE GRAFICAS.....	xi
I.- INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo General.....	4
1.2. Objetivo Especifico.....	4
1.3. Hipótesis.....	4
II.- REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1. Origen del triticale.....	5
2.2. Clasificación Taxonómica.....	7
2.3. Tipos de Triticales forrajeros.....	8
2.4. Morfología del Triticale.....	9
2.5. Potencial Forrajero.....	10
2.6. El Triticale. Nueva alternativa para forraje de corte o pastoreo.....	13
2.7. Valor nutritivo del forraje de triticale.....	14
2.8. Importancia agronómica del triticale.....	15
2.9. Necesidades agronómicas del triticale.....	16
2.9.1. Suelo y Clima.....	16
2.9.2. Preparación del terreno.....	17
2.9.3. Cantidad de semilla para siembra.....	17

	v	
2.9.4. Uso de fertilizantes.....	18	
2.9.5. Riegos.....	19	
2.9.6. Enfermedades.....	20	
2.9.7. Plagas.....		21
2.9.8. Cosecha.....	21	
2.10. Produccion de forraje de Triticale en comparación con otros forrajes de invierno.....	22	
2.11. Calidad del forraje.....	25	
III.- MATERIALES Y METODOS.....	28	
3.1. Material Genético.....	28	
3.2. Aguas Negras.....	28	
3.2.1. Usos agrícolas de las aguas residuales.....	32	
3.2.1.1. Principales cultivos.....	32	
3.2.2. Rendimientos mayores debido a los nutrientes de las aguas residuales (México).....	32	
3.2.3. Comparación de los rendimientos obtenidos en Tacna, Perú en riego con afluentes de lagunas de estabilización secundarias y el rendimiento con aguas blancas.....	33	
3.3. Resultados del análisis químico del agua natural y su interpretación.....	33	
3.3.1. Recomendaciones.....	34	

3.3.2. Cultivos tolerantes.....	35.
	vi
3.3.3. Cultivos semitolerantes.....	35
3.3.4. Cultivos sensibles.....	35
3.4. Resultados del análisis químico de las aguas negras	
y su interpretación.....	36
3.4.1. Recomendaciones.....	37
3.4.2. Cultivos tolerantes.....	38
3.4.3. Cultivos semitolerantes.....	38
3.4.4. Cultivos sensibles.....	38
3.5. Análisis químico bromatológico.....	39
3.5.1. Resultados del análisis químico bromatológico del forraje	
de triticale.....	40
3.5.1.1. Cenizas.....	40
3.5.1.2. Proteína Cruda.....	41
3.5.1.3. Fibra Cruda.....	41
3.5.1.4. Extracto Etéreo.....	42
3.5.1.5. Extracto Libre de Nitrógeno.....	42
3.6. Localización del área experimental.....	42
3.7. Características del sitio experimental.....	43
3.8. Descripción del diseño experimental.....	44
3.9. Establecimiento del experimento y labores de cultivo.....	44
3.9.1. Rastreo.....	44

3.9.2. Nivelación.....	44
	vii
3.9.3. Levantamiento de bordos y trazo de parcelas.....	45
3.9.4.Fertilización.....	45
3.9.5. Siembra del material.....	45
3.9.6. Control de plagas.....	45
3.9.7. Manejo del agua de riego.....	45
3.10. Los caracteres agronómicos tomados fueron los siguientes.....	54
3.10.1. Altura a hoja bandera.....	54
3.10.2. Altura a la espiga.....	54
3.10.3. Altura total de la planta.....	54
3.10.4. Número de hojas.....	54
3.10.5. Promedio de espigas.....	54
3.10.6. Promedio de amacollamiento.....	54
3.10.7. Longitud de hojas.....	54
3.11. Características presentadas por el material genético.....	56
3.11.1. Emergencia.....	56
3.11.2. Espigado.....	56
3.11.3. Floración.....	56
3.11.4. Amacollamiento.....	56
3.11.5. Altura promedio de plantas.....	56
3.12. Cosecha y parámetros evaluados.....	56
3.12.1. Rendimiento de forraje verde.....	57

3.12.2. Rendimiento de forraje seco.....	57
	viii
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	59
V.-ANALISIS ECONOMICO.....	69
VI.-CONCLUSIONES.....	72
VII.- RECOMENDACIONES.....	74
VIII.- LITERATURA CITADA.....	75

INDICE DE CUADROS

ix

Páginas

Cuadro 1. Cuadro ilustrativo del tiempo, volumen y fecha de los riegos en el tratamiento testigo.....	46
Cuadro 2. Cuadro ilustrativo del número de riegos, láminas, volumen de agua y fechas de riego utilizados en el tratamiento experimental.....	47
Cuadro 3. Toma de datos. Altura de planta.....	49
Cuadro 4. Toma de datos. Tratamiento testigo con agua natural.....	49
Cuadro 5. Toma de datos. Tratamiento experimental con riego de aguas negras.....	50
Cuadro 6. Toma de datos. Tratamiento testigo con agua natural.....	51
Cuadro 7. Toma de datos. Tratamiento experimental con riego de aguas negras.....	51
Cuadro 8. Valores tomados de los caracteres agronómicos en las parcelas testigo.....	55
Cuadro 9. Valores tomados de los caracteres agronómicos en las parcelas experimentales.....	55
Cuadro 10. Toma de datos. Peso húmedo al momento del corte.....	57
Cuadro 11. Toma de datos. Peso seco a los 15 días después del corte.....	57

Cuadro 12. Relación de costos de las actividades realizadas en el tratamiento testigo.....	69
Cuadro 13. Relación de costos de las actividades realizadas en el tratamiento experimental.....	70

INDICE DE TABLAS

x

	Páginas
Tabla 1. Análisis de varianza para la variable de respuesta altura a la espiga.....	60
Tabla 1.1 . Comparación múltiple de medias para la variable de respuesta altura a la espiga.....	60
Tabla 2. Análisis de varianza para la variable altura total.....	62
Tabla 2.1. Comparación múltiple de medias para la variable de respuesta altura total.....	62
Tabla 3. Análisis de varianza para la variable longitud de hojas.....	64
Tabla 3.1. Comparación múltiple de medias para la variable de respuesta longitud de hojas.....	64
Tabla 4. Análisis de varianza para la variable de respuesta promedio de amacollamiento.....	66
Tabla 4.1. Comparación múltiple de medias para la variable promedio de amacollamiento.....	66

INDICE DE GRAFICAS

xi

Páginas

Gráfica A. Crecimiento en relación con los gastos de agua.....	48
Gráfica B. Alturas presentadas durante el ciclo.....	53
Gráfica 1. Promedio de altura a la espiga en cada riego.....	61
Gráfica 2. Promedio de altura total en cada riego.....	63
Gráfica 3. Promedio de longitud de hojas en cada riego.....	65
Gráfica 4. Promedio de amacollamiento en cada riego.....	67

INTRODUCCION

La notable escasez de forraje, común en la región norte de México, es más aguda durante los meses del invierno, una temporada crítica para la ganadería.

En el norte de nuestro país, el déficit en la producción de forraje alcanza su punto crítico en el período de invierno e inicios de primavera, cuando decrece drásticamente la productividad de especies forrajeras, tanto nativas como cultivables.

Por lo tanto, es necesario encontrar opciones factibles para aumentar la producción durante las épocas mencionadas, adquiriendo así una enorme importancia las especies forrajeras cultivables de invierno entre las que se encuentra el triticale (X. Triticosecale Wittmack), pues significan un recurso inmediato para tratar de subsanar la escasez.

Este nuevo cereal representa una importante fuente de potencial de alimento, que puede contribuir a satisfacer la demanda de granos y forraje, considerando que la mayor parte de la superficie de cultivo en el país es de temporal y que en estas condiciones el rendimiento de triticale supera al del trigo.

Las presiones sobre el agua de riego provienen de las demandas crecientes de agua por parte de otros sectores, particularmente de las poblaciones urbanas. La desviación de agua de las granjas a las ciudades se practica desde hace varios años en el oeste de los Estados Unidos, en China para atender las necesidades urgentes de Beijing y otras ciudades,

en México para atender los requerimientos de la ciudad de México, etc. El grado al cual tales transferencias de agua reducen el área irrigada, depende de la magnitud de la necesidad de otros sectores. Debido al volumen de agua usado por el sector agrícola, es probable que la presión para transferir agua de riego a otros sectores crecerá en el futuro.

La expansión lenta de las áreas irrigadas, el daño ambiental creciente de los proyectos de riego, las presiones para transferir agua de riego de los sectores agrícolas a las ciudades, complicarán el manejo racional del agua en la agricultura y afectarán nuestra capacidad de producir alimentos en forma sostenible para la población mundial.

Estas tendencias exigen el desarrollo de alternativas creativas y diversificadas, las cuales podrán incluir:

- a) El aumento de la eficiencia del uso del agua.
- b) La integración del riego en forma más completa con los objetivos básicos de desarrollo.
- c) La mejora de la productividad de las cosechas de temporal -las cuales dan lugar a las 2/3 partes de los alimentos del mundo- por medio de un mejor entendimiento de las prácticas de agricultura tradicionales.
- d) La creación de mejores métodos para utilizar en la agricultura las aguas residuales de las ciudades del país, ya que tan solo la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey generan un gran porcentaje de flujo de aguas residuales (184,000 lts/s equivalentes a 662,400,000 lts/hora).

La generación estimada de aguas residuales de usuarios agrícolas fué de 8,500 billones de litros/año en 1990, y se calcula que será de 11 billones de litros/año en el año 2000; con esta cantidad estaríamos hablando que se podrían tener 11 millones de riegos, con los cuales se podrían sembrar 2,750,000 hectáreas todo un ciclo completo.

Es urgente que se realicen trabajos de investigación para encontrar la manera de utilizar más eficientemente las aguas negras que se generan en nuestro país, las cuales constituyen un problema sanitario.

La creciente demanda de granos y forrajes requiere del establecimiento de cultivos bajo riego y se pueden utilizar aguas negras para ese propósito.

En virtud de que el empleo de las aguas negras en el uso de riego se irá incrementando con el tiempo, se realizó el siguiente trabajo haciendo uso de las aguas negras de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la producción de forraje de triticale (X. Triticosecale Wittmack).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Incrementar la producción de forraje con la utilización de aguas residuales.

1.2. OBJETIVO ESPECIFICO

Utilizar las aguas residuales en la producción de forraje de triticale, aprovechando que es un recurso al cual no se le ha dado una utilización adecuada, ni la importancia a los beneficios que se pueden obtener con su uso.

1.3. HIPOTESIS

Con el aprovechamiento de las aguas residuales, se podrá obtener una buena producción de triticale para su utilización como forraje.

REVISION DE LITERATURA

Triticale (X. triticosecale Wittmack)

La palabra triticales se deriva de los géneros *Triticum* y *secale*, pertenecientes al trigo y al centeno respectivamente. El triticales es un anfiploide resultante de la duplicación de cromosomas del híbrido intergenérico producido al cruzar el trigo con el centeno.

El centeno es el progenitor masculino de los triticales, posee siete pares de cromosomas y su genomio se designa RR.

2.1. ORIGEN DEL TRITICALE

El Triticales es el único cereal cultivado que ha sido "fabricado" por el hombre. Se trata pues de un cereal sintético que, a diferencia de lo que ocurre con el resto de los cereales cultivados, no ha sido creado por el proceso natural de la evolución si no por los fitogenéticos. Ello le confiere algunas peculiaridades propias de este tipo de especies.

El triticales es una planta producida artificialmente que resulta de una cruce de trigo tetraploide o hexaploide (*Triticum* spp.), con una especie de centeno diploide (*Secale*), seguido por una duplicación del juego cromosómico del híbrido F1 el cual es estéril (Zillinsky, 1973).

Generalmente se ha usado como progenitor al centeno común (*Secale cereale*), pero a veces se ha utilizado a otros centenos como *Secale montanum* y *S. vavilovii*.

El triticales procede del cruzamiento entre el trigo y el centeno. Para su obtención puede utilizarse como parentales tanto el trigo harinero (que cruzado con el centeno dará

lugar a triticales octaploides) como el trigo duro (que dará lugar a triticales hexaploides). Sin embargo los triticales comercializados hoy en día proceden de cruzamientos entre centeno y trigo duro.

La primera referencia bibliográfica sobre un triticales fértil no aparece hasta 1891, año en que el alemán Wilhelm Rimpau obtuvo los considerados primeros triticales verdaderos, fruto del cruzamiento entre trigo hexaploide y centeno.

En 1954 la Universidad de Manitoba, en Canada, inició un programa destinado a la obtención de triticales comerciales, liderado por los profesores Shebeski y Jenkins. Uno de los resultados más importantes de los trabajos desarrollados por ellos fue de la demostración de la superioridad de los triticosecales hexaploides frente a los octaploides.

En 1966 se creó el CIMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo), con sede en México. Desde sus comienzos y hasta la actualidad el CIMMYT ha sido pionero e impulsor de la obtención de triticales en todo el mundo (Royo, 1992).

El triticales se cultiva en aproximadamente 500,000 hectáreas en todo el mundo. En los siguientes países se produce el triticales comercialmente: Hungría, U.R.S.S., Australia, Canadá, Estados Unidos, Africa del Sur, Argentina, Kenia, México, China y España (Royo, 1992).

2.2. CLASIFICACION TAXONOMICA

De acuerdo con Muntzing (1968), es la siguiente:

Reino ----- Vegetal
 Division ----- Tracheopyta
 Subdivision ----- Pteropsidae
 Clase ----- Angiosperma
 Subclase ----- Monocotiledonae
 Grupo ----- Glumiflora
 Orden ----- Graminales
 Familia ----- Graminae
 Tribu ----- Triticosecale
 Género ----- Triticosecale
 Especie ----- Sp. hexaploide
 Sp. octaploide

2.3. TIPOS DE TRITICALES FORRAJEROS

Lozano (1988), cita que existen tres tipos principales de triticales, cuya clasificación se basa principalmente en su hábito de crecimiento. Así, existen triticales forrajeros de hábito de primavera, intermedio e invernol, con diversos grados dentro de cada tipo.

El primer caso, estos provienen de cruzas primarias entre trigos y centenos de hábito primaveral o de cruzas secundarias de triticales por triticales, ambos también de hábito primaveral.

