

**PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y PARAMETROS FISIOTÉCNICOS
EN MEZCLAS DE TRITICALE Y BALLICO ANUAL.**

GILBERTO RODRÍGUEZ PÉREZ

TESIS

**Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
en Fitomejoramiento**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coahuila,
Noviembre de 2007**

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal:

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río

Asesor:

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Asesor:

Dr. Fernando Borrego Escalante

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 2007

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al Dr. Javier Alejandro Lozano Del Río, por su dedicado apoyo incondicional para la planeación, conducción y sugerencias en la revisión de la presente investigación.

Mis más sincera gratitud al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa, por haberme brindado la oportunidad de poder concluir con ésta investigación en la aportación de lo estadístico y por sus consejos durante el desarrollo de la misma.

Al Dr. Fernando Borrego Escalante, por su apoyo constante dedicado para lograr los objetivos del presente estudio.

Al Dr. Gaspar Martínez Zambrano (q.e.p.d) por sus comentarios alentadores durante la trayectoria en mis estudios.

Al personal del Programa de Cereales de la Universidad, por haberme facilitado el material necesario de campo, y que de alguna u otra forma colaboraron con el término de este trabajo.

Así mismo agradezco el apoyo de Ana María Ochoa Rivera del Laboratorio de Fisiotecnia, por haberme facilitado el equipo fotosintético para terminar el presente estudio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme proporcionado los recursos económicos para la realización de mis estudios.

A mi ALMA TERRA MATER, por haberme dado la oportunidad a través del departamento de Fitomejoramiento para culminar una etapa más de mi carrera profesional.

DEDICATORIA

A mi esposa MAGDALENA LOPEZ RANGEL con todo mi amor por estarme apoyando durante estos años y sobre todo por la paciencia para soportar los constantes cambios y vicisitudes que implican una carrera académica.

A mis hijos CHRISTIAN, ESMERALDA Y JONATHAN con profundo cariño por ser los motivos para mi constante desarrollo profesional, familiar y humano.

A mis PADRES a quienes les doy gracias por darme la vida y guiarme por el buen camino para culminar mis aspiraciones profesionales.

A mis hermanos, suegros (q.e.p.d.), cuñados, sobrinos y demás parientes políticos por sus consejos y palabras de aliento para mi superación profesional.

A mis profesores, quienes gracias a ellos me transmitieron sus conocimientos para hacer de mi un profesionista para solventar las necesidades del campo y la población.

A la memoria de Don Antonio Narro por su espíritu altruista que hasta la fecha ha forjado un gran número de profesionistas.

COMPENDIO

Producción de Biomasa y Parámetros Fisicotécnicos en Mezclas de Triticale y Ballico Anual.

POR

GILBERTO RODRÍGUEZ PÉREZ

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE 2007

Dr. Alejandro Javier Lozano Del Río – Asesor-

Palabras clave: triticale, ballico anual, mezclas, forraje, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal, uso eficiente del agua.

El presente experimento se llevó a cabo en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el ciclo otoño-invierno 1995-1996, con el objetivo de determinar los patrones de producción de forraje verde y seco de mezclas y monocultivos de variedades de triticale y una variedad de ballico anual, a través de tres cortes, así como determinar la contribución de cada especie al rendimiento de forraje seco en las mezclas interespecíficas, y evaluar los parámetros fisiológicos de las mezclas y sus monocultivos, con un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se realizaron análisis de varianza por corte y combinados y sus correspondientes pruebas de comparación de medias. Se realizaron

contrastes ortogonales para comparar las mezclas y sus monocultivos. Se realizaron también análisis de correlación entre las variables agronómicas y las variables fisiológicas. Los monocultivos de triticales mostraron patrones y potencial de producción diferentes, que dependió principalmente de su hábito de crecimiento, que a su vez influyó en el comportamiento de sus mezclas con ballico anual. Los cortes sucesivos afectaron significativa y negativamente la producción de forraje de las mezclas y sus monocultivos; sin embargo, los monocultivos de triticales de hábito invernal y sus mezclas presentaron una producción más uniforme a través del ciclo. En las mezclas interespecíficas se observó un efecto de relevo del componente ballico al avanzar los cortes. Se registró una mayor contribución del ballico al rendimiento de las mezclas al combinarse con cereal de hábito primaveral. En las variables fisiológicas, sólo la transpiración estuvo asociada y positivamente al rendimiento de forraje seco. Se concluye que la utilización de mezclas interespecíficas de especies anuales de invierno es una alternativa para aumentar y uniformizar la producción de forraje durante el invierno en el norte de México.

ABSTRACT

Biomass Production And Physiological Parameters In Triticale And Annual Ryegrass
Mixtures

BY

GILBERTO RODRÍGUEZ PEREZ

MASTER OF SCIENCES

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVEMBER, 2007

Dr. Alejandro Javier Lozano Del Río – Advisor-

Key words: triticale, annual ryegrass, mixtures, forage, photosynthesis, transpiration,
stomatal conductance, water use efficiency.

The present experiment was carried out the Autonomous Agrarian University

"Antonio Narro", in Buenavista, Saltillo, Coahuila, during the cycle autumn - winter 1995-1996, with the aim to determine the pattern production of green and dry forage of mixtures and monocultures of triticale cultivars and a variety of annual ryegrass, across three cuts, as well as to determine the contribution of every species to the yield of dry forage in the interspecific mixtures, and to evaluate the physiological parameters of the mixtures and his the monocultures, with a randomized complete block design with three replications. Were performed analyses of variance were realized by cut and combined and yours corresponding means comparison tests. Orthogonal contrasts were realized to compare the mixtures and monocultures. Analyses of correlation were realized also between the agronomic and the physiological variables. The monocultures of triticale showed different patterns and potential of production, which depended principally on his growth habit. That in turn influenced the behavior of the mixtures with annual ryegrass. The successive cuts affected significantly and negatively the production of forage of the mixtures and his monocultures; nevertheless, the monocultures of winter habit triticale and his mixtures registered a more uniform production across the cycle. In the interspecific mixtures was observed an effect of relief of the ryegrass component on advanced the cuts. A major contribution of the ryegrass was registered to the yield of the mixtures to combining with cereal of spring habit. In the physiological variables, only the transpiration was associated positively to the dry forage yield. We concludes that the utilization of interspecific mixtures of annual winters species is an alternative to increase and to uniform the production of forage during the winter in the north of Mexico.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	
COMPENDIO	
Abstacs.....	
Índice de cuadros	
Índice de figuras	xvi
Índice de cuadros del apéndice	xviii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
Tipos de triticales forrajeros	5
Producción de forraje del ballico anual ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i>).....	6
Monocultivos y mezclas.	7
Cultivos asociados o múltiples.	7
Importancia de las mezclas forrajeras	9
Competencia	10
Competencia en policultivos.	12
Fotosíntesis	12
Transpiración	16
Factores que afectan el proceso de transpiración	18
Luz	18
Temperatura	18
Apertura estomática.	19
Conductancia estomatal	19
Uso eficiente del agua	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
Descripción del sitio experimental	23
Material genético utilizado	23
Metodología	24

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
V. RESUMEN	105
VI. CONCLUSIONES	107
VII. LITERATURA CITADA	109
VII. APÉNDICE	113

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1 Mezclas intraespecíficas, interespecíficas componentes solos y su número de tratamiento	23
3.2 Análisis de varianza individual	28
3.3 Análisis de varianza combinado sobre cortes	29
4.1 Significancia del análisis de varianza (cuadrados medios) para el corte 1 de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes	33
4.2 Significancia del análisis de varianza individual (cuadrados medios) para el corte 2 de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes	36
4.3 Significancia del análisis de varianza individual (cuadrados medios) Para el corte 3 de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes	39
4.4 Significancia de varianza (cuadrados medios) de forraje verde, seco y parámetros fisiotécnicos a través de tres cortes de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes	44
4.5 Resultados de las correlaciones entre producción de forraje seco y los parámetros fisiotécnicos para las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de tres cortes	50
4.6 Significancia del análisis de varianza individual (cuadrados medios) para el corte 1 de las mezclas intraespecíficas y sus componentes	51
4.7 Significancia del análisis de varianza individual (cuadrados medios) para el corte 2 de las mezclas intraespecíficas y sus componentes	53
4.8 Significancia del análisis de varianza individual (cuadrados medios) Para el corte 3 de las mezclas intraespecíficas y sus componentes	55
4.9 Análisis de varianza (cuadrados medios) de forraje verde, seco y parámetros fisiotécnicos a través de tres cortes de las mezclas intraespecíficas y sus componentes	58
4.10 Resultados de las correlaciones entre producción de forraje seco y los parámetros fisiotécnicos para las mezclas intraespecíficas y sus componentes a través de tres cortes	61
4.11 Resultados de los contrastes ortogonales de forraje verde, seco de triticales con sus mezclas intraespecíficas en el primer corte.	62
4.12 Promedios de Fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRNS) monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el primer corte.	63
4.13 Promedios de fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRANS) monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el primer corte	63
4.14 Resultados de los contrastes ortogonales de forraje verde y seco a través de tres cortes de triticales y sus mezclas intraespecíficas	64
4.15 Resultados de los contrastes ortogonales para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua entre los monocultivos (M) y sus mezclas intraespecíficas en el	65