Las características más sobresalientes de este tipo de triticales, es que son generalmente insensibles al fotoperíodo, de hábito erecto, de crecimiento rápido pero con baja capacidad de amacollamiento.

Los triticales de hábito intermedio generalmente proceden de las cruzas de materiales de hábito de invierno por materiales de primavera, teniendo en su genotipo genes provenientes de ambas poblaciones. Su característica principal es su mayor capacidad de amacollamiento en comparación con los triticales primaverales, sin embargo son más tardíos.

Los triticales de hábito invernal proceden de cruzas entre materiales del mismo hábito, lo que hacen que sean muy tardíos por su sensibilidad al fotoperíodo, pero con mayor capacidad de amacollamiento; lo que se traduce en mayor producción de forraje, dado también por su mejor capacidad de recuperación después de cada corte o pastoreo, además de tener mejor tolerancia al frío, carácter de gran importancia en los materiales susceptibles de explotarse en forma comercial en el Norte de México, región donde se llevó a cabo el presente estudio.

2.4. MORFOLOGIA DEL TRITICALE

En muchos aspectos la planta de triticales tiene una apariencia intermedia entre la de la planta de trigo y la planta de centeno. Su aspecto depende mucho de los parentales utilizados, pero en general es más parecido al del primero. Normalmente el triticales es más alto que el trigo, posee unas hojas más gruesas y grandes y las espigas son de mayor longitud que las del trigo y del centeno. En gran cantidad de triticales (muchos tipos de invierno son una excepción), el pedúnculo de la espiga es veloso. Esta característica parece proceder del centeno ya que es la más frecuente en esta especie que en trigo.

El triticales presenta un gran vigor, sobre todo en las primeras fases del ciclo. La presencia de ceras epicuticulares y su modo de cristalización hacen que las plantas muestren un color verde-azulado que se maximiza poco antes del espigado. Para saber con exactitud si un triticales es de tipo completo o sustituido hay que hacer un análisis citogénético. Sin embargo en muchos casos se puede saber con cierta precisión el grupo al que pertenecen observando la morfología de la planta. En general los triticales completos tienen un aspecto más similar al del centeno.

Los triticales sustituidos son más parecidos al trigo, tanto en la altura como en la forma de la espiga, que se asemeja a la del trigo duro.

2.5. POTENCIAL FORRAJERO

Zillinski (1974), observó la utilidad del triticales para el aprovechamiento pecuario. Así mismo, señala que como forraje puede ser utilizado en pastoreo, henificado o ensilado de buena calidad.

Brown y Almodares (1976) y Bishnoi y Hughes (1979), comparando los rendimientos del forraje del triticale con otros cereales de grano pequeño, encontraron que en general produce los mismos rendimientos que los otros cereales, encontrando además, que en los últimos cortes, el triticale produce más forraje en comparación con los otros cereales.

Gamboa et al, (1980), en estudios sobre el triticale como forraje encontraron en el un mayor potencial de rendimiento y contenido de proteínas que las avenas en fases tardías de crecimiento.

Varughese et al, (1987), menciona que además de tener mayor potencial forrajero y proteínas superiores al de la avena, el triticale produce mayores rendimientos de ensilaje a los del trigo, cebada y avena.

Lozano (1990), basado en una serie de experimentos realizados durante 1985-1990, en diferentes localidades del noreste de México, concluyó que existe un amplio rango de variación genética en triticales intermedios e invernales expresada por diferentes hábitos de crecimiento, potencial de producción y patrones de producción de los tipos mencionados. Señala así mismo, que es posible seleccionar materiales o nuevas combinaciones con potencial para diferentes tipos de explotación de forraje verde o henificado, empacado, ensilado o para pastoreo en el norte de México.

Fraustro (1992), al realizar una evaluación de líneas avanzadas forrajeras de triticales de hábito intermedio e invernal en Buenavista, Coahuila, encontró que las líneas avanzadas forrajeras superaron a la variedad comercial Eronga 83 de hábito primaveral en forma significativa para rendimiento de forraje verde y seco en forma individual y a través de todos los cortes.

Robles (1983), al estudiar las características del crecimiento de plantas de trigo observó que al crecer los tallos se producen nuevos brotes en la base de la planta que darán origen a nuevos tallos, en número variable debido principalmente a la variedad aunque influyen otros factores, explicando todo lo anterior de la diferencia entre especies y entre variedades de una misma especie para producción de forraje verde.

Esto tiene su explicación en el proceso de ahijamiento o amacollamiento característicos de las gramíneas (Renchentin, 1956)., puesto que esta especie además de avena, cebada, centeno y triticales, pertenecen a esta familia botánica. La cantidad del forraje se ha relacionado con diferentes factores.

Alhgreen (1956), relacionó los altos rendimientos encontrados en cereales, con los diferentes estados fenológicos de las plantas en diferentes regiones de Norteamérica, mientras que Milloslavitch (1971), observó que la etapa de la madurez fisiológica de las plantas de los cereales afecta a la producción y la calidad del forraje, ya sea verde o en heno.

Villegas (1964), menciona que en estudios realizados en Texas, se demostró que el rendimiento de cereales de invierno se reduce entre un 20 y 80% al realizar los cortes en edades tempranas de las plantas o con cortes más frecuentes.

Reid (1966), reporta que cuando los cereales son cortados en la emergencia de la espiga o en el inicio de la floración, muestran igual o mayor contenido de materia digestible que sus rebrotes en pleno crecimiento.

CIMMYT (1987) reportes de investigación mencionan que el triticale es una cosecha prometedora de forraje debido a su intrínscico potencial alto de producción de biomasa. Observaciones hechas en diferentes ambientes incluyendo condiciones marginales indican que la producción de biomasa del triticale es considerablemente mayor que la del trigo, avenas, cebada y centeno.

2.6. EL TRITICALE. NUEVA ALTERNATIVA PARA FORRAJE DE CORTE O PASTOREO.

El triticale es un cultivo de reciente formación, en el cual el objetivo principal fue la producción de grano; sin embargo en los últimos veinte años a tenido un enfoque hacia la producción de forraje.

Experimentos preliminares en Cd. Obregón, sugieren que el triticale se podría pastorear o cortar su follaje verde en sus primeras etapas de crecimiento, y más tarde

cosechar su grano. El pastoreo o corte solo sacrificaría menos de 20% de rendimiento de grano, a la vez que se podría proporcionar de 2 a 3 ton/ha de forraje de alta calidad proteínica (CIMMYT, 1975).

Generalmente las comparaciones de triticale con otros cultivos han sido con cereales como trigo, avena, centeno y cebada. Reportes experimentales reportan que el triticale produjo mayor cantidad de forraje seco que cultivos como trigo, avena o centeno alcanzando producciones de hasta 12 toneladas de forraje seco/ha. (Bishnoi et al., 1978., Ciha, 1983., Quiroga, 1980., y Quiroga y Farías, 1981).

Otros autores no han encontrado diferencia significativa de rendimiento de forraje entre triticale y otros cereales (Bishnoi, 1980., Cherney y Marten, 1982).

Por el contrario, algunas investigaciones han encontrado que el triticale produce volúmenes de forraje inferiores a cereales como centeno y avena (Brown y Almodares, 1976., y Gardenhire y Wilkerson, 1980).

En dos experimentos de pastoreo con un triticale, un trigo y una mezcla de los anteriores, se hicieron comparaciones con respecto a producción de forraje y carne y se encontró que la ganancia diaria de peso vivo fué de 0.30 kg por novillo para trigo y 0.50 kg por novilo para triticale (Lomas y Moyer, 1984).

2.7. VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE DE TRITICALE

Diversas investigaciones reportan que no existen diferencias en el contenido de proteína cruda del forraje y en la digestibilidad in vitro de la materia seca entre triticale y cereales como trigo, avena y centeno (Bishnoi et al., 1978., Quiroga, 1980 y Quiroga y Farías, 1981).

Los rangos que se han encontrado son de 11.6 a 24.7 por ciento en triticale; 8.3 a 21.6 por ciento en trigo; 9.1 a 22.2 por ciento en avena; 6.6 a 10.5 por ciento en cebada y 10.1 a 26.1 por ciento en centeno, para proteína cruda.

En cuanto a la digestibilidad in vitro de la materia seca, se mencionan de 88.0 a 91.0 por ciento para avena y triticale respectivamente (Ciha, 1983., Brown y Almodares, 1976 y Quiroga, 1980).

Cherney y Marten (1982), al determinar la digestibilidad en dos estados de madurez del triticale, obtuvieron 80.1 a 81.4 por ciento en estado inmaduro de desarrollo y de 73.0 a 74.1 por ciento en la etapa de embuche a inicio de floración.

Swift y Sullivan (1984) señalan que el equilibrio de los aminoácidos en las proteínas de los forrajes es completamente satisfactorio; no se encuentran grandes diferencias de calidad entre las especies forrajeras. Cuando se analizan químicamente los forrajes pueden contener de un tres a un 25 por ciento de proteína cruda. Respecto al triticale Robles (1990) afirma que el contenido de proteínas del forraje de los triticales varía de 17-22 por ciento existiendo líneas tan buenas como los mejores trigos.

Popov et al,(1981) en ensayos con 12 variedades de triticale, mostraron que el contenido de proteína en la planta total fué más alto en la etapa de espigamiento, teniendo las hojas el mayor contenido de la misma . Después, su contenido disminuyó en la etapa de grano lechoso-mazoso.

2.8. IMPORTANCIA AGRONOMICA DEL TRITICALE

La importancia agronómica del cultivo de triticale radica en el hecho de que ofrece un enorme potencial como fuente de grano para satisfacer las crecientes demandas de alimentos en el mundo. Su vigor agronómico, su espiga de gran tamaño, su alto contenido de proteína que generalmente es mayor que el trigo y su alto contenido de aminoácidos (lisina y triptófano), son de gran importancia en la dieta humana (CIMMYT, 1979).

2.9. NECESIDADES AGRONOMICAS DEL TRITICALE

2.9.1. Suelo y Clima.

Se puede cultivar en una amplia diversidad de condiciones de suelo, pero donde se adapta mejor es en suelos limosos y arcillosos. Las condiciones de temperatura varían considerablemente, pero las mejores para una buena producción oscilan entre 10 y 25 grados centígrados bajo las condiciones de temperatura en regiones trigueras de México, CIANO (1978).

El triticale es un cultivo que prospera bien en las regiones donde se cultiva actualmente trigo, cebada o avena y en la mayoría de los casos se desarrolla mejor en

terrenos donde otros cultivos tienen restricciones para su desarrollo, algunas de éstas son la baja fertilidad del suelo o aquellos suelo que tienen mayor contenido de sales.

Tres tipos de áreas parecen ser las mejores para la introducción del triticales a nivel comercial: regiones donde se cultiva trigo, avena o centeno, pero donde los rendimientos son bajos; regiones con ciertos problemas de suelos y regiones donde las enfermedades limitan severamente los rendimientos del trigo. En México, los triticales se comportan bien, comparados con el trigo, en zonas altas donde las temperaturas son frías y las enfermedades son severas (CIMMYT, 1975).

En ciertas áreas productoras, como en aquellas con suelos ácidos, en tierras tropicales de altura y en áreas con enfermedades específicas, el triticales muestra por lo general una mejor adaptación y produce rendimientos más altos que los del trigo (CIMMYT, 1982).

2.9.2. Preparación del terreno.

La preparación del terreno para la siembra de los cultivos es muy importante, pero en el caso de los cultivos de grano pequeño es todavía más. Por esto, la preparación del terreno para sembrar triticales, trigo, cebada o avena, tiene que hacerse de la mejor manera (Avila, 1972).

El terreno para la siembra de triticales debe prepararse con la debida anticipación a la fecha en que va a sembrarse. Al preparar el terreno tiene que hacerse un barbecho

profundo de 25 a 30 cm., muy fino o "cerrado", seguido de un rastreo, a fin de reducir los terrones y hacer la siembra debidamente para la buena nacencia de la semilla. También es importante nivelar el terreno para que haya una buena distribución del agua de riego (CIANO, 1978).

2.9.3. Cantidad de semilla para la siembra.

La semilla de triticales para la siembra debe ser certificada y las cantidades que se usen estarán de acuerdo a la forma en que se va a sembrar; si la siembra se hace con máquina debe emplearse de 130 a 140 kilogramos de semilla/ha., y si se hace al voleo o el terreno no fué bien preparado deben utilizarse de 140 a 160 kilogramos de semilla/ha. (CIANO, 1978).

Para sembrar una hectárea de triticales se necesitan mayores cantidades de semilla que en trigo, porque el grano de triticales es más grande y por lo mismo en un kilogramo de semilla hay menos granos (INIA, 1981).

La técnica de siembra del triticales es igual a la del trigo en casi todos los aspectos. El tipo y profundidad de siembra normalmente utilizados en trigo son también adecuados en triticales; la siembra en líneas a profundidades comprendidas entre 3 y 5 cm, según el grado de humedad del suelo, es favorable.

2.9.4. Uso de fertilizantes.

Como el triticale es semejante al trigo puede fertilizarse con la misma clase y cantidad de fertilizante que éste, aunque el triticale es menos exigente en fertilizantes, deben de aplicársele 60 kgs. de nitrógeno y 40 kgs. de fósforo por hectárea, sobre todo si hay períodos frecuentes de sequía, en estos casos, la fertilización no se aprovecha completamente a causa de la escasez de humedad. Se recomienda aplicar todo el nitrógeno y el fósforo mezclado al momento de la siembra. La aplicación puede hacerse con maquinaria o al voleo para después sembrar y mediante un paso de rastra tapar la semilla y el fertilizante al mismo tiempo (CIMMYT, 1976).

Por su propio origen el triticale es una especie que presenta una elevada respuesta a la fertilización, es decir, es capaz de utilizar eficientemente los nutrientes en beneficio de una mayor productividad. La fertilización recomendada para el triticale es similar a la del trigo, el elemento más importante para conseguir elevados rendimientos es el nitrógeno, ya que la disponibilidad del mismo afecta directamente al número de espigas por m² y al número de granos por espiga. El triticale utiliza 3 kgs. de nitrógeno por cada 100 kgs. de grano que produce (Royo, 1992).