segundo corte.	
4.16 Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el segundo corte.	65
4.17 Promedios de fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRANS) monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el segundo corte	66
4.18 Promedios de conductancia estomatal (CE) y uso eficiente de agua (UEA) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el segundo corte.	66
4.19 Resultados de los contrastes ortogonales para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua entre los monocultivos (M) y sus mezclas intraespecíficas en el tercer corte	67
4.20 Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el tercer corte.	68
4.21 Promedios de fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRANS) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el tercer corte.	68
4.22 Promedios de conductancia estomatal (CE) y uso eficiente de agua (UEA) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el tercer corte.	69
4.23 Resultados de los contrastes ortogonales para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua a través de tres cortes entre los monocultivos de triticale y sus mezclas intraespecíficas.	70
4.24 Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas a través de tres cortes.	70
4.25 Promedios de fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRANS) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas a través de tres cortes.	71
4.26 Promedios de conductancia estomatal (CE) y uso eficiente de agua (UEA) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas a través de tres cortes.	71
4.27 Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 1 en las mezclas interespecíficas y sus monocultivos.	72
4.28 Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 2 en las mezclas interespecíficas y	

	sus monocultivos.	76
4.29	Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 3 de las mezclas interespecíficas y sus monocultivos.	81
4.30	Cuadrados medios de los análisis de varianza combinados para forraje verde, seco y parámetros fisiológicos a través de tres cortes en las mezclas interespecíficas y sus monocultivos.	85
4.31	Resultados de las correlaciones entre la producción de forraje seco y los parámetros fisiotécnicos para las mezclas interespecíficas y sus componentes a través de tres cortes.	92
4.32	Resultados de los contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua en el primer corte.	93
4.33	Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo en comparación con sus mezclas con ryegrass en el primer corte.	94
4.34	Resultados de los contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua en el segundo corte.	95
4.35	Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo en comparación con sus mezclas con ryegrass en el segundo corte.	96
4.36	Resultados de los contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua en el tercer corte.	97
4.37	Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo en comparación con sus mezclas con ryegrass en el tercer corte.	97
4.38	Resultados de los contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua a través de tres cortes.	99
4.39	Promedios de rendimiento de forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua de los triticales en monocultivo en comparación con sus mezclas con ryegrass a través de tres cortes.	99
4.40	Resultados de los análisis de varianza para la contribución por especie al rendimiento de forraje seco.	100

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
4.1 Promedios de forraje verde de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 1.	34
4.2 Promedios de forraje verde de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 1.	34
4.3 Promedios de etapa fenológica de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 1.	35
4.4 Promedios de forraje verde de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 2	36
4.5 Promedios de forraje seco de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 2	37
4.6 Promedios para transpiración y uso eficiente de agua de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 2	38
4.7 Promedios para etapa fenológica de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 2	39
4.8 Promedios de forraje verde de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 3	40
4.9 Promedios de forraje seco de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 3	41
4.10 Promedios para fotosíntesis y uso eficiente de agua de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 3	41
4.11 Promedios para transpiración y conductancia estomatal de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 3	42
4.12 Promedios para etapa fenológica de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en el corte 3	43
4.13 Producción promedio de forraje verde y seco en cada uno de los cortes de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes	44
4.14 Promedios de forraje verde de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	45
4.15 Promedios de forraje seco de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	46
4.16 Promedios de fotosíntesis de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	46
4.17 Promedios para transpiración de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	47
4.18 Promedios para conductancia estomatal de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	48
4.19 Promedios para uso eficiente de agua de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	48
4.20 Promedios para etapa fenológica de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	49
4.21 Promedios de forraje verde de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en el corte 1	52

4.22	Promedios de forraje seco de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en el corte 1	52
4.23	Promedios de forraje verde de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en el corte 2	54
4.24	Promedios de forraje seco de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en el corte 2	54
4.25	Promedios de forraje verde de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en el corte 3	56
4.26	Promedios de forraje seco de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en el corte 3	57
4.27	Producción promedio de forraje verde y seco en cada uno de los cortes de las mezclas intra e intraespecíficas y sus componentes	58
4.28	Promedios de forraje verde de las mezclas intra e intraespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	59
4.29	Promedios de forraje seco de las mezclas intra e intraespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	60
4.30	Promedios de forraje verde de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 1	73
4.31	Promedios de forraje seco de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 1	73
4.32	Promedios de fotosíntesis y uso eficiente de agua de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 1	74
4.33	Promedios de transpiración y conductancia estomatal de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 1	75
4.34	Promedios de etapa fenológica de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 1	76
4.35	Promedios de forraje verde de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 2	77
4.36	Promedios de forraje seco de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 2	78
4.37	Promedios de fotosíntesis y uso eficiente de agua de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 2	79
4.38	Promedios de transpiración de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 2	79
4.39	Promedios de etapa fenológica de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 2	80
4.40	Promedios de forraje verde de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 3	81
4.41	Promedios de forraje seco de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 3	82
4.42	Promedios de fotosíntesis y uso eficiente de agua de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 3	83
4.43	Promedios de transpiración y conductancia estomatal de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 3	83
4.44	Promedios de etapa fenológica de las mezclas interespecíficas y sus componentes en el corte 3	84

4.45	Producción promedio de forraje verde y seco en cada uno de los cortes de las mezclas interespecíficas y sus componentes	86
4.46	Promedios de forraje verde de las mezclas interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	86
4.47	Promedios de forraje seco de las mezclas interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	87
4.48	. Promedios de fotosíntesis de las mezclas interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	88
4.49	Promedios de transpiración de las mezclas Interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	89
4.50	Promedios de conductancia estomatal de las mezclas Interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	90
4.51	Promedios de uso eficiente de agua de las mezclas Interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	90
4.52	Promedios de etapa fenológica de las mezclas Interespecíficas y sus componentes a través de 3 cortes	101
4.53	Contribución por especie al rendimiento de forraje seco de las mezclas interespecíficas en el corte 1.	101
4.54	Contribución por especie al rendimiento de forraje seco de las mezclas interespecíficas en el corte 2.	102
4.55	Contribución de por especie al rendimiento de forraje seco de las mezclas interespecíficas en el corte 3.	103
4.56	Contribución de las mezclas interespecíficas al rendimiento de forraje seco a través de tres cortes.	104

INDICE DEL ÁPENDICE

Cuadro		Página
A-1	Resultados de le descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en la producción de forraje verde	113
A-2	Resultados de le descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en la producción de forraje seco	114
A-3	Resultados de le descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en la producción de forraje verde	115
A-4	Resultados de le descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en la producción de forraje seco	116
A-5	Resultados de le descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas interespecíficas y sus componentes en la producción de forraje verde	117
A-6	Resultados de le descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas interespecíficas y sus componentes en la producción de forraje seco	118
1 A	Promedios mensuales de temperaturas mínimas, medias y máximas durante el desarrollo del experimento. Ciclo otoño invierno 1995-1996	119

I INTRODUCCION

En el norte de México, el sistema típico de producción de forrajes utiliza especies de verano e invierno, tanto anuales como perennes, debido a las drásticas diferencias en temperatura entre las estaciones del año; es decir, se debe trabajar con diferentes especies en los dos ciclos mencionados, lo que implica gastos de preparación del terreno, semilla y otros insumos dos veces por año.

Entre las anuales, la avena y el ballico ryegrass anual son las especies más utilizadas en la producción del forraje. El ryegrass es un excelente pasto para la alimentación del ganado,, con mayor capacidad productiva y de buena calidad que los pastos nativos, ya que tiene características de alto valor nutritivo y adaptación, lo que significa menores costos de producción y buena disponibilidad de forraje en una época crítica, el cual se emplea en la engorda de becerros y vaquillas de reemplazo y producción de leche.

Dentro de los cultivos forrajeros de uso más reciente en el norte de México se encuentra el triticale (*X Triticosecale* Wittmack), producto resultante del cruzamiento del trigo por centeno. El triticale se le considera

como un cultivo que se adapta mejor que otros cereales en áreas con suelos pobres, salinos y ácidos; además, presenta una mayor tolerancia a las bajas temperaturas en etapa vegetativa, en comparación con otros cereales de grano pequeño, aspecto importante en la región mencionada.

Anteriormente, en México se enfocó el uso del triticale en la alimentación humana, pero debido a que el grano posee algunas características que no lo hacen un cereal óptimo para molienda producción de harina, y debido a la diversidad en los hábitos de crecimiento presente en el germoplasma de esta especie, en los últimos años se ha enfocado su uso en la producción de forraje, debido a su intrínseco potencial de producción de biomasa. Así, en lugares en donde las condiciones ambientales para ciertos cereales son desfavorables, el triticale se presenta como buena alternativa para la producción de forraje de buena calidad.

Por otra parte, y debido a la estacionalidad de la producción de las diferentes especies forrajeras en monocultivo, existe otro enfoque, dirigido al establecimiento de mezclas de especies forrajeras, las cuales pueden producir forraje de alta calidad, con mayor uniformidad en la producción a lo largo del ciclo de cultivo, coadyuvando a mitigar la escasez de forraje, la cual, en el norte de México, ocurre en los meses más fríos.

Así, el potencial productivo y nutritivo que tienen los triticales de diferentes hábitos de crecimiento como los primaverales, facultativos e invernales, al utilizarlos en mezclas, puede compensar el déficit de producción de forraje durante el invierno, aprovechando los diferentes patrones de producción de distintas especies y/o variedades, las cuales actúan con un efecto de relevo en tiempo y espacio.

Por otra parte, el rendimiento económico de un cultivo es la integración de su potencial genético expresado en sus procesos fisiológicos como respuesta a estímulos ambientales. Para esto, se ha desarrollado instrumental científico avanzado, costoso y de alta precisión, para la medición *in situ* de algunos procesos fisiológicos complejos, como el de la fotosíntesis y transpiración, ya que es importante el entendimiento de la manera en que estos procesos se encuentran integrados en la acumulación de biomasa por medio del aparato asimilatorio de las plantas con respecto al tiempo, para identificar materiales más eficientes a este respecto. En base a lo anterior, se planteó desarrollar la presente investigación con los siguientes objetivos:

- 1.- Determinar los patrones de producción de forraje verde y seco de las mezclas y sus monocultivos a través de cortes.
- 2.- Determinar la contribución de cada especie componente al rendimiento de forraje seco en las mezclas interespecíficas.
- 2.- Determinar los parámetros fisiotécnicos para cada una de las mezclas y

sus monocultivos a través de cada corte.