El nitrógeno en cobertera debe aplicarse mayoritariamente en el inicio del encañado, en ese momento las necesidades del cultivo son máximas y el aprovechamiento más eficiente. En zonas muy fértiles donde se intensifica bastante el cultivo se debe tener especial cuidado con la cantidad de nitrógeno que se aplica en cobertera, ya que puede provocar encamado, sobre todo cuando se trata de variedades de porte alto. La fertilización nitrogenada en cobertera es importante cuando se utiliza el triticale con doble propósito:

forraje y grano, en ese caso es muy importante aplicar nitrógeno directamente utilizable por el cultivo (formas nítricas y amoniacal) después de la siega o pastoreo para favorecer el rebrote (Royo, 1992).

2.9.5. Riegos.

La frecuencia del riego significa el número de días que deben transcurrir entre cada aplicación. Depende del grado de consumo del líquido en los cultivos y de la cantidad de humedad disponible en la zona de la raíz, calculando entre la capacidad total del terreno y el nivel inicial de humedad adoptado. Para cualquier cultivo de que se trate, los suelos poco profundos de textura fina, el consumo de humedad varía según el cultivo y aumentan con el crecimiento y durante los días más calurosos. Para que el triticale produzca los máximos rendimientos, es necesario aplicar el agua de riego en cantidades suficientes y en las fechas oportunas. El rendimiento puede disminuir considerablemente por falta de agua (sobre todo si no se aplica bien el último riego), aún cuando todas las variedades tienen buena capacidad para producir grano. Los riegos deben aplicarse antes de que la planta muestre síntomas de marchitez, dichos síntomas se manifiestan claramente en las hojas las cuales se enrollan o presentan quemaduras en los ápices o puntas. Los períodos críticos existentes para dar el riego son en la siembra, amacollamiento y en el estado mazoso del grano, deben tener buena humedad ya que si hay deficiencia de agua la espiga no se fecunda completamente, es decir, solo se llenan de dos a tres florecillas de cada espiguilla, quedando otras estériles, además el peso específico disminuye debido a que el grano "se chupa" (Avila, 1972).

2.9.6. Enfermedades.

Hasta la fecha las enfermedades no han sido un factor limitante en el cultivo del triticale ya que si bien se han descrito en esta especie la mayor parte de los patógenos que atacan al trigo y al centeno, los niveles de infección no han sido alarmantes; unicamente se han detectado casos de infección grave de roya negra en Australia y Madagascar y roya amarilla en el este de Africa. Comparado con el trigo el triticale es notablemente menos sensible a oídio, carbonos, septoria y otras enfermedades fúngicas (Royo, 1992).

Las enfermedades que atacan al triticale son las mismas que atacan al trigo y centeno, pero realmente no hacen variar el desarrollo del triticale porque su cultivo todavía no se realiza en grandes extensiones comerciales y las enfermedades no se han difundido grandemente, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

Roya del tallo (Puccinia graminis tritici)

Roya de la hoja (Puccinia recóndita)

Roya lineal (Puccinia glumarum)

Mancha bacteriana

Cornezuelo (Claviceps purpurea)

Tizón de la espiga (Fusarium nivale)

Además de algunas de tipo viroso (CIMMYT, 1976).

2.9.7. Plagas.

Las plagas tampoco representan actualmente un problema para el cultivo del triticale. En general el triticale y sobre todo los tipos completos, es poco atractivo para los

pájaros, tanto por las barbas como por la vellosidad de la espiga de algunas variedades. El triticale es menos apetecido por los conejos que otros cereales (Royo, 1992).

2.9.8. Cosecha.

La forma de cosechar el triticale es similar a la del trigo, en la mayoría de los casos se utiliza maquinaria combinada, cuando así se cosecha, conviene que las espigas y el grano estén bien secos para facilitar la trilla. No debe dejarse en pie más tiempo del necesario, pues el grano del triticale es grande y frecuentemente se presentan desgranes si se pasa de seco. Si el triticale se cosecha con máquina engavilladora o se corta con hoz y se amanoja, deben estar menos seco que cuando se usa la combinada para evitar desgranes y mermas en la cosecha, durante la trilla o en la hechura de los manojos y demás maniobras (INIA, 1981).

2.10. PRODUCCION DE FORRAJE DE TRITICALE EN COMPARACION CON OTROS FORRAJES DE INVIERNO

El triticale puede ser consumido como forraje ya que los rendimientos, tanto en verde como en ensilado, puede superar a los del trigo, centeno, avena o cebada; sin embargo hay que tener en cuenta que, a pesar de que en general el triticale desarrolla una cantidad de biomasa (vegetación) aceptable, no todas las variedades son buenas forrajeras. Una variedad obtenida específicamente por su aptitud forrajera sería mejor que las existentes para este tipo de uso. Los triticales de invierno son los más adecuados para el aprovechamiento forrajero, ya que se desarrollan una mayor cantidad de biomasa. Sin

embargo el CIMMYT inició un programa de mejora de triticale forrajero basado en tipos de primavera y en cruzamientos de tipos de primavera por tipos de invierno (Royo, 1992).

Las líneas de triticale sensibles al fotoperíodo tienden a reducir el amacollamiento y la longitud de las espigas bajo condiciones de día largo e igualmente improductivas resultan con temperaturas elevadas en los primeros períodos de crecimiento. También se señala que el crecimiento es vigoroso aún cuando las temperaturas de la noche se aproximan a 0 grados centígrados.

Hernández (1978), en el valle de Zapopan, Jalisco, comparó 20 líneas de triticale forrajero con la variedad de avena Cuauhtémoc, cosechándolas en estado lechoso-mazoso del grano. La mayoría de los triticales superaron en forraje seco a la avena. La línea con más alto rendimiento de los triticales produjo 17.5 ton/ha. de forraje seco y la avena 11.36 ton/ha.

En Zaragoza, Coahuila, se realizó un estudio durante el ciclo otoño-invierno de 1984-1985, donde se evaluaron 20 líneas de triticale procedentes del Campo Agrícola Experimental Sierra de Chihuahua, de las cuales 10 superaron en producción de forraje verde y seco al testigo regional, avena variedad Coker (Caezar, 1985).

En estudios en Chapingo, México, Castro (1976), comparó el rendimiento de forraje de cinco cereales en seis estados de desarrollo vegetativo, encontrando en promedio de los seis estados del triticale un rendimiento de 4.95 ton/ha. de forraje seco, siendo

estadísticamente igual a las variedades de avena, cebada, centeno y trigo. El triticale tuvo el más alto rendimiento de forraje en la etapa de 50 % de espigamiento con 10.35 ton/ha., superando a las demás especies en esta etapa.

Clark y Jean (1984), en ensayos de campo en Ontario, Canadá, establecieron centeno, triticale y ballico italiano, cortando a intervalos de dos, tres y cuatro semanas. El triticale y el ballico italiano produjeron mayor forraje seco en primavera. Los rendimientos totales de materia seca con cortes a intervalos de tres semanas fueron 6.42, 6.02 y 6.81 ton/ha. para ballico italiano, centeno y triticale, respectivamente.

Gayosso (1989), al evaluar rendimiento y calidad de forraje en cuatro líneas experimentales de triticale de hábito intermedio comparándolas con la variedad de triticale Eronga-83 de hábito primaveral, encontró que dependiendo del hábito de crecimiento de los triticales usados, la producción de materia seca fué significativamente mayor que la de los cultivos forrajeros tradicionales como avena y rye-grass, durante los meses de invierno con más bajas temperaturas como diciembre, enero y febrero en tres localidades en el estado de Coahuila: Abasolo, Buenavista y Zaragoza. Las cuatro líneas experimentales superaron en forma significativa a la variedad comercial Eronga-83 de hábito primaveral, para producción de forraje verde y seco, observándose en forma general, una disminución en la producción entre el primero y el segundo corte, siendo menor este último.

En una evaluación de mezclas de triticale y rye grass en Buenavista, Coahuila, comparadas con rye grass solo y avena sola, se obtuvieron producciones totales de materia seca de 18.32 ton/ha. en cinco cortes, (triticale AN-31 y rye grass). El rye grass tuvo un

rendimiento total de 17.46 ton/ha. y la avena sola rindió 14.09 ton/ha. en cinco cortes. El triticale fué la especie que registró la más alta producción durante los primeros cortes relevándolo gradualmente el rye grass hasta predominar totalmente en la pradera. Las mezclas de triticale y rye grass constituyen una buena alternativa durante los meses de invierno en el norte de México, aumentando significativamente la producción de materia seca del rye grass solo (Lozano y Díaz, 1994).

2.11. CALIDAD DEL FORRAJE

La calidad del forraje ha sido definida en muchas formas pero usualmente en relación a la respuesta del animal a una ración alimenticia y su conservación a aumento de peso, producción de leche o lana. Otros términos asociados con la respuesta del animal que también dan una idea de la calidad del forraje son gustosidad o preferencia, composición nutritiva y digestibilidad, energía total digestible y producto rumiante final. La calidad del forraje ha sido estimada de plantas con atributos como proporción de hojas con respecto a tallos y estados de madurez de la planta (Lucas, 1963).

Lozano (1990), señala que la calidad forrajera del triticale es altamente aceptable comparada con los forrajes tradicionales de invierno, además de que los animales muestran preferencia a este cultivo. Menciona también que dependiendo del hábito de crecimiento del triticale usado, la producción de materia seca será significativamente mayor que los forrajes tradicionales tales como la avena y los pastos durante los meses de bajas temperaturas.

Timofeev et al, (1986), estudiaron durante cuatro años el rendimiento y la calidad del forraje verde, (CP), (MS) y la digestibilidad in-vitro en triticales, centenos y trigos, encontrando que los índices anteriores, fueron muy altos en los triticales en la fase temprana de espigamiento. Así mismo, el triticale tuvo el mayor rendimiento y valor nutritivo que las otras dos especies.

El valor forrajero de una planta es dado en relación a su buen sabor (palatabilidad, gustosidad), calidad nutritiva y productividad o volúmen de forraje para los animales en pastoreo. Este valor es considerado tomando en cuenta el clima, suelo, adaptación y uso apropiado. El valor forrajero es comparativo y se le han dado valores subjetivos como valor forrajero bueno, regular y pobre. El valor forrajero bueno son aquellas plantas que poseen y producen abundante forraje de muy alta calidad, altamente palatable, bien adaptado y distribuído, las plantas con valor forrajero regular son aquellas que no son muy buenas productoras de forraje y no es tan palatable, además presentan problemas de distribución y adaptación; y por último las plantas con valor forrajero pobre son las que no llenan los requisitos básicos de producción de forraje, poseen muy poca palatabilidad y generalmente son de escaso valor nutritivo (Cantú, 1984).

Cantú (1984), dice que las principales cualidades que se buscan en una especie forrajera son: la gustosidad, productividad, valor nutritivo y adaptación. La gustosidad es una característica de una planta determinada en función de la selección que realiza el animal entre una mezcla, es el grado de atractivo que una planta presenta a los animales. La

productividad se refiere al rendimiento en producción de las especies forrajeras en kg de materia seca/ha. y depende de una serie de factores entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- a) Capacidad para sobrevivir y extenderse por medios vegetativos.
- b) Agresividad para sobrevivir en competencia con otras especies asociadas.
- c) Capacidad para recuperarse del fuerte pastoreo y pisoteo.
- d) Resistencia a la sequía y tolerancia a las heladas.
- e) Fertilidad del suelo.
- f) Clima.

El valor nutritivo se refiere a la cantidad y calidad de los nutrientes y que se determinan por medio del análisis químico. La adaptación se refiere a que las especies sean capaces de desarrollarse plenamente en suelos y en condiciones climáticas de una región determinada.

Un factor que influye en el valor de los forrajes es el estado de madurez. Existe una amplia diferencia en la composición de las plantas tiernas que aún no maduran y esas mismas plantas una vez maduras. Las plantas tiernas son más acuosas y de menor contenido en materia seca que las que están en las últimas fases de desarrollo; por tanto, para hacer comparaciones sobre el contenido relativo de los diversos elementos nutritivos, es necesario hacerlos sobre la base de materia seca. Las plantas jóvenes, en activo crecimiento, son más ricas en proteínas que esas mismas plantas una vez maduras, las plantas jóvenes son más blandas y tiernas y a medida que maduran se ponen más leñosas debido al aumento de celulosa, por tanto su materia seca es más digestible que las de desarrollo más avanzado.

Las plantas jóvenes contienen más calcio y fósforo sobre la base de materia seca y son más ricas en vitaminas, especialmente en provitamina A (Flores, 1977).

MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIAL GENETICO

Como material genético se utilizó la línea avanzada AN57, la cual es de hábito intermedio-facultativo, misma que fue proporcionada por el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.2. AGUAS NEGRAS

Como la presencia o ausencia de agua puede significar vida o muerte, prosperidad o pobreza, se presenta un resumen de lo valioso de este recurso y de los beneficios que se pueden tener al regar con aguas negras.

El agua es un recurso fundamental, integral a todos los procesos ambientales y sociales. El agua es una componente crítica de los ciclos ecológicos. Los seres humanos requieren de agua para operar industrias, proveer energía y hacer crecer los vegetales y animales que les sirven de alimento.

El 97% del agua del planeta es salada, inadecuada para fines potables o para riego, el 3% restante es agua dulce, desafortunadamente la mayor parte de esta agua se encuentra

retenida en los casquetes polares y en acuíferos profundos que permanecen tecnológica y económicamente fuera de nuestro alcance.

El reuso y reciclaje de agua se practica desde hace algunos años en varias industrias de nuestro país, pero la mayor parte de ellas no están concientes de su importancia ni de las ventajas que estas prácticas les podrían acarrear. Se considera que las aguas residuales de las industrias son las más contaminantes.

Las aguas residuales -tanto municipales como industriales- han sido tradicionalmente usadas en México sin ningún pretratamiento en la mayor parte de los casos, para irrigación de parcelas agrícolas principalmente.

Se considera que las aguas negras pueden ser aplicadas en el riego porque se tienen defensas naturales y artificiales que pueden evitar los peligros de su utilización. Entre las defensas naturales se cuenta con la remoción de los organismos parásitos mediante la sedimentación, el control originado por la temperatura, organismos predadores, falta de suministro de alimento y el valor del pH.