Hipótesis

1.- Las variedades y/o genotipos de triticale de diferente hábito de crecimiento producen mayor cantidad de forraje en mezclas a través de varios cortes, que sus componentes solos.

2.- Las mezclas poseen mayor rendimiento, eficiencia fotosintética, menor transpiración, conductancia estomatal y mayor uso eficiente del agua que sus componentes solos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Producción de forraje del triticale (*X Triticosecale* Wittmack).

Se considera que la utilidad del triticale (cruza de trigo x centeno) para el aprovechamiento pecuario se puede asignar principalmente bajo dos enfoques: el grano para alimento, sobre todo para las aves y los porcinos, y la planta como forraje puede ser utilizada para apacentamiento, henificado o ensilado de buena calidad.

El potencial del triticale como forraje de invierno tiene mayor potencial de rendimiento y contenido de proteína que las avenas en fases tardías de crecimiento. el triticale produce más forraje que otros cereales como la avena y centeno Lozano (1992), evaluaron la producción de forraje seco de triticale y testigos comerciales a través de tres cortes en siete localidades del Norte de México, donde el triticale AN-31, de hábito intermedio-invernal, fué uno de los más sobresalientes.

Tipos de triticales forrajeros.

Desde el ciclo 1986-1987 se iniciaron trabajos sobre producción de forraje con triticales en el Programa de Cereales de la UAAAN, identificándose tres tipos de acuerdo a su hábito de crecimiento.

- a).- Primaverales: triticales de rápido crecimiento, insensibles al fotoperíodo, de porte erecto, adecuados para la producción de grano o ensilaje, con un 100 por ciento de progenitores primaverales en su pedigree.
- b).- Facultativos o intermedios: Presentan aproximadamente 50 por ciento de germoplasma primaveral e invernal en su pedigree; son de crecimiento relativamente más lento que los tipos primaverales pero con mayor producción de biomasa, y mejor recuperación después de cada corte. Son adecuados para la producción de forraje en verdeo o henificado.
- c).- Invernales e intermedio-invernales: Tienen principalmente progenitores de hábito invernal, pero con una pequeña proporción de tipos primaverales en su pedigree. Estos tipos son de ciclo más tardío, presentan una mayor tolerancia a bajas temperaturas, tienen un tipo de planta postrado y son adecuados para su explotación bajo pastoreo o verdeo, dependiendo de la etapa fenológica.

Producción de forraje del ballico anual ryegrass (*Lolium multiflorum* L.).

Las gramíneas forrajeras de clima templado, que pueden ser de hábitos anuales o perennes y que alcanzan su mayor producción durante el período de invierno-primavera, son comúnmente pobres en su contenido de energía digestible y son adecuados para mantener becerros al destete, novillos de engorda, vaquillas y vacas secas adultas. Dentro de este grupo de pastos se encuentran los ballicos que pueden ser anuales o perennes.

El ballico o ryegrass anual es una gramínea sumamente valiosa para el establecimiento de praderas para pastoreo o corte, lo que representa una buena

alternativa para reducir los costos de producción. El ryegrass anual es una planta que permanece verde durante todo el invierno e inicia su crecimiento al principio de la primavera; es de un gran valor en las regiones donde los inviernos son suficientemente suaves. Su principal uso es como forraje. En praderas suele sembrarse solo o en combinación con cereales de invierno, la asociación del ballico con cereales de invierno, proporciona un pastoreo más temprano que el ballico solo y un pastoreo más tardío en primavera, que los cereales solos. La adición de tréboles anuales de invierno o perennes mejora tanto a la producción, como el valor nutritivo del forraje. El ballico produce forraje apetecible y nutritivo especialmente cuando crece con tréboles y otras leguminosas forrajeras.

Monocultivos y mezclas.

El mayor problema asociado con la utilización óptima de especies forrajeras en monocultivo es la distribución estacional de su producción (Buck *et al.* 1989), que se ve fuertemente afectada por diversos factores climáticos. Esto provoca que la producción de forraje sea casi nula en determinadas épocas del año y que se cuente con una elevada producción de forraje de buena calidad al inicio de la estación de crecimiento (Menzi *et al.* 1991).

Cultivos asociados o múltiples.

Lépiz, (1974) considera como siembra asociada al sistema de producción en donde dos más especies participan en tiempo y espacio y son sembradas en forma mezclada en el mismo surco. Un factor muy importante que caracteriza a los tipos de asociaciones lo constituye las características biológicas de los cultivos o especies

asociadas; así, encontramos casi como una constante la presencia de leguminosas dentro de los cultivos múltiples que por su específica capacidad para fijar directamente el nitrógeno y su elevada producción cuando los aportes solares e hídricos son favorables, contribuyen a un uso más eficiente de los recursos disponibles (Gil, 1980).

Andrews y Kassan (1976), clasifican a los cultivos múltiples en cultivos secuenciales y cultivos intercalados; en estos últimos, la intensificación del cultivo es en dimensiones de tiempo y espacio; y a su vez los cultivos intercalados se subdividen en:

- 1.- Cultivos en mezclas asociados, donde dos más cultivos crecen simultáneamente sin distinción de arreglo en el surco.
- 2.- Cultivos en surco, donde cada surco es ocupado por un solo cultivo.
- 3.- Mezclas de cultivos en franjas, donde los cultivos se establecen en franjas lo suficientemente anchas para permitir la independencia de los cultivos pero lo suficientemente angostas para que interactúen agronómicamente.
- 4.- Mezcla de cultivos en relevo, en el que dos más cultivos crecen simultáneamente durante parte del ciclo de vida de uno de ellos.

Una mezcla de especies forrajeras es siempre mejor que un monocultivo, no sólo porque se tendrá una época de crecimiento más extensa y una variedad más amplia de especies sino también porque éstas proporcionan un forraje rico en proteína, minerales y otros nutrientes.

Importancia de las Mezclas Forrajeras.

Sobresale dentro de los objetivos de la producción de mezclas forrajeras, denominadas también “praderas mixtas”, el obtener altos rendimientos durante períodos prolongados y uniformes. Dentro de las principales desventajas del uso de las mezclas forrajeras se encuentra la competencia entre especies, así como la necesidad de un manejo más intensivo de las mismas (Carámbula, 1977; Ball *et al.* 1991).

Las asociaciones de gramíneas y leguminosas han sido utilizadas en muchos países del mundo ya que se ha logrado incrementar la producción de forraje con dosis bajas de fertilizante nitrogenado (Haynes, 1980).

Ventajas de las Mezclas Forrajeras.

Las ventajas observadas con el uso de mezclas en comparación a las especies en monocultivo son varias:

- a).- Las mezclas gramíneas-leguminosas producen más forraje que los cultivos puros, aun aplicándoles cantidades moderadas de fertilizante nitrogenado (Mallarino y Wendi, 1990).
- b).- Se produce un forraje de mayor calidad nutritiva, ya que las leguminosas generalmente presentan forraje con alta digestibilidad y alta concentración de proteína (Woledge *et al.* 1990).
- c).- Se reduce la necesidad de aplicar nitrógeno al siguiente ciclo, por la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de la asociación simbiótica de las leguminosas.
- d).- Las mezclas prolongan los períodos de producción de forraje aumentando con esto los períodos de pastoreo (Buck *et al.* 1989).

El uso de mezclas forrajeras asegura un período productivo más amplio y uniforme, aunque se vuelve difícil la aplicación de técnicas que favorezcan a todas las especies que la componen (Woolfolk *et al.* 1975). El uso de mezclas forrajeras en los sistemas de producción animal, ofrece también las siguientes ventajas: producción de forraje de alta calidad, mayor uniformidad en la producción a lo largo del año y un incremento en las tasas de consumo del ganado (Haynes, 1980; Miller, 1984; Ball *et al.* 1991). Con base a lo anterior, se señala que una mezcla de especies forrajeras puede proveer una mayor producción a través del año, asegurar un incremento en la eficiencia de utilización de fertilizantes, incrementar la tasa de consumo y reducir los costos de producción.

Competencia.

Donde quiera que las plantas crecen en estrecha proximidad una con otras, sean de la misma o diferentes especies, se observan diferencias en el crecimiento vegetativo, producción de semillas y mortalidad (Silvertown, 1982). Sin embargo, sería un error atribuir todas estas diferencias al proceso de competencia, ya que la disparidad en el comportamiento de plantas vecinas puede ser debido a una respuesta independiente al medio imperante.

La competencia se define como la tendencia de plantas vecinas a utilizar la misma cantidad de luz, mineral, nutrientes, agua y espacio (Grime, 1982). De acuerdo a esta definición, la competencia se refiere en parte a la adquisición de recursos, contribuyendo así al mecanismo por medio del cual una planta puede

suprimir a otra.

En los policultivos se requieren plantas con alta habilidad para competir por los recursos limitantes; al respecto, Trenbath (1976), señala que para que un cultivo pueda competir eficientemente por luz, debe presentar algunas de las siguientes características: rápida expansión del área foliar; hojas grandes para reducir el efecto de penumbra, con posición horizontal bajo condiciones de día soleado; hojas con fotosíntesis de tipo C₄; baja transmisibilidad y con disposición de mosaico; eficiente distribución de materia seca para construir tallos fuertes y rápida extensión en respuesta al sombreado.