Además, el empleo de las aguas negras con fines de riego agrícola trae solución a múltiples problemas como: incrementar el área de cultivo y por consiguiente, la producción agrícola; fomentar el desarrollo pecuario, aumentar el valor de los terrenos haciéndolos

pasar de cultivo de temporal a riego y el mejoramiento de las características físicas y químicas del mismo suelo.

Por lo general el efecto de estas aguas negras, en su mayoría son de carácter benéfico que tóxico, según se ha venido observando que el empleo de éstas llevan consigo un incremento en la producción agrícola, ya que el agua contiene un alto contenido de materia orgánica, también elementos nutricionales como son el nitrógeno, fosfatos y sulfatos que ayudan al suelo a aumentar su fertilidad. Los nutrientes presentes en las aguas residuales tienen valor como fertilizantes y aumentan el rendimiento de los cultivos.

Algunas sustancias presentes en las aguas residuales pueden resultar perjudiciales a los suelos a corto, mediano o largo plazo si no se toman las medidas correctivas apropiadas.

La aplicación de aguas residuales, crudas o previamente tratadas, al suelo, campos de cultivo o estanques de piscicultura constituye en sí un tratamiento adicional que mejora la calidad de las mismas.

En términos generales las aguas negras llevan en solución y en suspensión grandes cantidades de desechos que pueden presentar problemas ya que estas aguas negras pueden acumular sales solubles en el suelo que son tóxicos para los cultivos cuando se presentan en grandes proporciones como el sodio, calcio magnesio y otras sustancias dañinas como el plomo, arsénico, mercurio etc.

Generalmente estas sales solubles afectan las propiedades físicas y químicas del suelo, por lo que modifican el estado de agregación de las partículas dando lugar a cambios en la estructura, alterando la aereación y la retención de humedad en el suelo; generalmente aumentan los valores del pH lo que puede reducir la solubilidad de los nutrientes.

Ríos y Aceves (1979), reportan en su trabajo desarrollado sobre el estudio de los suelos y aguas del distrito de riego 03 ubicado en Tula, Hidalgo, con el fin de estimar el grado de contaminación de los suelos, causados por los elementos tóxicos transportados por las aguas negras de la ciudad de México como el boro y el sodio, encontrándose concentraciones elevadas. Con lo referente a los suelos se encontraron que eran normales sin problemas de salinidad ni de sodio, pero se encontró que existía una mayor acumulación de boro en aquellos suelos que tenían mayor tiempo de regarse con aguas negras. Así mismo, por los altos rendimientos de los cultivos de la región, se concluyó que habían sido mayores los beneficios que los daños ocasionados por la utilización de las aguas negras para el riego agrícola.

El riego con aguas residuales que han recibido una depuración previa, constituye una forma económica de disposición de estos afluentes. Esta forma de reuso permite además una utilización efectiva de los nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) que contiene el agua residual. Las aguas residuales, tanto domésticas como industriales, son por lo general las más baratas y en algunos casos las únicas disponibles para fines de riego en zonas áridas.

3.2.1. USOS AGRICOLAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

3.2.1.1. Principales cultivos:

- . Silvicultura.
- . Forrajes, hiebas, alfalfa etc.
- . Maíz, trigo, cebada, caña de azúcar, remolacha.
- . Menta, algodón, tabaco.

Sólo con buen manejo y alto grado de tratamiento:

- . Frutas
- . Vegetales

3.2.2. Rendimientos mayores debido a los nutrientes de las Aguas Residuales

(México).

Rendimiento en ton/ha.

Cultivo	Aguas Negras	Aguas Blancas
Alfalfa	120.0	70.0
Maíz	5.0	2.0
Frijol	1.0	1.3
Trigo	3.0	1.8
Cebada	4.0	2.0
Avena forraje	22.0	12.0
Tomate	35.0	18.0

3.2.3. Comparación de los rendimientos obtenidos en Tacna, Perú en riego con afluentes de lagunas de estabilización secundarias y el rendimiento con aguas blancas.

Rendimiento en ton/ha.

Cultivo	Aguas Negras	Aguas Blancas
Papa	45.0	12.0
Camote	20.0	10.0
Maíz	3.0	2.0
Alfalfa	12.5	10.0

3.3. Resultados del análisis químico del agua natural y su interpretación.

pH	6.58
C.E. micromohos/cm.....	6.04
Carbonatos meq/lto.....	0.6
HCO ₃ meq/lto.....	3.4
Cl meq/lto.....	0.56
SO ₄	2.8
Ca ⁺⁺ meq/lto.....	3.44
Mg ⁺⁺ meq/lto.....	2.16
Na ⁺ meq/lto.....	0.14
K ⁺ meq/lto.....	---

CLASIFICACION PALACIOS.

En salinidad efectiva = Condicionada

En salinidad potencial = Buena

En carbonato de sodio residual = Buena

En boro = Buena

En cloro = Buena

INDICES CALCULADOS.

Salinidad potencial = 1.96

Salinidad efectiva = 3.36

Carbonato de sodio residual = 0.00

Porcentaje de sodio posible = 4.17

Relación de adsorción de sodio = 0.08

DE ACUERDO A CE = C1 BAJO

DE ACUERDO A RAS = S1 BAJO

CLASIFICACION USDA = C1 BAJO, S1 BAJO

3.3.1. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES DE ESTE TIPO DE AGUA DE ACUERDO AL USDA

AGUA DE BAJA SALINIDAD (C1)

Puede usarse para riego en la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita de algún lavado pero este se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

AGUA BAJA EN SODIO (S1)

Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

3.3.2. CULTIVOS TOLERANTES

Prosperan todos los cultivos tolerantes tales como:

Cebada, remolacha, algodón, espinaca, betabel, centeno y pastos como rye grass, bermuda y el sudán.

3.3.3. CULTIVOS SEMITOLERANTES

Cultivos	Rendimiento relativo en porciento
Lechuga	93.90
Cebolla	92.15
Zanahoria	90.41
Vid	98.30

3.3.4. CULTIVOS SENSIBLES

Cultivos	Rendimiento relativo en porciento
Frijol	87.15
Pimiento	97.38
Rábano	93.76
Camote	97.88

Fresa	77.36
Chabacano	21.24
Zarzamora	21.24
Durazno	96.40
Almendro	96.72
Ciruelo	96.72

3.4. Resultados del análisis químico de las aguas negras y su interpretación.

pH.....	6.39
C.E. micromohos/cm.....	940.00
Carbonatos meq/lto.....	1.2
HCO ₃ meq/lto.....	4.0
Cl meq/lto.....	1.6
SO ₄ meq/lto.....	5.4
Ca ⁺⁺ meq/lto.....	1.68
Mg ⁺⁺ meq/lto.....	4.0
Na ⁺ meq/lto.....	2.5
K ⁺ meq/lto.....	---

CLASIFICACION PALACIOS.

En salinidad efectiva = Condicionada

En salinidad potencial = Condicionada

En carbonato de sodio residual = Buena

En boro = Buena

En cloro = Condicionada

INDICES CALCULADOS

Salinidad potencial = 4.30

Salinidad efectiva = 7.00

Carbonato de sodio residual = 0.00

Porcentaje de sodio posible = 35.71

Relación de adsorción de sodio = 1.48

DE ACUERDO A CE = C3 ALTO

DE ACUERDO A RAS = S1 BAJO

CLASIFICACION USDA = C3 ALTO, S1 BAJO

3.4.1. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES DE ESTE TIPO DE AGUA DE ACUERDO A USDA

AGUA ALTAMENTE SALINA (C3)

No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a las sales.

AGUA BAJA EN SODIO (S1)

Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles como algunos frutales y aguacates pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

3.4.2. CULTIVOS TOLERANTES

Cultivo	Rendimiento relativo en porciento
Espinaca	88.45
Pasto sudán	97.01
Centeno silvestre	94.05

3.4.3. CULTIVOS SEMITOLERANTES

Cultivo	Rendimiento relativo en porciento
Maíz	81.25
Arroz	93.90
Caña de azúcar	90.05
Lechuga	70.60
Col	83.55
Tomate	89.95
Brócoli	94.55
Cebolla	62.30
Zanahoria	64.75
Vid	80.65
Alfalfa	89.30

3.4.4. CULTIVOS SENSIBLES

Cultivo	Rendimiento relativo en porciento
Cacahuate	91.60
Frijol	52.75

Pimiento	71.35
Rábano	70.10
Papa	79.30
Camote	77.50
Fresa	16.75
Durazno	60.00
Almendro	63.60
Ciruelo	63.60
Toronjo	72.65
Naranja	72.65

3.5. Análisis Químico Bromatológico

El análisis químico bromatológico es un factor esencial para valorar el poder nutritivo de un alimento, así como su poder productivo, pues se determinan mediante él cuantitativamente los principios inmediatos que lo constituyen.

Todos los alimentos están constituidos por dos componentes fundamentales que son el agua y la materia seca, es decir, la muestra a que se ha extraído el agua por acción del calor.

La materia seca está a su vez compuesta de una porción susceptible de quemarse porque está constituida por sustancias que contienen carbono o sea sustancia orgánica, y por sustancias que no se pueden quemar y que quedan como un residuo en forma de

cenizas. Las cenizas no contienen carbono, están formadas por diversas especies de substancias minerales que en la muestra original están bajo la forma de sales.

3.5.1. Resultados del análisis químico bromatológico del forraje de triticale

LOS RESULTADOS SE REPORTAN EN BASE A MATERIA SECA TOTAL

	% H	% C	% P C	% F C	% E E	% E L N
M1	6.87	12.26	15.16	33.56	2.10	36.96
M2	8.22	11.60	20.33	31.37	1.96	34.74

M1.- Muestra del tratamiento con agua natural

M2.- Muestra de tratamiento con aguas negras

Este análisis bromatológico se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Observaciones según el Dr. Rodriguez M.(1998).

El forraje irrigado con aguas negras aporta aproximadamente cinco unidades más de nitrógeno haciéndolo más rico en proteína cruda, ligeramente menor cantidad de fibra y grasa y semejante cantidad de carbohidratos solubles a E.L.N.

3.5.1.1. Cenizas

La presencia de cenizas indica el contenido total de minerales, pero no indica su contenido individual (Sullivan, 1962).

3.5.1.2. Proteína Cruda

Si los niveles de proteína están abajo de mínimo requerido el funcionamiento del rumen es perjudicado; por otra parte, niveles muy altos de proteína no solamente son innecesarios, sino que son ineficientes para los rumiantes (Dietz, 1970).

Sullivan (1962), menciona que generalmente el contenido de proteína cruda se correlaciona significativamente con el contenido de proteína digestible, así la determinación del nivel de proteína cruda de una planta puede dar una idea razonablemente segura de su valor nutricional.

Swift y Sullivan (1984) señalan que cuando se analizan químicamente los forrajes pueden contener de un tres a un 25 por ciento de proteína cruda. Estos valores coinciden con los reportados en el análisis bromatológico. Respecto a el resultado de proteína cruda en el forraje regado con aguas negras, el valor coincide con los reportados por Robles (1990) para el forraje de los triticales donde menciona que el contenido promedio de proteína varía de 17-22 por ciento.

3.5.1.3. Fibra Cruda

Generalmente, un alto contenido en fibra cruda en los forrajes indica baja digestibilidad para los animales; sin embargo los rumiantes son capaces de digerir al menos el 50 por ciento de la fibra cruda de muchos forrajes (Maynard y Loosli, 1956).

3.5.1.4. Extracto Etéreo

Los rumiantes no dependen de las grasas en su dieta ya que los, ácidos grasos pueden ser sintetizados en el rumen a partir de carbohidratos y proteínas; sin embargo, la presencia de grasas en la dieta, proporciona la fuente de energía más económica, por lo tanto una deficiencia de ésta ocasiona que el cuerpo use una fuente de energía menos eficiente (Dietz, 1970).

3.5.1.5. Extracto Libre de Nitrógeno

Dietz (1970), menciona que es la porción de la planta que contiene la mayoría de los carbohidratos más solubles tales como glucosa, sacarosa, maltosa y almidón, también algunas de las formas menos solubles como lignina, celulosa y hemicelulosa.

A medida que se ha incrementado el interés por este cultivo se han realizado evaluaciones más completas y en distintas etapas fenológicas. Brzoska et al,(1983) analizaron bromatológicamente al triticale antes y después de la formación de la espiga. Los valores de (CP) en base seca fueron 23.2 y 15.9 % , (EE) 5.3 y 4.9 % , (FC) 21.2 y 28.4 % , Cenizas (C) 10.8 y 8.2 % , Calcio (Ca) 0.29 y 0.20 % y Fósforo (P) 0.15 y 0.17 % respectivamente.

3.6. Localización del área experimental.

El presente trabajo se llevó a cabo en la localidad de Buenavista, Saltillo Coah., durante el ciclo de O-I de 1996.

3.7. Características del sitio experimental.

El experimento se realizó en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada geográficamente a los 25° 31' latitud norte y 101° 01' longitud oeste, con una altura de 1743 msnm. EL lote experimental donde se realizó este trabajo constó de 108 metros cuadrados para los dos tratamientos.

El clima de acuerdo con la clasificación de Köpen, se designa Bs oW" (e), modificado por García (1973) que corresponde a muy árido y semicálido con lluvias principalmente en verano y una precipitación media anual de 424 mm.

La temperatura media anual es de 17.1 °C con fluctuaciones en la temperatura media mensual desde 11.6 °C hasta 21.7°C, los meses más secos son Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo.

3.8. DESCRIPCION DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

El Diseño Experimental utilizado es el completamente al azar en dos tratamientos y seis repeticiones, dicho modelo es:

$$Y_{ij}=M+T_i+E_{ij}$$

Con:

$i=1,2$ tratamientos

$j=1,2,3...6$ repeticiones

Donde:

Y_{ij} = variable aleatoria observable correspondiente al i -ésimo tratamiento y la j -ésima repetición.

M = media general

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = componente aleatorio de error

3.9. ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO Y LABORES DE CULTIVO

Una de las consideraciones esenciales para asegurar el éxito de la nacencia y un buen desarrollo de los cultivos es la preparación del terreno. En este trabajo se realizaron la siguientes labores culturales:

3.9.1. Rastreo: Tuvo como objetivo "mullir" lo mejor posible el terreno, dándose un doble paso de rastra para facilitar la siembra y emergencia de las plántulas.