Naturaleza de la Competencia.

En un sentido exacto, dos plantas no compiten cada una con otra según sea lo extenso del suplemento del agua, nutrientes, oxígeno y CO₂, y que la luz y el calor excedan las necesidades de ambas. Harper (1964), indica que la competencia por sí misma es solamente una faceta de la interferencia entre las plantas; aunque a veces alguna será más determinante que la otra. Las interferencias no competitivas pueden ser la estimulación directa de una especie hacia otra, (por ejemplo, el nitrógeno fijado por una leguminosa llega a estar disponible a una no leguminosa). La competencia que más comunmente ocurre en las plantas es por la luz, agua y nutrientes, aunque también puede ocurrir una competencia por oxígeno, CO₂ y espacio. Generalmente se acepta que entre más similares sean las necesidades de los dos organismos, más intensa es la competencia; de esta manera la competencia intraespecífica es más intensa que la competencia interespecífica.

Competencia en Policultivos.

En los cultivos asociados se generan efectos de competencia entre las distintas especies sembradas y esta competencia se acentúa en altas densidades de población, por cualquiera de los recursos necesarios para el crecimiento, como son luz, agua, nutrientes, CO₂, y oxígeno (González, 1980).

Algunos estudios recientes de la interferencia entre especies de plantas han llevado a la conclusión de que la competencia por nutrientes tiene una mayor importancia que la competencia por luz. Sin embargo, existe una gran interacción entre los dos factores y la competencia por la luz resulta, con frecuencia, casualmente relacionada con la competencia por nutrientes. Así, Donald (1958), ha señalado que una planta exitosa al tomar una mayor cantidad del nutriente limitante puede causar tal incremento en el crecimiento, que una especie competidora puede ser suprimida secundariamente por el sombreado. Sin embargo, en algunas situaciones, la competencia por luz es baja, como en un suelo pobre en nutrientes, donde las plantas pequeñas pueden estar en ventaja competitiva. Las plantas más pequeñas pueden ser capaces de crecer relativamente más rápido que las más grandes, así que independientemente de su desventaja inicial pudieran no ser suprimidas posteriormente, y las plantas más pequeñas podrían incrementar su contribución a la biomasa total de la mezcla.

Fotosíntesis.

La luz es la única fuente de energía en la fotosíntesis; con pocas excepciones, toda la vida del planeta es debida al hecho de que las plantas verdes son capaces de transformar la energía del sol. La intensidad de la luz que llega a la tierra disminuye

por partículas (nubes, niebla, polvo) y el vapor de agua de la atmósfera.

El crecimiento de la población y cada día la mayor variedad de alimentos, harán que probablemente durante los próximos años se duplique la demanda mundial de cereales. Ello hace evidente que las mejoras en los rendimientos dependerá en gran parte de la capacidad de las plantas para usar eficientemente la energía solar, el agua y los recursos de los nutrientes. A este respecto, Haferkamp (1987), menciona que las plantas son afectadas durante su desarrollo y crecimiento por factores ambientales como la temperatura, agua, luz, nutrientes y apacentamiento; también menciona que la producción de forraje seco se ve afectada por la altura y frecuencia de defoliación.

La fotosíntesis resulta un índice adecuado para estudiar el efecto de algunos factores ambientales importantes sobre la acumulación de materia orgánica en la planta, y por lo tanto, sobre el aumento del peso seco, directamente relacionado con el crecimiento (De la Rosa, 1987).

Esto crea la necesidad de conocer los fundamentos del desarrollo de las plantas, especialmente los factores que regulan el índice de crecimiento y como controlarlos. La investigación en esta área es incipiente; sin embargo, trabajos recientes de fotosíntesis plantean posibilidades alentadoras.

De todos los factores que afectan la fotosíntesis, usualmente la luz es una limitante. Puesto que la radiación intensa, asociada con una alta temperatura provocan una pérdida de agua, la luz es el factor limitante ya que la absorción del

CO₂ declina como resultado del cierre parcial de los estomas (Adedeji, 1984).

Chugunova *et al.* (1990). en estudios relacionados con el crecimiento y características de producción de fotosíntesis en triticale durante el desarrollo vegetativo, utilizaron dos tratamientos con una humedad relativa del 75 por ciento (húmedo), de 17 a 22° C y con un 45 por ciento de humedad relativa (moderada) de 21 a 28° C. Comparando el tratamiento moderado con el húmedo se observó un retraso en el crecimiento durante las etapas sucesivas de desarrollo y en la acumulación total de biomasa. Mientras tanto, los rendimientos del grano fueron iguales en ambos tratamientos. Sin embargo se detectaron diferencias entre los dos tratamientos para CO₂ y productividad fotosintética por unidad de área foliar, debido principalmente a las diferencias en tamaño y en la duración de las hojas.

Butnarv *et al* (1986), realizó un estudio sobre la acumulación de carbono orgánico en triticale, trigo y centeno. Esta acumulación de carbono orgánico fue medida en los meses de Enero a Mayo en la última hoja madura durante el amacollamiento, embuche, espigamiento, floración y formación de grano durante el crecimiento de las plantas de trigo, triticale y centeno bajo condiciones normales, entre las 7, 12 y 18 horas, registrando un mínimo de acumulación de carbono en trigo y un máximo de acumulación en triticale. La actividad fotosintética del triticale fue mayor que la del trigo y la del centeno.

Malezewski *et al* (1992), al realizar un estudio en triticale bajo diferentes períodos de luz/oscuridad para fotosíntesis y respiración en los rebrotes, midiendo el área foliar durante un período inicial de 33 días de crecimiento, se encontró que la

luz y las condiciones de temperatura afectaron todos los parámetros de crecimiento y los parámetros del CO_2 ; bajando el período de luz considerablemente, se incrementó la proporción de fotosíntesis neta, calculando ambas desde la base de la hoja y en el área foliar. Sin embargo, la relación entre el total de CO_2 diario neto en el conducto de ventilación de las plantas permaneció sin cambios.

Miller (1967), menciona que la cantidad de agua que necesita la fotosíntesis es pequeña, comparada con todo el volumen de agua que circula en la planta por transpiración. En realidad es menor del uno por ciento de toda el agua absorbida; cuando a alguna planta se le priva de agua, la fotosíntesis se reduce. Algunos efectos de la sequía son secundarios, pero los estomas se cierran cuando la planta no tiene agua y por lo tanto no hay absorción de CO_2 . Un efecto más específico de la sequía sobre la fotosíntesis se debe a la deshidratación del protoplasma.

Algunas plantas producen gran cantidad de CO_2 bajo condiciones de iluminación, este tipo de plantas llevan a cabo un proceso denominado fotorrespiración, que involucra a un organelo llamado peroxisoma, el cual contiene un sistema enzimático de oxidasas glicólicas que pueden oxidar el ácido glicólico hasta CO_2 . Es probable que el ácido glicólico que se genera en la fotosíntesis se origine de la descomposición del difosfato de ribulosa o de los productos intermedios de dos carbonos del ciclo reductor del fosfato de pentosa.

Todas las especies de plantas hasta ahora estudiadas han dado un mejor rendimiento cuando la concentración de CO_2 se incrementa por encima del nivel del

que se encuentra presente en la atmósfera (Gaffron, 1974).

Experimentos hechos con plantas a 25, 30, 35 y 40° C indican que la cantidad inicial de la fotosíntesis aumenta con la temperatura; pero al final de 30 minutos del experimento, sólo las plantas a 25° C mantienen la intensidad original de fotosíntesis. (Miller, 1967).

El hecho de que las plantas no puedan aprovechar el aumento de la tasa de la fotosíntesis al incrementar la temperatura bajo saturación de luz, se debe probablemente a que, al rebasar la temperatura del nivel óptimo (25 a 30° C) la tasa declina con mucha rapidez. El punto de compensación del CO₂ aumenta con rapidez a medida que la temperatura se eleva por encima del óptimo (Ray, 1975). Por otra parte, el aumento de la temperatura favorece la fotorrespiración en detrimento de la fotosíntesis.

Transpiración.

La transpiración es la evaporación de agua por las plantas. Los principales sitios donde se efectúa ésta son los hidátodos, los estomas y la cutícula. Los hidátodos se encuentran en las hojas y están relacionados con la gutación; la apertura y el cierre de los estomas determinan las pérdidas de vapor. Los estomas abiertos presentan poca resistencia a la transpiración, pero cuando se cierran, no se registra ningún flujo. El otro camino es a través de la cutícula, pero aquí la transpiración está restringida, presenta una comparación de la resistencia a la transferencia de agua a través de la cutícula y los estomas, en una amplia diversidad de especies.

Bar-tsur *et al.* (1985) estudiaron los efectos de la temperatura en la fotosíntesis, transpiración y resistencia estomatal en dos cultivares de tomate cultivados en invernadero, bajo regímenes de temperatura con máximas de 25 y 30° C; arriba de 35° C, en el invernadero, la transpiración se incrementó en ambos cultivares hasta mediodía y disminuyó; bajo la temperatura moderada, arriba de 25° C, la transpiración fue aparentemente estable; el incremento en la transpiración correspondió con una disminución en la resistencia estomatal, que disminuyó hasta mediodía en estado de presión de gradiente de vapor y una temperatura estable.

La transpiración y la resistencia estomatal fueron menos afectadas bajo la temperatura moderada, de acuerdo con el menor cambio en presión de gradiente de vapor y la temperatura. El incremento en la transpiración afecta al estado del agua en la planta y disminuye el potencial del agua en la hoja.

La velocidad de transpiración es más baja por la noche, en que los estomas suelen estar cerrados y la temperatura más baja reduce la velocidad de evaporación de agua de las células del mesófilo. Los numerosos y pequeños orificios de los estomas proporcionan una vía notablemente eficaz para la difusión del vapor de agua, oxígeno y CO₂ (Ville, 1974).

Las mediciones de transpiración de las hojas y los cálculos de la conductancia de las hojas al vapor de agua son importantes en casi todas las investigaciones de la relación agua-planta. La transpiración es un determinante primario del balance de energía de la hoja y el estado hídrico de la planta. Junto con el intercambio de CO₂, determina el uso eficiente del agua. El vínculo entre captación de CO₂ y H₂O por

vía estomática ha permitido la separación del estoma y de las limitaciones bioquímicas para la fotosíntesis a través del cálculo de concentraciones de CO₂ intercelular.

Factores que afectan el proceso de transpiración.

Los factores que afectan la transpiración son de dos tipos: factores ambientales como la intensidad de luz, presión de vapor, temperatura del aire y de la hoja y contenido de agua y: factores de la planta como la morfología, estructura y comportamiento de los estomas (Kramer, 1974).

Luz.

La luz es el factor que gobierna el mecanismo de cierre y apertura del estoma en condiciones normales de humedad, temperatura y viento. Los estomas se abren cuando se exponen a la luz. En algunos casos el estoma abre a los seis segundos de que la luz ha llegado a la superficie de la hoja (García, 1978).

Temperatura.

La temperatura básicamente afecta la transpiración al provocar un calentamiento en la hoja, al cual la planta responde con una mayor transpiración para evitar dañarse, pero cuando el agua es limitante en la hoja, el cierre del estoma será inminente. De esta manera es importante considerar los aspectos básicos involucrados en la transpiración, teniendo como referencia que la apertura estomática es influenciada por la temperatura. Un incremento en la temperatura provoca un

aumento en la apertura estomática y si la temperatura es alta la velocidad de transpiración supera la velocidad de absorción y si esto sucede durante un cierto período de tiempo, se establece en la planta un déficit de agua.

Apertura estomática.

Uno de los factores ambientales más importantes que afectan la apertura y cierre de los estomas es la pérdida de agua. Si la cantidad de agua en la hoja baja de cierto punto, la célula guardia pierde turgencia y el estoma se cierra. Cuando una planta se marchita por falta de agua, el cierre de los estomas disminuye la pérdida adicional de agua.

Conductancia estomatal.

Las plantas han desarrollado hojas formadas por una epidermis compuesta por una cutícula relativamente impermeable y válvulas operadas por turgencia: los estomas. La epidermis no sólo reduce las tasas de intercambio de CO_2 y vapor de agua, sino también proporciona un medio para controlar los poros estomáticos. Los estomas desempeñan un papel crucial en el control del equilibrio entre la pérdida de agua y la ganancia de carbono. En el proceso de fotosíntesis y transpiración por las hojas de las plantas, el flujo de vapor de agua y CO_2 atraviesa una serie de barreras creadas por las condiciones ambientales a la difusión de estos gases: la resistencia estomática, la resistencia del mesófilo, la resistencia cuticular y la lámina limitante.

La conductancia estomática se puede obtener determinando el tamaño de la apertura de los estomas o mediante la tasa de pérdida de agua. La medición del

tamaño de la apertura estomática, o la resistencia a la transferencia de CO₂ y vapor de agua entre la atmósfera y el tejido interno foliar, impuesto por los estomas, (resistencia estomática) es importante en estudios de producción de biomasa (Beadle *et al.* 1980), en el caso particular de cultivos en los cuales importa maximizar la eficiencia del uso del agua, que es definido como la masa de CO₂ asimilada (o ganancia en peso seco) por unidad de agua transpirada. (Coombs *et al.* 1988).

Uso eficiente del agua.

La deficiencia del agua en el suelo afecta la fisiología y el rendimiento de las plantas a través del potencial hídrico de las hojas. El descenso del potencial hídrico afecta muchos procesos fisiológicos; un ejemplo de la deficiencia del agua es que la fotosíntesis es sensible al estrés hídrico, pero los estomas se cierran cuando la planta no absorbe agua y por lo tanto no hay absorción de CO₂; un efecto más expresado por la planta es la marchitez y flacidez del tallo y hojas.

Uno de los aspectos más importantes en la productividad de los cultivos, es la eficiencia en el uso del agua (EUA) que se considera como la relación que existe entre la tasa de entrada de CO₂ a la planta y la tasa de agua transpirada por el cultivo.

La cantidad de agua usada directamente en las reacciones de la fotosíntesis es pequeña, comparada con la transpirada o almacenada por las plantas en cualquier tiempo dado, la condición hídrica de la planta influye severamente en el crecimiento de la misma y en la producción de biomasa, en particular a través de sus efectos en la expansión de la hoja y de la raíz. La tasa de fotosíntesis del dosel de un cultivo disminuye con la escasez de agua, debido al cierre de los estomas y a los efectos de

los déficits hídricos en los procesos de los cloroplastos. (Beadle *et al.* 1980).

Doraiswamy y Thompson (1982), señalan que el uso máximo del agua durante el día ocurre alrededor de la floración, cuando el índice de área foliar es máximo y la demanda evaporativa estacional es alta. Un déficit de humedad del suelo en esta etapa reduce la transpiración a través de la regulación en la apertura de los estomas; la energía que no puede ser disipada en flujo de calor latente causa un incremento en la temperatura del cultivo.

El mantenimiento de la turgencia de la planta y la transpiración del dosel del cultivo depende del sostenimiento de la absorción de agua en las raíces en la interfase suelo-raíz. Entre más extenso y denso sea el sistema radical, con mayor eficiencia se cubrirán esas demandas. Pero, a medida que el suelo se seca, el encogimiento tanto de éste como de las raíces, disminuye el contacto suelo-raíces. El efecto final es una reducción en la absorción de agua, cierre de los estomas y una reducción en la fotosíntesis y en la producción de biomasa.

El contenido de agua en el suelo es una medida de la cantidad de agua disponible y para maximizar la producción es importante que durante el período del cultivo, el agua del suelo sea suficiente para satisfacer las demandas de transpiración del mismo (Coombs *et al.* 1988).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se llevó a cabo en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, ubicada geográficamente a los 25° 31' latitud norte y 101° 01' longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1,743 m

El clima se clasifica como Bsohwk (e) de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1978), 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 secos son: enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre. La evaporación media anual en tanque evaporímetro tipo “A” es de 1,966 mm.

Su tipo de suelo es considerado como migajón arcilloso de buena profundidad, ligeramente salino y de reacción medianamente alcalina con un PH de 8.0 a 8.1 y un contenido de nitrógeno extremadamente rico y contenidos moderadamente ricos de fósforo y potasio (García, 1978).

Tratamientos y Siembra

El material genético utilizado fueron seis diferentes líneas de triticales forrajeros de hábito de crecimiento primaveral, facultativo e invernal y el ryegrass variedad “El Dorado” como testigo, algunos originados del programa de mejoramiento de triticales del CIMMYT y otros seleccionados a partir de material segregante en el Programa de Cereales de la UAAAN, los cuales quedaron agrupados de la siguiente manera:

Primaverales	Facultativos	Invernales	Testigo
Fahad	San Lucas	AN-31	Ryegrass (El Dorado)
Lamb	AN-34	Grado	

Estos materiales y sus combinaciones se utilizaron para definir los tratamientos tal como se muestra en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Mezclas intraespecíficas, interespecíficas, componentes solos y su número de tratamiento.

TRAT	MATERIAL	CARACTERÍSTICA
1	Fahad x San. Lucas	Mezcla Intraespecífica
2	Fahad x AN-34	Mezcla Intraespecífica
3	Fahad x AN-31	Mezcla Intraespecífica
4	Fahad x Grado	Mezcla Intraespecífica
5	Lamb x San Lucas	Mezcla Intraespecífica
6	Lamb x AN-34	Mezcla Intraespecífica
7	Lamb x AN-31	Mezcla Intraespecífica
8	Lamb x Grado	Mezcla Intraespecífica
9	San Lucas x AN-31	Mezcla Intraespecífica
10	San Lucas x Grado	Mezcla Intraespecífica
11	AN-34 x AN-31	Mezcla Intraespecífica
12	AN-34 x Grado	Mezcla Intraespecífica
13	Fahad	Monocultivo
14	Lamb	Monocultivo
15	San Lucas	Monocultivo
16	AN-34	Monocultivo
17	AN-31	Monocultivo
18	Grado	Monocultivo
19	Ryegrass(El Dorado)	Monocultivo
20	Fahad x Ryegrass	Mezcla interespecífica
21	Lamb x Ryegrass	Mezcla interespecífica
22	San Lucas x Ryegrass	Mezcla interespecífica
23	AN-34 x Ryegrass	Mezcla interespecífica
24	AN-31 x Ryegrass	Mezcla interespecífica
25	Grado x Ryegrass	Mezcla interespecífica

Preparación del terreno y densidad de siembra.

Consistió en las labores tradicionales utilizados para la siembra de cultivos de grano pequeño, esto es, barbecho, rastreo doble, nivelación y surcado. La densidad de siembra utilizada fue de 120 kg/ha para los monocultivos de triticales primaverales, facultativos e invernales, respectivamente y de 40 kg/ha para el ryegrass. En el caso de las mezclas, se formularon al 50 por ciento de la densidad utilizada en monocultivo. La siembra fue a mano y a chorrillo, el día 28 de septiembre de 1995.

Fertilización

Se fertilizó con la dosis 180-80-00, aplicada totalmente a la siembra, utilizando como fuente de nitrógeno la urea y como fuente de fósforo el superfosfato de calcio triple.