3.9.2. Nivelación: Se realizó con el fin de tener una buena distribución del agua de riego.

3.9.3. Levantamiento de bordos y trazo de parcelas: Se realizó el levantamiento de bordos a lo ancho del terreno con la finalidad de dividir las parcelas. Estas a la vez consistieron de 16 surcos, marcándose las parcelas de tres metros de ancho por tres metros de largo, teniendo con esto un tamaño de parcela de 9m^2 . Así mismo se dejó espacio libre de 2 metros entre los 2 tratamientos, evitando con esto posibles infiltraciones de las aguas de riego utilizadas.

3.9.4. Fertilización.

La fórmula de fertilización utilizada fue 150-60-00 en base a las fuentes de Nitrato de Amonio y Super fosfato simple utilizando 402 grs. y 270 grs. respectivamente en una sola aplicación antes de la siembra incorporándose con una ligera rastrillada.

3.9.5. Siembra del material: La siembra en las parcelas testigo y las experimentales se realizó los días 16 y 17 de Enero de 1996 respectivamente, en forma manual "a chorrillo" con una densidad de siembra de 90 grs. en cada una de las parcelas. La siembra se realizó en seco procediéndose a regar inmediatamente.

3.9.6. Control de plagas

El control de plagas fue innecesario ya que las plagas presentes se mantuvieron en bajas poblaciones no representando un daño económico al cultivo.

3.9.7. Manejo del agua de riego: Los riegos de auxilio se aplicaron de acuerdo a los requerimientos del cultivo, realizándose en las parcelas testigos con una frecuencia de 8 días y con un tiempo medido de 30 minutos al inicio del ciclo del cultivo, incrementándose la frecuencia y tiempo de acuerdo a la etapas fenológicas y por el incremento de la temperatura.

En total se les aplicó 12 riegos de auxilio. Estos riegos se realizaron utilizando una manguera de plástico de 1/2 pulg. de diámetro por la cual se trasladó el agua desde una llave ubicada a espaldas del departamento de horticultura y con una distancia aproximada a las parcelas testigo de 60 metros.

En las parcelas experimentales los riegos con aguas negras se establecieron cada 14 días, registrándose en total 7 riegos de auxilio. Estos riegos fueron por gravedad o agua rodada a través de un canal trazado desde el estanque de aguas negras, hasta las parcelas.

**CUADRO 1 CUADRO ILUSTRATIVO DEL TIEMPO, VOLUMEN Y
FECHA DE LOS RIEGOS EN EL TRATAMIENTO
TESTIGO.**

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. MINUTOS	VOLUMEN lit/ha/riego	FECHA
30	155,555.55	16 - Ene - 1996
30	155,555.55	19 - Ene - 1996
30	155,555.55	27 - Ene - 1996
30	155,555.55	31 - Ene - 1996
45	210,000.00	05 - Feb - 1996
45	210,000.00	24 - Feb - 1996
45	210,000.00	02 - Mar - 1996
45	210,000.00	09 - Mar - 1996
60	280,000.00	16 - Mar - 1996
60	280,000.00	29 - Mar - 1996
60	280,000.00	19 - Abr - 1996
60	280,000.00	26 - Abr - 1996
X = 45	X = 215,185.18	

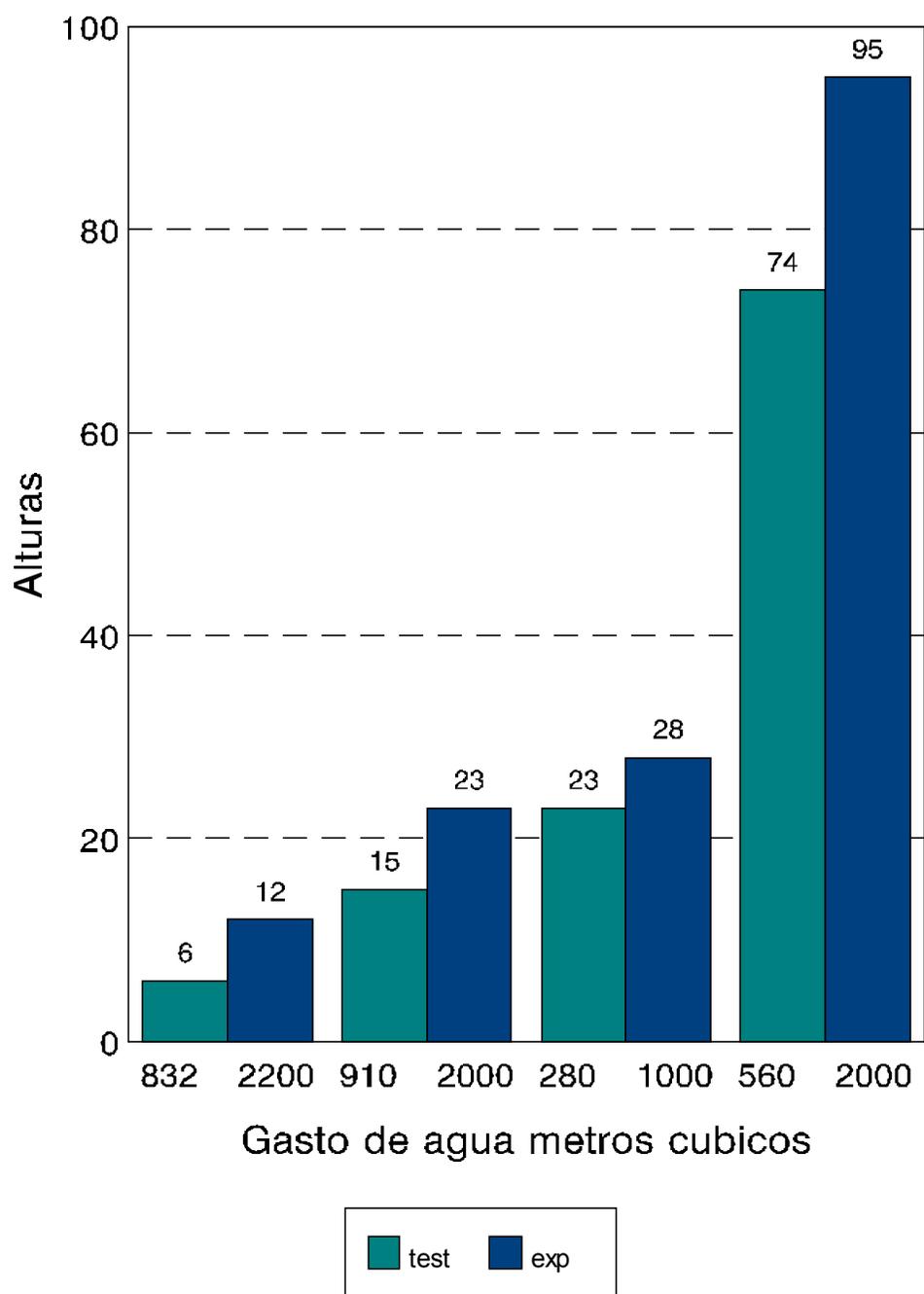
Se puede ver que el tiempo de riego se fué incrementando de acuerdo a las exigencias del cultivo y así mismo las necesidades de agua fueron mayores.

CUADRO 2 CUADRO ILUSTRATIVO DEL NUMERO DE RIEGOS, LAMINAS, VOLUMEN DE AGUA Y FECHAS DE RIEGO UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO EXPERIMENTAL.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. No. RIEGOS	Lr. APROXIMADA	Lts.agua/riego/ha	FECHA DE RIEGO
1°	12 cm ³ /m ²	1'200,000.00	17-Ene-1996
2°	10 cm ³ /m ²	1'000,000.00	27-Ene-1996
3°	10 cm ³ /m ²	1'000,000.00	24-Feb-1996
4°	10 cm ³ /m ²	1'000,000.00	18-Mar-1996
5°	10 cm ³ /m ²	1'000,000.00	29-Mar-1996
6°	10 cm ³ /m ²	1'000,000.00	21-Abr-1996
7°	10 cm ³ /m ²	1'000,000.00	28-Abr-1996

En los cuadros anteriores se muestra en forma clara que el consumo de agua en el tratamiento experimental fue mayor con una diferencia de 4,617,777.8 litros del tratamiento testigo, esto nos indica que en la conducción del agua normal al cultivo en el momento en que es requerido se le puede dar un uso más eficiente.

Grafica A. Crecimiento en relacion con los gastos de agua



CUADRO 3 TOMA DE DATOS. ALTURA DE PLANTA (cm).

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. PARCELAS TESTIGOS		PARCELAS EXPERIMENTALES	
P1	6 cm.	P1	14 cm.
P2	7 cm.	P2	10 cm.
P3	6 cm.	P3	13 cm.
P4	7 cm.	P4	10 cm.
P5	6 cm.	P5	12 cm.
P6	6 cm.	P6	13 cm.

Estos datos fueron tomados el día 20 de Febrero de 1996, y aquí se puede apreciar que se empezó a tener una ventaja en el tamaño de las plantas en las parcelas experimentales regadas con aguas negras.

CUADRO 4 TOMA DE DATOS. TRATAMIENTO TESTIGO CON AGUA NATURAL

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. PARCELA	ALTURA DE PLANTA (cm)	VIGOR	PLAGAS	COLORACION
P1	15	4	Diabrotica	Verde limón y verde oscuro
P2	15	3	Diabrotica	Verde limón
P3	15	3	Diabrotica	Verde limón
P4	17	4	Diabrotica	Verde limón y verde oscuro
P5	12	3	Pulga saltona	Verde limón y verde oscuro
P6	16	4	Diabrotica	Verde limón y verde oscuro

VIGOR: 1 = Malo 2 = Regular 3 = Medio 4 = Bueno 5 = Excelente

CUADRO 5 TOMA DE DATOS. TRATAMIENTO EXPERIMENTAL CON RIEGO DE AGUAS NEGRAS

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. PARCELA	ALTURA DE PLANTA (cm)	VIGOR	PLAGAS	COLORACION
P1	20	3	Diabrotica	V. limón
P2	20	3	Diabrotica	V. limón
P3	23	3	Diabrotica	V. limón
P4	25	4	Diabrotica	V. oscuro
P5	22	4	Diabrotica	V. oscuro
P6	25	5	Diabrotica	V. oscuro

Los datos presentes en los cuadros 4 y 5 fueron tomados el día 21 de Marzo de 1996 y su registro fue en base a una media. En ambos cuadros se pueden comparar los siguientes aspectos: con lo referente a las alturas de las plantas es notoria la ventaja de todas las parcelas experimentales sobre las parcelas testigos aunque en el aspecto del vigor que presentaban las plantas hasta ese momento se puede decir que había un equilibrio en los dos tratamientos; con respecto a las plagas presentes y la coloración presentada en ambos

tratamientos, se tiene que fue la misma plaga la cual no representó daños al cultivo y en la coloración del material se tuvo más variación en las parcelas testigo.

CUADRO 6 TOMA DE DATOS. TRATAMIENTO TESTIGO CON AGUA NATURAL

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. PARCELA	ALTURA DE PLANTA (cm)	VIGOR	PLAGAS	COLORACION
P1	20	3	Diabrotica	V. limón
P2	20	3	Diabrotica	V. limón
P3	23	3	Diabrotica	V. limón
P4	25	4	Diabrotica	V. oscuro
P5	22	4	Diabrotica	V. oscuro
P6	25	5	Diabrotica	V. oscuro

CUADRO 7 TOMA DE DATOS. TRATAMIENTO EXPERIMENTAL CON RIEGO DE AGUAS NEGRAS

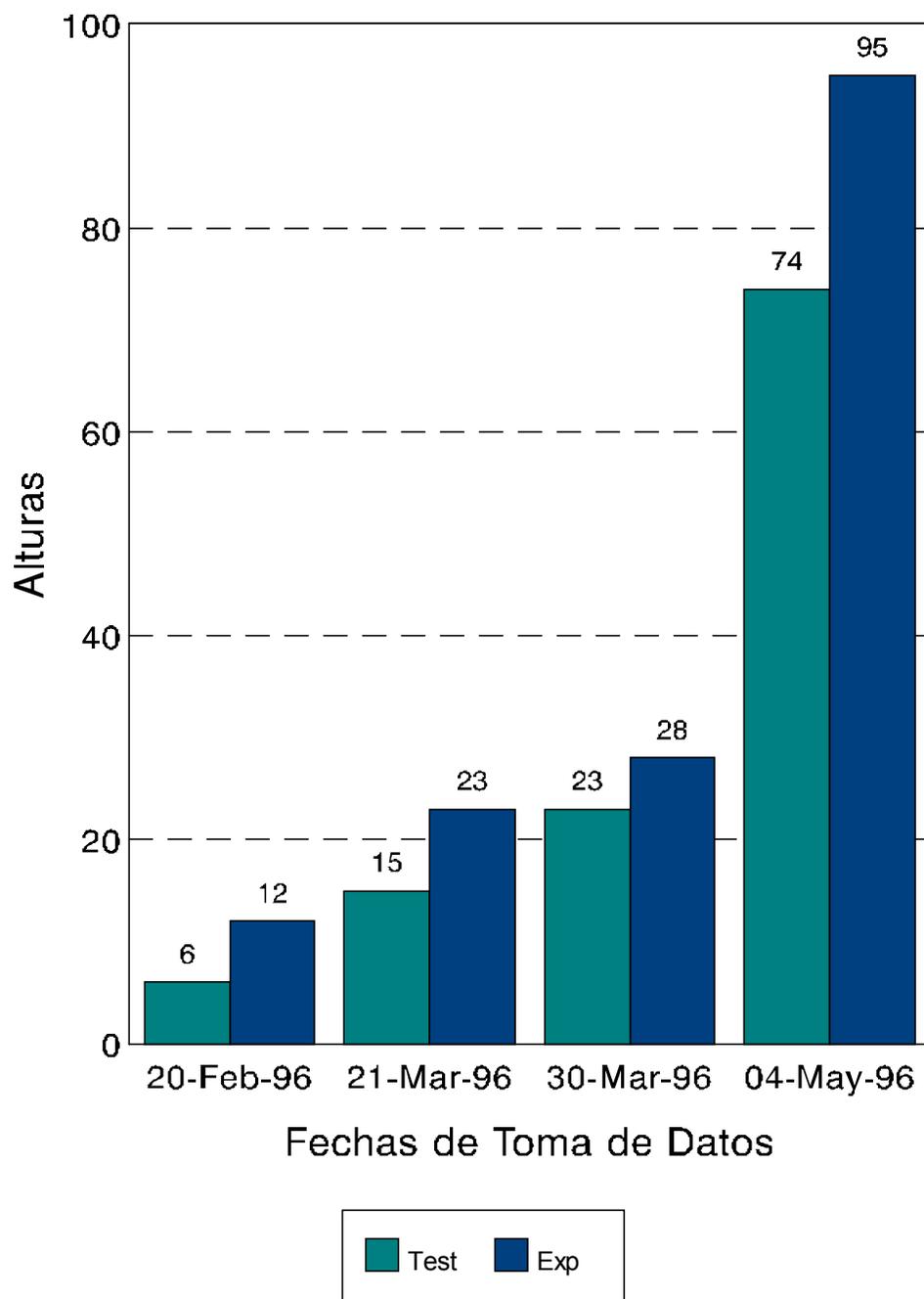
¡Error! No se encuentra el origen	ALTURA DE PLANTA (cm)	VIGOR	PLAGAS	COLORACION
--	------------------------------	--------------	---------------	-------------------

de la referencia. PARCELA				
P1	27	4	Diabrotica	V. oscuro
P2	28	4	Diabrotica	V. oscuro
P3	29	4	Diabrotica	V. oscuro
P4	26	4	Diabrotica	V. oscuro
P5	27	5	Diabrotica	V. oscuro
P6	28	5	Diabrotica	V. oscuro

Los datos presentes en los cuadros 6 y 7 fueron tomados el día 30 de marzo de 1996 y su registro es en base a una media.