Tamaño de la Parcela Experimental

La parcela experimental consistió de cinco surcos de tres metros de largo con una distancia entre surcos de 0.17 m dando una área total de 2.55 m².

Tamaño de la Parcela Util

Se cosecharon los dos surcos centrales haciendo la separación de las especies en las mezclas interespecíficas, dando así una área útil de 1.02 m². El tamaño del experimento fue de 191.25 m².

Cortes

Se realizaron tres cortes durante la conducción del experimento, el primero a los 80 días, el segundo a los 152 días y el tercero a los 181 días después de la siembra respectivamente fertilizándose con la dosis 50-00-00 y después de cada corte con urea.

CORTES	FECHAS	DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA
1	20 de diciembre de 1995	84
2	26 de febrero de 1996	152
3	26 de marzo de 1996	181

Riegos

Se aplicaron 6 riegos de auxilio, el primero el día 30 de septiembre, segundo 11 de octubre, tercero 29 de noviembre, cuarto el día 21 de diciembre, el quinto el día 18 de enero y el sexto el día 23 de febrero.

RIEGOS	FECHA
1	30 de septiembre de 1995
2	11 de octubre de 1995
3	29 de noviembre de 1995
4	21 de diciembre de 1995
5	18 de enero de 1996
6	23 de febrero de 1996

Datos agronómicos registrados.

a). - Rendimiento de forraje verde total, se tomó en cada corte de la parcela útil en kg./parcela, y posteriormente se transformó a t/ha.

b). - Rendimiento de forraje seco total, registrándose también en cada corte, tomando una muestra de forraje verde de 250 gr de cada parcela, separando las mezclas interespecíficas y después secándolo para posteriormente pesarlo en una balanza de precisión para registrar el dato en gr./parcela y de cada especie, transformándose posteriormente a t/ha, de forraje seco.

c).-En cada muestreo se registró la etapa fenológica (Zadoks *et al.* 1974).

Mediciones de variables fisiológicas.

Se realizaron cinco mediciones con el aparato de (LI-COR 6200), sistema de fotosíntesis portátil, es un potente y ágil instrumento para medir el intercambio de CO₂ de las hojas con la atmósfera, en un intervalo de tiempo corto de 10 a 20 segundos por lectura, la primera medición se realizó el día 29 de noviembre, la segunda el día 19 de diciembre, la tercera el día 16 de enero, la cuarta el día 22 de febrero y la quinta medición el día 25 de marzo.

Para realizar las mediciones, lo primero que se hizo fue tomar una hoja de la planta al azar en el caso de las mezclas intraespecíficas; y en las mezclas interespecíficas se seleccionó por especie tomando los datos en la hoja del ryegrass y triticale por separado, identificándose por número de tratamiento y repetición en cada caso.

En cada muestreo, se calibraba al aparato (LI-COR 6200) para ejecutar la lectura, colocando la hoja seleccionada en la cámara cerrándose, donde al mismo tiempo el aparato realizaba las determinaciones, esto se realizó durante las cinco fechas mencionadas anteriormente.

Las variables medidas por el aparato fotosintético fueron:

Fotosíntesis: $\mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Conductancia estomatal: $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Transpiración: $\text{mol H}_2 \text{ O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Uso Eficiente del agua: $\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2 \text{ O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño en campo de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos efectuados fueron:

Análisis individuales por corte y de cada uno de los parámetros fisiológicos, como se indica en el cuadro 3.2, con el modelo siguiente:

$$\mathbf{Y_{ijk} = m + B_i + T_j + E_{ij}}$$

Donde:

Y_{ij} = Observaciones del j-ésimo tratamiento

m = Efecto de la media general
 B_i = Efecto del i -ésimo bloque
 T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento

E_{ij} = Error Experimental

Cuadro 3.2. Análisis de varianza individual por corte.

F V	G L	S C
Reps.	(r-1)	$\sum_I \frac{Y_{i.}^2}{t} - \frac{(Y_{..})^2}{rt}$
Trat.	(t-1)	$\sum_J \frac{Y_{.j}^2}{r} - \frac{(Y_{..})^2}{rt}$
Error	(r-1)(t-1)	$\sum_I \sum_J Y_{ij}^2 - \sum_i \frac{Y_{i.}^2}{t} - \sum_j \frac{Y_{.j}^2}{r} + \frac{(Y_{..})^2}{rt}$

También se realizó un análisis de varianza combinado entre cortes bajo un diseño de parcelas divididas considerando como parcela grande a los cortes y parcela chica a los tratamientos, tal como se indica en el cuadro 3.3, con el modelo siguiente:

$$Y_{ijk} = m + B_i + C_j + E(a) + T_k + (CT)_{jk} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} = la K observación del j -ésimo tratamiento, en el i -ésimo bloque, de el c -ésimo corte

B_i = efecto del i -ésimo bloque

C_j = efecto del j -ésimo corte

$E(a)$ = error de la parcela grande

T_k = efecto del k -ésimo tratamiento

(CT) = efecto de la interacción del k -ésimo tratamiento y del j -ésimo corte.

E_{ijk} = error experimental

Cuadro 3.3 Análisis de varianza combinado entre cortes.

F V	GL	SC
Reps.	(r-1)	$\sum_i \frac{Y_{i..}^2}{ct} - \frac{(Y_{...})^2}{rct}$
Cortes	(c-1)	$\sum_j \frac{Y_{.j.}^2}{rt} - \frac{(Y_{...})^2}{rct}$
Error	(r-1)(t-1)	$\sum_{ij} \frac{Y_{ij.}^2}{t} - \frac{Y_{i..}^2}{ct} - \frac{Y_{.j.}^2}{rt} - \frac{Y_{...}^2}{rct}$
Trats.	(t-1)	$\sum_k \frac{Y_{..k}^2}{rc} - \frac{Y_{...}^2}{rct}$
Cortes x		
Trats.	(c-1)(t-1)	$\sum_{jk} \frac{Y_{.jk}^2}{r} - \frac{Y_{.j.}^2}{rt} - \frac{Y_{..k}^2}{rc} + \frac{Y_{...}^2}{rct}$
Error	(r-1)(t-1)c	$\sum_{ijk} \frac{Y_{ijk}^2}{c} - \frac{Y_{i..}^2}{ct} - \frac{Y_{..k}^2}{rc} + \frac{Y_{...}^2}{rct}$
Total	rct-1	$\sum_{ij} \frac{Y_{ijk}^2}{k} - \frac{Y_{...}^2}{rct}$

Comparación de Medias

Se realizaron comparaciones de medias entre tratamientos para forraje verde y forraje seco por corte, así como también para los parámetros fisiológicos mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), a los niveles de significancia encontrados con la siguiente fórmula:

$$DMS = t(\text{gle}) \sqrt{2 \frac{CME}{r}}$$

Donde:

$t = t$ tabulada al nivel de probabilidad deseado con los grados de libertad del error experimental.

CME = Cuadrado medio del error experimental

$r =$ número de repeticiones

Asimismo se calculó el coeficiente de variación para cada una de las características estudiadas con el fin de apreciar la exactitud de la conducción del experimento, utilizando la siguiente fórmula:

$$C V = \sqrt{\frac{CME}{\bar{x}}} \times 100$$

Donde:

CV = coeficiente de variación

CME = cuadrado medio del error experimental

\bar{x} = media general del carácter.

Contrastes ortogonales.

Se realizaron contrastes ortogonales para hacer las comparaciones entre las mezclas y sus componentes bajo las restricciones siguientes :

$$\Sigma C = 0, \Sigma CL = 0 \text{ y } \Sigma C_k CL = 0$$

Donde :

CK = coeficientes asignados al contraste K

CL = coeficientes asignados al contraste L

Para las mezclas intraespecíficas, los contrastes fueron:

Contraste 1: Fahad con (Fahad + San Lucas), (Fahad + AN-34), (Fahad + Grado) y (Fahad + AN-31).

Contraste 2: Lamb con (Lamb + San Lucas), (Lamb + AN-34), (Lamb + AN-31) y (Lamb + Grado).

Contraste 3: San Lucas con (Fahad + San Lucas), (Lamb + San Lucas), (San Lucas + AN-31) y (San Lucas + Grado).

Contraste 4: AN-34 con (Fahad + AN-34), (Lamb + AN-34), (AN-34 + AN-31) y (AN-34 + Grado).

Contraste 5: AN-31 con (Fahad + AN-31), (Lamb + AN-31), (San Lucas + AN-31) y (AN-34 + AN-31).

Contraste 6: Grado con (Fahad + Grado), (Lamb + Grado), (San Lucas + Grado) y (AN-34 + Grado).

Para las mezclas interespecíficas, (triticale + ryegrass), los contrastes fueron:

1.- Fahad con (Fahad + ryegrass)

2.- Lamb con (Lamb + ryegrass)

3.- San Lucas con (San Lucas + ryegrass)

4.- AN-34 con (AN-34 + ryegrass)

5.- AN-31 con (AN-31 + ryegrass)

6.- Grado con (Grado + ryegrass)

Así mismo se realizaron análisis de correlación entre las variables fisiológicas: fotosíntesis, conductancia estomatal, transpiración y uso eficiente del agua con la producción de forraje seco, para determinar el grado de asociación entre ellos en cada uno de los cortes y en el combinado entre cortes.

La fórmula es:

$$r = \frac{\text{cov}(x,y)}{\delta x \delta y}$$

δx δy

Donde :

r = coeficiente de correlación $\text{Cov}(x,y)$ = covarianza entre las variables

δx = desviación estándar de la variable x δy = desviación estándar de la variable.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de los análisis de varianza individuales en las mezclas y sus monocultivos.