Haciendo comparación de los datos de ambos cuadros, se puede apreciar que las parcelas experimentales siguieron teniendo ligera ventaja en el aspecto de alturas de plantas y las cuales mostraron mayor vigor y mejor coloración, dando como resultado plantas con mejor aspecto.

Grafica B. Alturas presentadas durante el ciclo



3.10. Los caracteres agronómicos tomados fueron los siguientes:

3.10.1. Altura a hoja bandera: Esta evaluación fue tomada desde el punto de contacto del tallo con la superficie del suelo hasta la hoja bandera y expresada en centímetros.

3.10.2. Altura a la espiga: Fue tomada desde la base de la espiga, hasta el punto de contacto del tallo con la superficie del suelo y expresada en centímetros.

3.10.3. Altura total de la planta: Este parámetro fue tomado desde el punto de contacto del tallo con el suelo, hasta el extremo superior de la espiga y expresada en centímetros.

3.10.4. Número de hojas: Fueron tomadas plantas al azar de cada parcela de los dos tratamientos a las que se les hicieron un conteo del número de hojas y se procedió a sacar una media.

3.10.5. Promedio de espigas: En este parámetro fueron tomadas varias plantas al azar de cada parcela de los dos tratamientos realizándose un conteo del número de espigas por planta y se promedió con una media.

3.10.6. Promedio de amacollamiento: Se tomaron varias plantas por parcela, contándose el total de macollos de cada una de ellas, promediándose el total con una media, tanto de las parcelas testigos como las experimentales.

3.10.7. Longitud de hojas: Se tomaron varias plantas de cada una de las parcelas testigos y experimentales, midiéndose la longitud de las hojas promediándose con una media y expresada en centímetros.

CUADRO No. 8 VALORES TOMADOS DE LOS CARACTERES AGRONOMICOS EN LAS PARCELAS TESTIGO.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. PARC	Alt. a hoja bandera (cm)	Altura a la espiga (cm)	Altura total (cm)	Número de hojas	Prom. de Espiga	Prom. de amacollamiento	Long. de hojas (cm)
1	50	55	67	4	13	17	15
2	55	58	68	5	10	17	20
3	60	66	72	5	13	20	22
4	55	59	63	5	14	18	21
5	68	71	86	5	14	21	21
6	73	77	90	5	14	20	19
	- X=60	- X=64	- X=74	- X=5	- X=13	- X=19	- X=20

CUADRO No. 9 VALORES TOMADOS DE LOS CARACTERES AGRONOMICOS EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.	Alt. a hoja bandera (cm)	Altura a la espiga (cm)	Altura total (cm)	Número de hojas	Prom. de Espiga	Prom. de amacollamiento	Long. de hojas (cm)
--	--------------------------	-------------------------	-------------------	-----------------	-----------------	-------------------------	---------------------

PARC							
1	65	80	92	5	12	23	14
2	66	84	96	5	13	20	14
3	64	76	95	5	13	21	14
4	66	88	99	5	12	23	12
5	64	76	88	5	12	20	14
6	65	77	99	5	12	23	12
	- X=65	- X=80	- X=95	- X=5	- X=12	- X=22	- X=13

Los datos de los cuadros 8 y 9 fueron tomados el día 04 de mayo de 1996.

Comparando las medias de los caracteres agronómicos de cada uno de los tratamientos, se muestra claramente que en el tratamiento experimental regado con aguas negras se obtuvo mayor ventaja en la mayoría de los caracteres medidos a excepción de la longitud de hojas y el promedio de espigas en las cuales se tuvo una ligera ventaja para el tratamiento testigo regado con aguas naturales.

3.11. CARACTERISTICAS PRESENTADAS POR EL MATERIAL GENETICO.

3.11.1. Emergencia: A siete días después de la siembra.

3.11.2. Espigado: A los 90 días.

3.11.3. Floración: A los 98 días.

3.11.4. Amacollamiento: Presentó un amacollamiento normal por ser material de hábito intermedio.

3.11.5. Altura promedio de plantas: 74 cm. en promedio para las parcelas testigos. 95 cm. en promedio para las parcelas experimentales.

Los datos de las alturas de plantas que aquí se mencionan fueron tomados el día 04 de mayo de 1996, a tres días antes de cosechar.

3.12. COSECHA Y PARAMETROS EVALUADOS

Esta se llevó a cabo a los 112 días (el 7 de mayo de 1996), y se realizó en forma manual cortándose únicamente 1m² de parcela útil de cada una de ellas en la etapa del 25 al 30% de floración de la planta. Se realizó solamente un corte amanojándose el forraje y tomándose su peso húmedo inmediatamente.

3.12.1. Rendimiento de forraje verde.- Este se registró al momento del corte en kg/parcela transformándolo posteriormente en ton/ha.

3.12.2. Rendimiento de forraje seco.- Este se registró a los 15 días después del corte cuando ya el forraje estaba totalmente seco. Se tomó su peso por manojos y registrándose en kilogramos de forraje seco por parcela para transformarlo posteriormente en toneladas de forraje seco/ha.

CUADRO 10 TOMA DE DATOS. PESO HÚMEDO AL MOMENTO DEL CORTE.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. PARCELAS	TRAT. TESTIGO	TRAT. EXPERIMENTAL
---	---------------	--------------------

P1	5.50 kgs.	5.22 kgs.
P2	4.56 kgs.	4.29 kgs.
P3	4.95 kgs.	4.01 kgs.
P4	5.50 kgs.	5.17 kgs.
P5	5.17 kgs.	5.22 kgs.
P6	5.11 kgs.	4.12 kgs.

X= 5.13 KGS.

X= 4.67 KGS.

CUADRO 11 TOMA DE DATOS. PESO SECO A LOS 15 DIAS DESPUES DEL CORTE.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. PARCELA	TRAT. TESTIGO	TRAT. EXPERIMENTAL
P1	1.37 kgs.	1.67 kgs.
P2	1.15 kgs.	1.21 kgs.
P3	1.32 kgs.	1.21 kgs.
P4	1.32 kgs.	1.54 kgs.
P5	1.21 kgs.	1.51 kgs.
P6	1.23 kgs.	1.40 kgs.

X= 1.26 KGS.

X= 1.42 KGS.

Como se puede apreciar en el cuadro 10, el mayor peso registrado al momento del corte fue en las parcelas testigos, pero en el cuadro 11 se puede observar que al tomar su peso a los 15 días después del corte se tuvieron mejores resultados en las parcelas del tratamiento experimental regado con aguas negras; dichos resultados se demuestran con las medias registradas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los parámetros evaluados y los caracteres agronómicos se demuestra en forma clara que fueron mejores los resultados en el tratamiento experimental con el uso de aguas negras; así mismo, en un análisis económico realizado se muestra que se obtuvieron mayores ingresos económicos en el tratamiento experimental al producirse mayores rendimientos de toneladas de forraje seco/ha.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar para los dos tratamientos con sus seis repeticiones.

Para el análisis de varianza se tomaron los datos obtenidos de los caracteres agronómicos.

I.- Al desarrollar el análisis de varianza para la variable de respuesta altura a hoja bandera no se encontró significancia entre tratamientos.

II.- Al desarrollar el análisis de varianza para la variable de respuesta altura a la espiga se encontró alta significancia entre tratamientos ($P < 0.01$) como se observa en la tabla 1.

Tabla 1 Análisis de varianza para la variable de respuesta altura a la Espiga.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	1	752.082	752.082	15.533	0.003
ERROR	10	484.167	48.416		
TOTAL	11	1236.250			

C.V. = 9.630 %

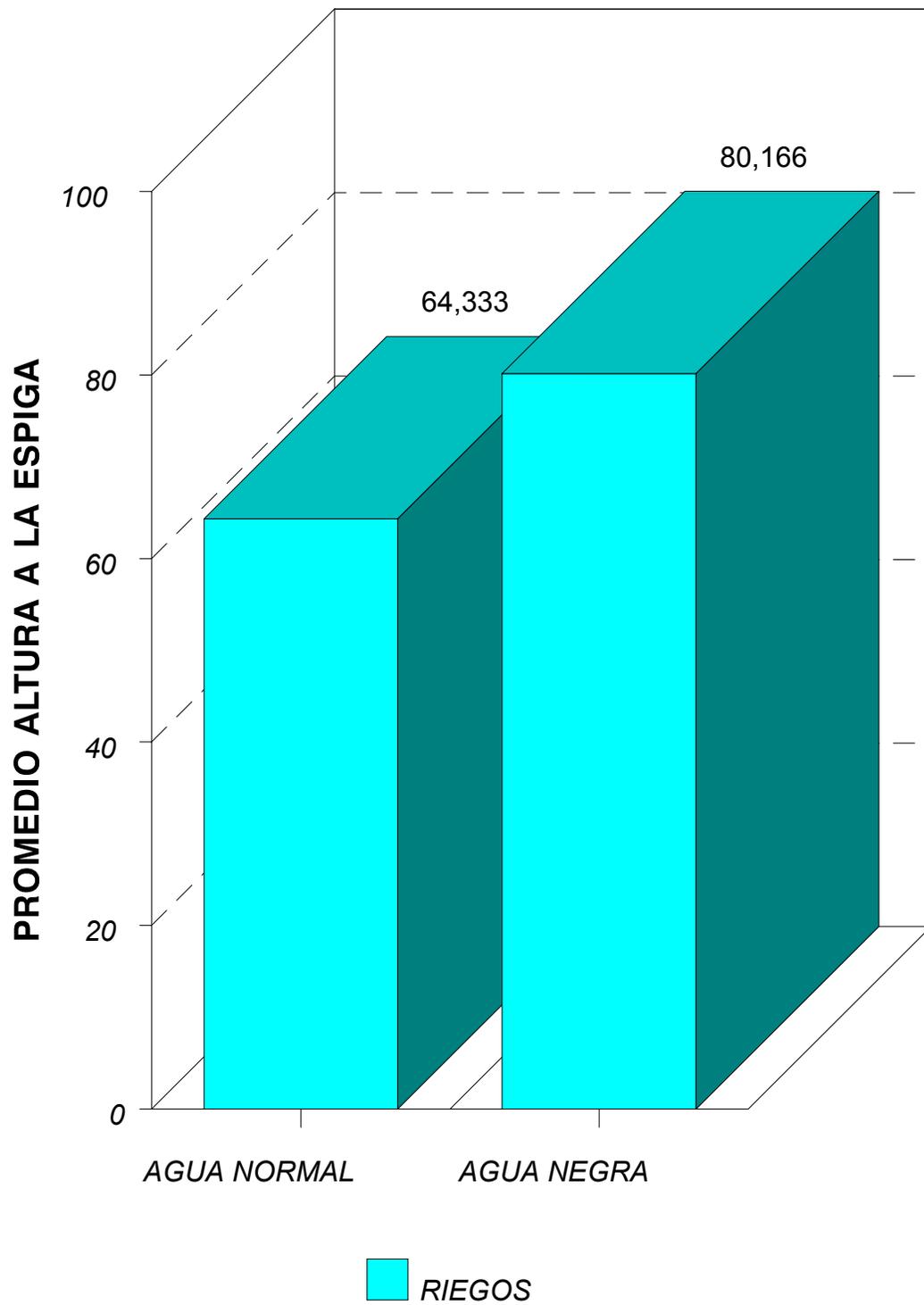
Al hacer la comparación múltiple de medias por el método de Tukey, se encontró que el promedio de riego con aguas negras superó al de riego con agua normal con un 99% de confianza como se aprecia en la tabla 1.1

Tabla 1.1 Comparación múltiple de medias para la variable de respuesta altura a la espiga.

TRATAMIENTOS	MEDIA	RAZON
RIEGO CON AGUAS NEGRAS	80.166	A
RIEGO CON AGUA NORMAL	64.333	B

También se pueden confirmar dichos promedios en la gráfica 1.

*GRAFICA 1. PROMEDIO DE ALTURA A LA
ESPIGA EN CADA RIEGO*



III.- Al desarrollar el análisis de varianza para la variable de respuesta altura total se encontró una alta significancia entre tratamientos ($P < 0.01$), como se observa en la tabla 2.