Corte 1

Para este corte, (Cuadro 4.1), se reportó alta significancia entre tratamientos para la producción de forraje verde y seco y diferencias significativas entre la etapa fenológica de los tratamientos. No se registraron diferencias entre los tratamientos para las variables fisiológicas.

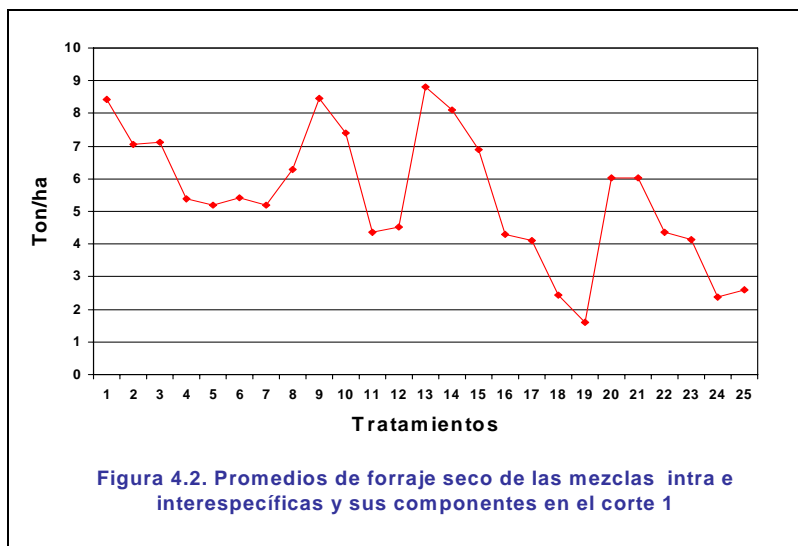
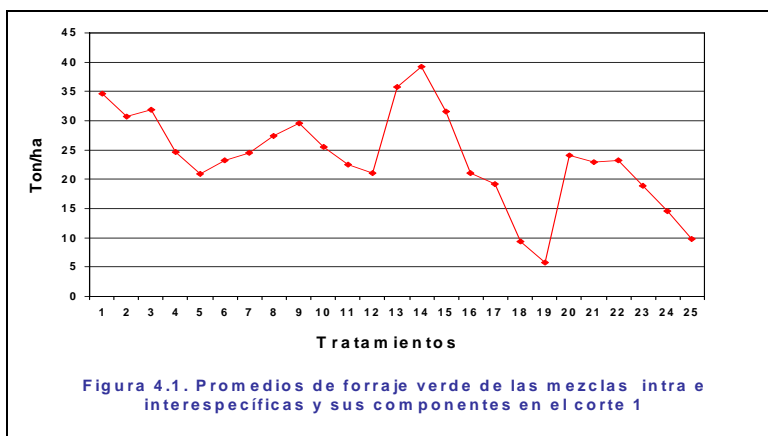
Cuadro 4.1. Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 1 de las mezclas intra e interespecíficas y sus monocultivos.

F V	G L	F. verde	F. seco	Fotosínt.	C. E.	Transp.	U E A	Etapa
Rep	2	274.218 **	22.301 **	77.061 **	0.174 *	9.665 *	1.510 *	1.764 ns
Trat	24	200.440 **	12.323 **	14.256 ns	0.059 ns	3.313 ns	0.600 ns	4.633 *
Error	48	30.960	2.119	8.773	0.042	2.206	0.451	2.250
C V (%)		23.47	26.64	24.37	31.73	27.17	28.86	3.12

En la Figura 4.1 se muestran los rendimientos de forraje verde donde los triticales primaverales, tratamientos 13 (Fahad) y 14 (Lamb), fueron los que obtuvieron en promedio la mayor producción con 39.22 y 35.78 t/ha⁻¹, seguido por la combinación de triticales primaverales con facultativos, debido a su hábito de crecimiento, ya que presentaron una etapa fenológica más avanzada en comparación con el resto de los genotipos evaluados, y por lo tanto, una mayor acumulación de materia seca. El ryegrass

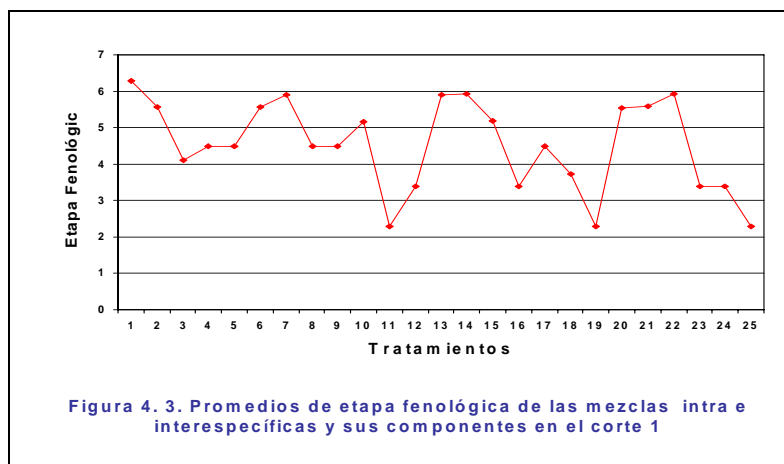
(tratamiento 19), obtuvo la menor producción con 5.72 t/ha^{-1} .

De igual manera, para forraje seco (Figura 4.2), el tratamiento 13, (Fahad), registró el promedio más alto (8.81 t/ha^{-1}), seguido del tratamiento 9, San Lucas + AN-31 (8.47 t/ha^{-1}) y el 19 (ryegrass) ocupó el último lugar con 1.61 t/ha^{-1} .



En la Figura 4.3 se presenta la variable etapa fenológica, donde los tratamientos 1, 7, 13, 14 y 22 presentaron un estado de desarrollo más avanzado; en tanto los tratamientos

11, 19 y 25, genotipos de hábito invernal, se encontraban en una etapa menos avanzada de desarrollo.



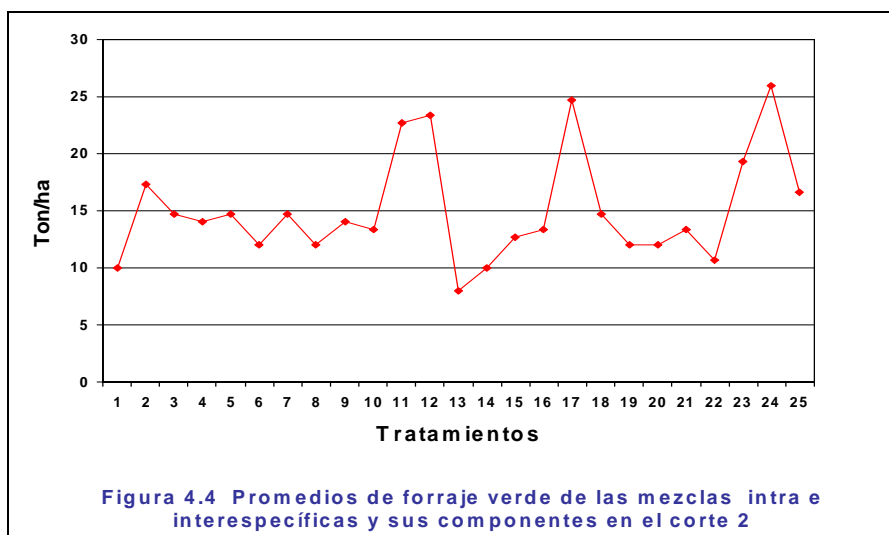
Corte 2

En el Cuadro 4.2 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza individuales, mostrando que para forraje verde y seco, transpiración, uso eficiente del agua y etapa fenológica, hubo diferencia estadística entre tratamientos, mientras que fotosíntesis y conductancia estomatal no fueron significativos; los coeficientes de variación fluctuaron desde un 10.5 hasta 42.4 por ciento.

Cuadro 4.2. Cuadros medios de los análisis de varianza individuales en el corte 2 de las características evaluadas en las mezclas intra e interespecíficas y sus monocultivos.

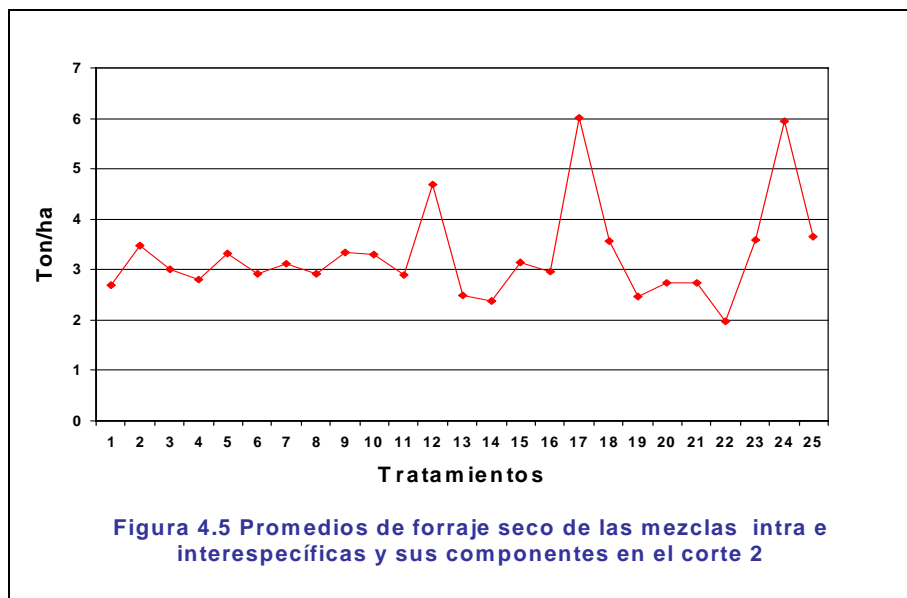
F V	GL	F. verde	F. seco	Fotosint.	C. E.	Transp.	U E A	Etapa
Rep	2	85.120 **	2.225 ns	1.105 ns	0.055 *	6.531 ns	0.042 ns	0.119 ns
Trat	24	67.453 **	3.604 **	6.397 ns	0.019 ns	9.669 **	0.163 **	4.360 **
Error	48	24.787	1.445	4.908	0.011	4.889	0.067	0.238
CV (%)		33.10	35.32	42.42	28.91	26.58	38.32	10.55

La Figura 4.4 muestra los rendimientos de forraje verde, donde el tratamiento 24 (AN-31 + ryegrass), rindió 26 t/ha⁻¹, seguido del 17 (AN-31), con 24.67 t/ha⁻¹ y el 12 (AN-34 + Grado) con 23.33 t/ha⁻¹; los tratamientos 13 (Fahad) con 8.0 t/ha⁻¹ y 14, (Lamb) con 10.0 t/ha⁻¹, presentaron rendimientos significativamente menores.