Tabla 2 Análisis de varianza para la variable altura total.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	1	1260.750	1260.750	18.006	0.002
ERROR	10	700.164	70.016		
TOTAL	11	1960.914			

C.V. = 9.892 %

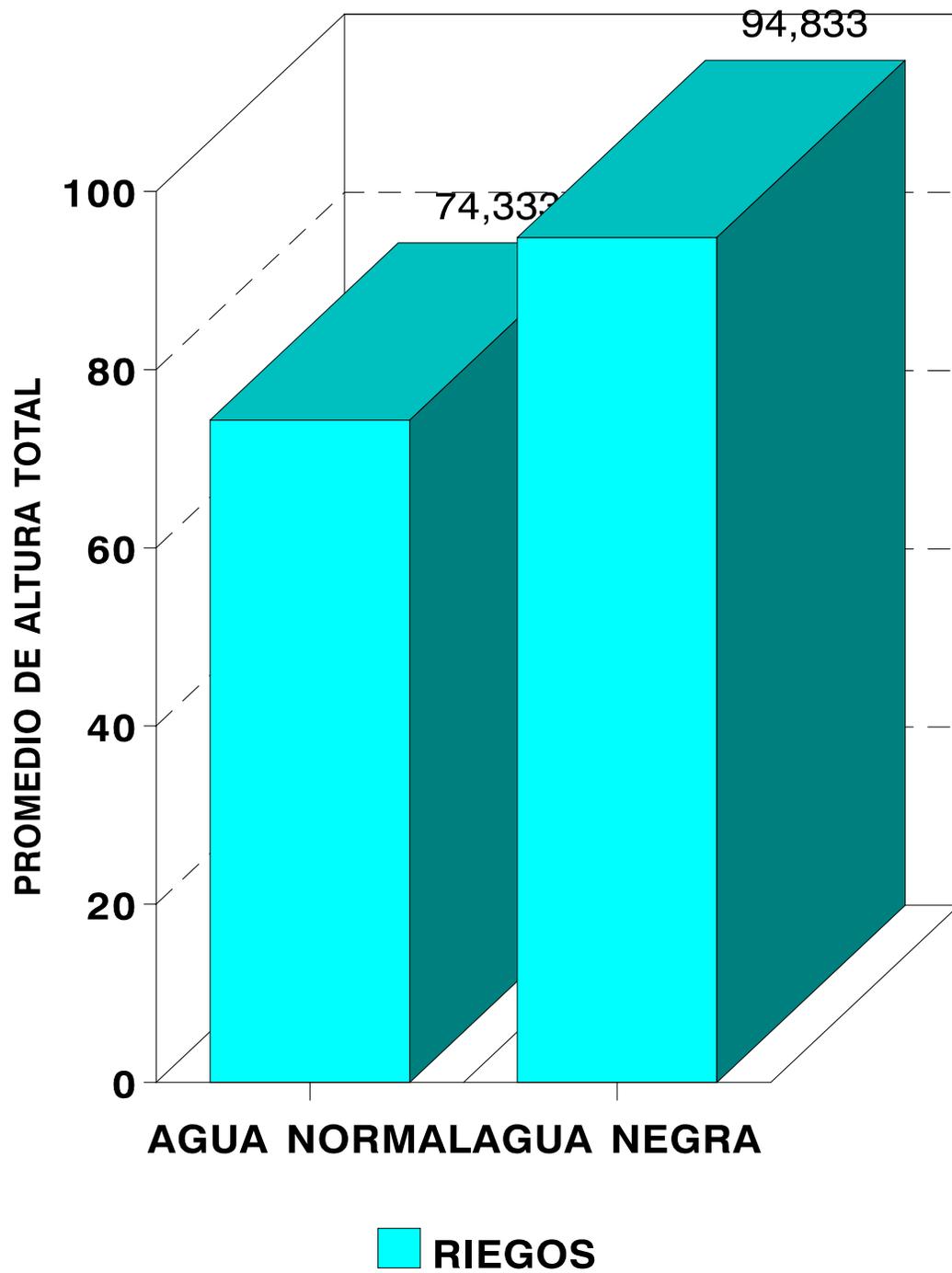
Al realizar la comparación múltiple de medias por el método de Tukey, se encontró que el promedio de riego con aguas negras superó ampliamente al de riego con agua normal con un 99 % de confianza como se aprecia en tabla 2.1

Tabla 2.1 Comparación múltiple de medias para la variable de respuesta altura total.

TRATAMIENTOS	MEDIA	RAZON
RIEGO CON AGUAS NEGRAS	94.833	A
RIEGO CON AGUA NORMAL	74.333	B

Se pueden confirmar estos promedios en la gráfica 2.

GRAFICA 2. PROMEDIO DE ALTURA TOTAL
EN CADA RIEGO



IV.- Al realizar el análisis de varianza para la variable de respuesta número de hojas no se encontró significancia entre tratamientos.

V.- Al desarrollar al análisis de varianza para la variable de respuesta longitud de hojas se encontró que hubo alta significancia entre tratamientos ($P < 0.01$) como se observa en la tabla 3.

Tabla 3 Análisis de varianza para la variable longitud de hojas.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	1	122.240	122.240	37.579	0.00
ERROR	10	32.528	3.252		
TOTAL	11	154.769			

C.V. = 10.991 %

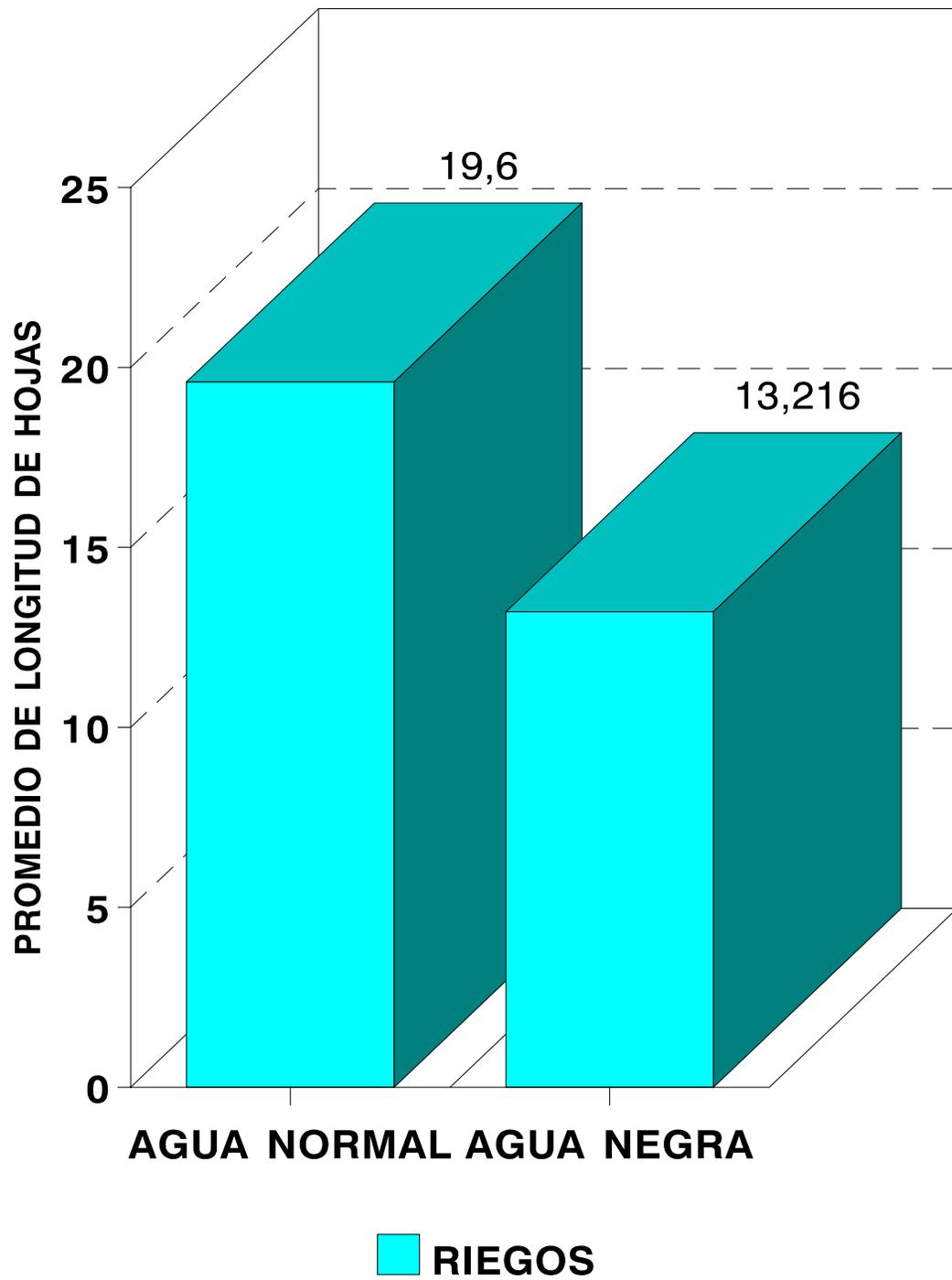
Al hacer la comparación múltiple de medias por el método de Tukey, se encontró que el promedio de riego con agua normal superó al de riego con aguas negras con un 99 % de confianza como se aprecia en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Comparación múltiple de medias para la variable de respuesta longitud de hojas.

TRATAMIENTOS	MEDIA	RAZON
RIEGO CON AGUA NORMAL	19.600	B
RIEGO CON AGUAS NEGRAS	13.216	A

Los promedios antes mencionados se pueden comprobar en la gráfica 3.

GRAFICA 3. PROMEDIO DE LONGITUD
DE HOJAS EN CADA RIEGO



VI.- Al desarrollar el análisis de varianza para la variable de respuesta del promedio de amacollamiento se encontró alta significancia entre tratamientos ($P < 0.01$) como se observa en la tabla 4.

Tabla 4 Análisis de varianza para la variable de respuesta promedio de amacollamiento.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	1	30.083	30.083	13.579	0.004
ERROR	10	22.153	2.215		
TOTAL	11	52.236			

C.V. = 7.362 %

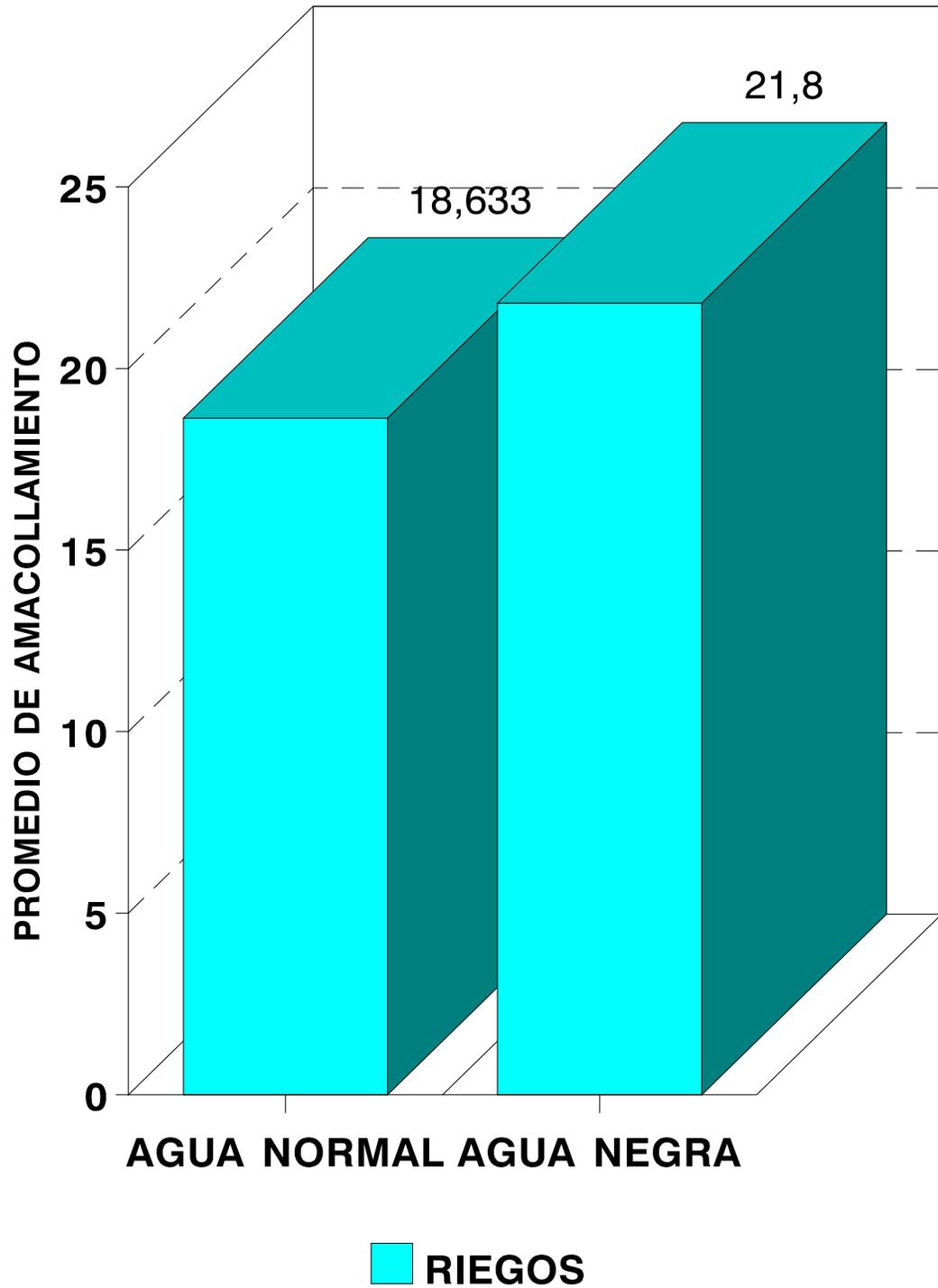
Al realizar la comparación múltiple de medias por el método de Tukey, se encontró que el promedio de amacollamiento fue superior con un 99% de confianza con los riegos de agua natural como se aprecia en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Comparación múltiple de medias para la variable promedio de amacollamiento.

TRATAMIENTOS	MEDIA	RAZON
RIEGO CON AGUAS NEGRAS	21.800	A
RIEGO CON AGUA NORMAL	18.633	B

También se pueden confirmar dichos promedios en la gráfica 4

GRAFICA 4. PROMEDIO DE AMACOLLAMIENTO
EN CADA RIEGO



VII.- Al desarrollar el análisis de varianza para la variable de respuesta promedio de espigas, no se encontró significancia entre los tratamientos.

ANALISIS ECONOMICO

CUADRO 12 RELACION DE COSTOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL TRATAMIENTO TESTIGO.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL
MECANIZACION			
Rastreo Doble	1	\$300.00	\$ 300.00
Nivelación	1	100.00	100.00
Trazo de Riego	1	150.00	150.00
INSUMOS			
Semilla	100 Kgs.	\$ 6.00	\$ 600.00
Fertilizantes	448 Kgs. N.A.	90.00	810.00
	293 Kgs.S.F.S.	55.00	330.00
RECURSOS HUMANOS			
Riegos	12 riegos	\$50.00	\$ 600.00
Cosecha	15 jornales	30.00	450.00
Maniobras	5 jornales	30.00	150.00
IMPREVISTOS	15 %	SUBTOTAL	\$3,490.00
			523.50
		EGRESO TOTAL	\$4,013.50

INGRESOS EN EL TRATAMIENTO TESTIGO.

12.6 Toneladas de forraje seco/ha., con un valor de \$1.2/kg.

12,600 kgs. X \$1.2/kg. = \$15,120.00

INGRESO TOTAL \$15,120.00

INGRESO REAL

INGRESO \$15,120.00

EGRESO 4,013.50

 INGRESO NETO \$11,106.50

**CUADRO 13 RELACION DE COSTOS DE LAS ACTIVIDADES
 REALIZADAS EN EL TRATAMIENTO
 EXPERIMENTAL.**

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL
MECANIZACION			
Rastreo Doble	1	\$300.00	\$300.00
Nivelación	1	100.00	100.00
Trazo de riego	1	150.00	150.00
INSUMOS			
Semilla	100 kgs.	\$ 6.00	\$600.00
Fertilizantes	448 Kgs. N.A.	90.00	810.00
	293 kgs.S.F.S.	55.00	330.00
RECURSOS HUMANOS			
Riegos	7 riegos	\$150.00	\$1,050.00
Cosecha	15 jornales	30.00	450.00
Maniobras	5 jornales	30.00	150.00
IMPREVISTOS	15 %	SUBTOTAL	\$3,940.00
		EGRESO TOTAL	591.00

			\$4,531.00

INGRESOS EN EL TRATAMIENTO EXPERIMENTAL.

14.2 Toneladas de forraje seco/ha., con un valor de \$1.2/kg.

14,200 kgs. X 1.2/kg = \$17,040.00

INGRESO TOTAL \$17,040.00

INGRESO REAL

INGRESO	\$17,040.00
EGRESO	4,531.00

INGRESO NETO	\$12,509.00

Al llevar a cabo el análisis económico en los dos tratamientos, se puede observar que los costos solamente difieren en lo referente al número de riegos y el costo que se origina en cada uno de ellos, en los cuales hay un egreso mayor en el tratamiento experimental. Los datos antes mencionados están extrapolados a una hectárea.

CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra en forma notoria cinco aspectos relevantes:

1.- Al conducir el agua normal directamente sobre el cultivo en el momento que lo requiere se utiliza considerablemente menos agua por hectárea, lográndose un uso más eficiente sin importar las veces que tenga que regarse, solo se tendría que hacerse gastos extras al entubar el agua hasta la parcela y se gastaría más en mano de obra para estar regando con mayor frecuencia, sin embargo el consumo de agua (2,582,222.2 litros) en comparación con el tratamiento experimental de hasta 7,200,000 litros con un ahorro de hasta 4,617,777.8 litros, nos indica un nuevo camino para utilizar el agua de riego con que se cuenta, ya que nos está indicando que podríamos regar hasta más del doble de superficie.

2.- Con el crecimiento irregular de las ciudades se está consumiendo en forma irresponsable las reservas de agua dulce para el consumo, permitiendo que cada vez se tengan mayores volúmenes de agua para contaminar y por ende la disminución de agua limpia para la agricultura.

3.- Utilizar un recurso que se ha venido subempleando en forma más eficiente para beneficio del hombre al definir la diversidad de especies que se explotarán por ejemplo trigos, avenas, maíz, frijol etc.

Con el presente trabajo se demuestra que dicha agua podría tener un buen uso al producir forrajes y con ello se tenga más carne y leche, puesto que solo en algunas ciudades de nuestro país (D. F., Guadalajara y Monterrey) estaríamos hablando de 662,400,000 lts/hora que se podrían aprovechar y con lo cual se podrían sembrar 662 has/hora, equivalentes a 15,888 has/día.

4.- Con el uso de aguas negras en el riego se obtuvo mayor producción de forraje y por consiguiente se obtuvieron mayores ingresos como lo muestra el análisis económico.

5.- Las aguas negras no afectaron el desarrollo de cultivo del triticale, por lo que se concluye que pueden ser utilizadas donde la escasez de agua apropiadas para riego sea un factor limitante en la producción.

RECOMENDACIONES

- 1.- La utilización de las aguas negras en la agricultura en cultivos específicos.
- 2.- Utilización de las aguas negras en el establecimiento de cultivos forrajeros (avenas, cebadas, triticales y alfalfas) , siempre y cuando el forraje se utilice para ganado estabulado.
- 3.- No es recomendable utilizar el agua en praderas artificiales en donde los forrajes sean del tipo postrado o rastrero, ya que en estos cultivos la contaminación es más probable.
- 4.- Definitivamente en cultivos hortícolas no se deben utilizar las aguas negras.
- 5.- Se deben realizar estudios más profundos para utilizar más eficientemente las aguas negras de las ciudades ya que es un potencial para la producción de alimentos en el futuro de la humanidad.

LITERATURA CITADA

- Alhgreen, C.H. 1956. Forage Crops. Mc Graw-Hil. New York. United States of America. P. 279-280.
- Avila, T.E. 1972. Relación entre Suelo-Planta-Agua. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de America. Manual Nacional de Ingeniería. ed. 1a. Ed. Diana. México.
- Bishnoi V., R., P. Chitapong, J. Hughes, and J. Nishimuta. 1978. Agron. J. 70 (3): 439-441. United States of America.
- Bishnoi, V.R., and J.L. Hughes. 1979. Agronomic performance and protein content of fall planted triticale. Wheat and rye. Agron. J. 71: 359-360. United States of America.
- Bishnoi, V.R. 1980. Effects of seeding rates and row spacing on forage and grain production of Triticale, Wheat and Rye. (Crop, Sc. 20:107-108).
- Brown, A.R. and A. Almodares. 1976. Quantity and quality of triticale forage compared to other small grain. Agron. J. 68: 264-266.
- Brzoska, F., E. Pasiaka, H. ZywczoK, K. Sala and A. Nechay. 1983. Feeding value of green feed and quality and feeding value of silage from triticale. Triticale Abstracts. 9: 2(148).
- CAEZAR. Publicación Especial No. 5, 1985. Resumen Día del Agricultor. Campo Agrícola Experimental de Zaragoza, Coahuila. SARH-INIFAP. México.
- Cantú B., J.E. 1984. Apuntes de Bromatología Animal. 1a edición. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México.

- Castro, A.L. 1976. Rendimiento y calidad de forraje de 5 cereales evaluados en diferentes estados de desarrollo vegetativo. Tesis de Maestría, Colegio Postgraduados. Chapingo, México.
- CIANO. 1978. Trigo para el Noroeste de México. Ciclo 1978-1979. México.
- Ciha, A.J. 1983. Forage production on triticale relative to other spring grains. *Agron. J.* 75 (4): 610-613, USDA-ARS. United States of America.
- CIMMYT. 1975. Revisión de Programas. El Batán, México.
- CIMMYT. Hoy 1976. Boletín Informativo No. 5. El Batán. México.
- CIMMYT. 1979. Informe del CIMMYT. México, D.F.
- CIMMYT. 1982. Informe de CIMMYT. El Batán, México. 1983.
- CIMMYT. 1987. Reseña de la Investigación. 1985. México, D.F.
- Clark, E.A., and G. St. Jean. 1984. Spring-Sown Winter Cereals and annual rye grass. *Forage Notes.* 28: 54-59. Dep. op. Sci. Guelph Univ. Canada.
- Cherney, J.H., and C.G. Marten. 1982. Small grain crop forage potential. I. Biological and Chemical Determinants of Quality, and Yield. *Crop Science.* 22(2): 227-231. Dep. of Agron. and Pl. Genetics, Minnesota Univ. United States of America.
- Dietz, D.R. 1970. Animal Production and Forage Quality. Definition and Components of Forage Quality. Range and Wild Life Habitat Evaluation a Research Symposium Miscellaneous Publication No. 1147. USDA. 34 P.
- Flores M., J.A. 1977. Bromatología Animal. 2a. Reimpresión. Limusa, México, D.F.
- Fraustro S., R.E. 1992. Evaluación de líneas avanzadas forrajeras de Triticale (X. Triticosecale Wittmack) de hábito intermedio e invernial en Buenavista, Coahuila, México. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gamboa, S., I.M. Nebreda, G. Pichardo and P.C. 1980. *Agron. Abst. Annu. Meet. Am. Soc. Agron.* 72 and p. 124.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Casificación Climática de Köpen para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. 2a. Ed. UNAM. México, D.F.

- Gayosso G., J.B.E. 1989. Rendimiento y Calidad de forraje en triticales de hábito intermedio (X. Triticosecale Wittmack) en tres Ambientes del Norte de México. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 74 p.
- Hernández, M.A. 1978. Potencial forrajero del triticale en el valle de Zapópan. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.
- INIA. 1981. Guía para cultivar triticale de temporal en México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla. SARH. Campo Experimental del Valle de México.
- Lomas, L.W., and L.J. Moyer. 1984. Grazing Winter Annuas. In Proceedings of the National Wheat Pasture Symposium. Stillwater, USA. Oklahoma State University 465-466. Southeast Kansas Branch Exp. Sta. USA.
- Lozano Del R., A.J. 1988. Reporte interno del programa de cereales de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Lozano De R., A.J. 1990. Proceedings of the Second International Triticale Symposium, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. October 1990. Organized by Embrapa, CNPT, CYMMYT and ITA.
- Lozano Del R., A.J., and Díaz, H. 1994. Utilization of triticale (X. Triticosecale Wittmack) and annual rye grass (*Lolium multiflorum*) mixtures for forage in México. In Proceeding of the Third International Triticale Symposium. Lisboa, Portugal.
- Lucas, H.L. 1963. Determination of Forage Yield and Quality from animal responses. In Range research methods: A Symposium U.S. Dep. Agr. Misc. Publ. 940. pp 43-54.
- Maynard, L.A., and J.K. Loosli. 1956. Animal Nutrition. 4th. Ed. New York: Mc Graw-Hill Book Co., Inc. 488 pp.
- Milloslavitch, M.J. 1971. Rendimiento de Forraje verde y Heno en tres Especies de Cereales: Trigo (*Triticum aestivum* L.), Centeno (*Secale cereale* L.) y Avena (*Avena sativa* L). en seis fechas de siembra en Apodaca, N.L., Tesis de Licenciatura. ITESM. México. 71 p.
- Muntzing, A. 1968. Cytogenetics and breeding Studies in triticale Proceedings of the Second International Wheat Genetics Symposium, August 19-24. 1963. Lund, Sweden Hereditas, Supp. 2pp. 291-300. Sumary in Plant Breeding Abstracts. 38:333.
- Popov, P., K. Kostov, I. Stankov and P. Stankova. 1981. The possibility of using triticale fresh fodder as a protein source for animals. Resteniev dninauki 18(7): 103-108. Instituty po Introduktsiya. Rastitelni Resursi. Sadavo, Bulgaria.

- Quiroga, G.H.M. 1980. Jardín de Introducción de triticale forrajero. Informe de investigación sin publicar. C.A.E. La Laguna. CIAN-INIA-SARH. México.
- Quiroga, G.H.M., y J.M. Farías. 1981. Jardín de Introducción de triticale forrajero 1980-81. Informe de investigación sin publicar. C.A.E. La Laguna. CIAN-INIA-SARH. México.
- Reid, J.T. 1966. La Calidad del Heno. En: Hughes, H.D., M.E. Heat y D.S. Metcalf (Eds). Forrajes. 2a. Ed. CECSA. México. P. 547.
- Renchentin, C.A. 1956. Elementary Morphology of Grass Growth and How it Effects Utilization. J. Range, Manag. 9:167-170. United States of America.
- Rios, A.R. y N. Aceves E. 1979. Efectos del boro y el sodio sobre el rendimiento de los cultivos en el Distrito de Riego 03. Tula, Hidalgo. 19(2): U.A.CH. 17 P.
- Robles, S.R. 1983. Producción de Granos y Forrajes. 4a. Ed. Limusa. México. pp. 267-284.
- Robles, S.R. 1990. Producción de Granos y Forrajes. 5a. Ed. Limusa. México.
- Royo, C. 1992. El Triticale. Bases para el cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Sullivan, J.T. 1962. Evaluation of Forage Crops by Chemical Analysis: A Critique. Agron. Jour. 54(6): 511-515. U.S.A.
- Swift, A., and Sullivan, R. 1984. Protein contents in forage crops. Wheat, Barley and Triticale Abstract. Vol. 3.
- Timofeev. V.B., A. Q. Zhamakina and V.A. Potnikova. 1986. Yield and Green Mass Quality of Forage Triticale. Biologiya No. 11:46-51. USSR.
- Varughese, G., T. Barker and E. Saari. 1987. Triticale. CIMMYT. México, D.F. 32 p.
- Villegas, A. 1964. Rendimiento de grano y forraje de 25 variedades de avena (*Avena sativa* L.) en Apodaca, N.L., Tesis de Licenciatura. UANL. México. 87 p.
- Gardenhire, J.H. and E.C. Wilkerson. 1980. Forage production of small grains at Dallas, 1974-1978. Th. Texas Agriculture Experimental Station. Texas A&M University Sistem, College Station, Tx. 13 p.
- Zillinsky, F.J. 1973. Triticale Breeding and researcht CIMMYT. Londres 40, México, D.F.

Zillinsky, F.J. 1974. Improvising seed formation in: Triticale. Proceeding of an International Symposium. El Batán, México, D.F.