Para forraje seco (Figura 4.5), el tratamiento 17 (AN-31), mostró el rendimiento más alto con 6.02 t/ha⁻¹, seguido del 24 (AN-31 + ryegrass), con 5.94 t/ha⁻¹, y el tratamiento 11 (AN-34 + AN-31), con 5.89 t/ha⁻¹, mientras que los tratamientos 13 (Fahad) y 14 (Lamb), ocuparon los últimos lugares con 2.48 t/ha⁻¹ y 2.37 t/ha⁻¹, respectivamente, al igual que el tratamiento 19 (ryegrass) con 2.47 t/ha⁻¹. A este

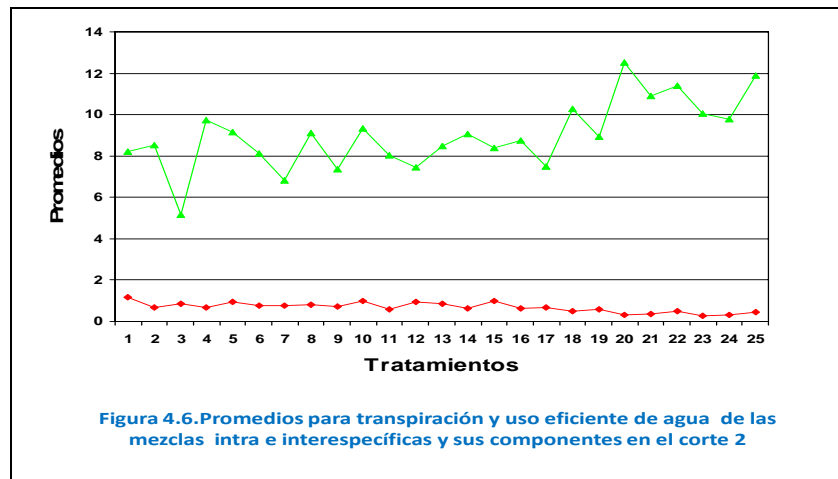
respecto, y en comparación con los patrones de producción de forraje verde y seco mostrados por los diferentes hábitos de crecimiento en el primer corte, los monocultivos de hábito intermedio-invernal y las mezclas de primaverales y facultativos con invernales, registraron los mayores rendimientos, debido a su mayor capacidad de amacollamiento y capacidad de rebrote en comparación con los tipos primaverales y facultativos, y una etapa fenológica menor.

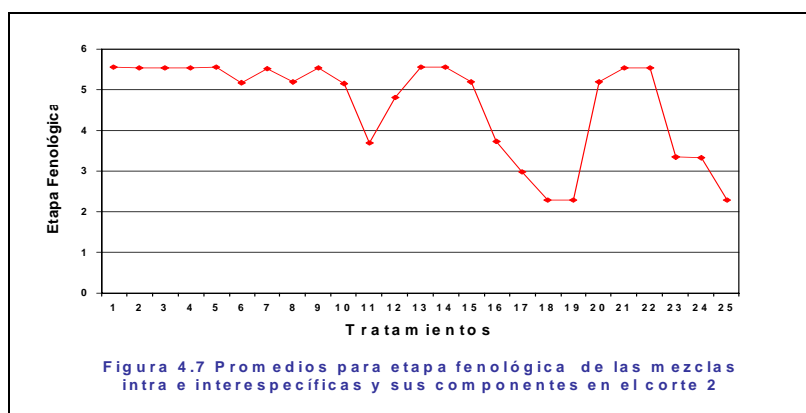


En la Figura 4.6 se observa que para la variable transpiración, el tratamiento 20 (Fahad + ryegrass) obtuvo el valor más alto, con $12.2 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido del 25 (Grado + ryegrass) y 22 (San Lucas + ryegrass), con valores de 11.4 y $10.9 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$,

respectivamente; el valor mas bajo se registró en el tratamiento 3 (Fahad + AN-31) con $4.3 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. En uso eficiente del agua, los valores mas altos se presentaron en el tratamiento 1 (Fahad + San Lucas) con $1.16 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 15 (San Lucas), con $1.00 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; el valor mas bajo se registró en el tratamiento 23 (AN-34 + ryegrass) con $0.27 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

En este corte, la etapa fenológica (Figura 4.7) más avanzada se registró en los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 13, 14, 21 y 22, en tanto los tratamientos 18, 19 y 25 presentaron una etapa fenológica menos avanzada.





Corte 3

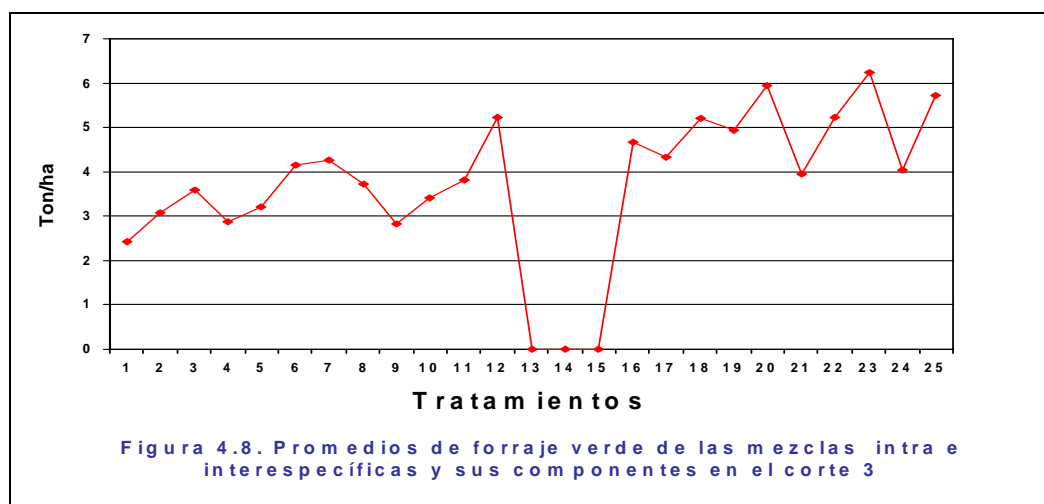
En el Cuadro 4.3 se presentan los resultados de los análisis de varianza, los cuales registraron alta significancia entre tratamientos para forraje verde, fotosíntesis, conductancia estomatal, transpiración, uso eficiente del agua y etapa fenológica; no se detectaron diferencias entre los tratamientos para forraje seco; los coeficientes de variación fluctuaron desde un 13.32 hasta un 31.66 por ciento.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales en el corte 3 para las características evaluadas en las mezclas intra e interespecíficas y sus monocultivos.

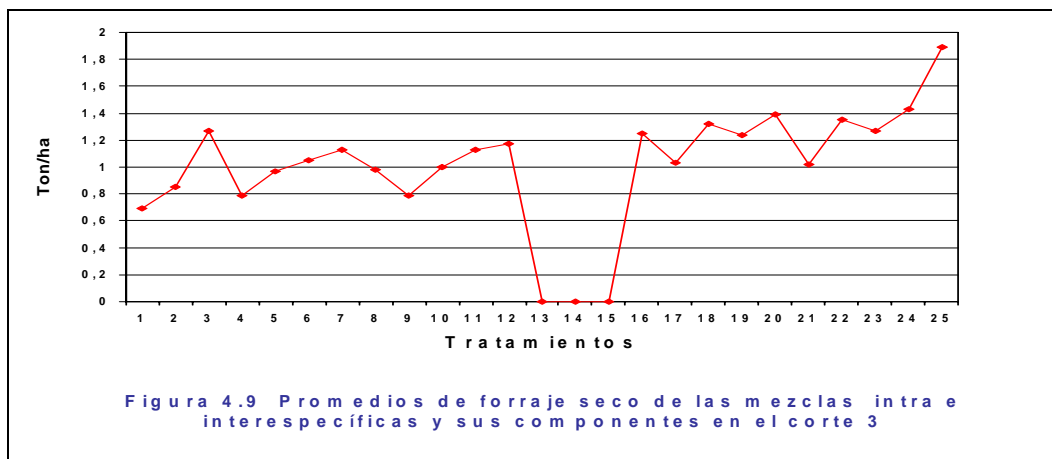
F V	G L	F. verde	F. seco	Fotosínt.	C. E.	Transp.	U E A	Etapa
Rep	2	0.71 ns	0.104 ns	9.059 ns	0.008 ns	1.787 ns	0.063 ns	0.073 ns
Trat	24	71.563 **	0.213 ns	19.859 **	0.051 **	12.510 **	0.246 **	3.123 **
Error	48	49.092	0.130	2.827	0.011	3.104	0.028	0.224
CV (%)		26.52	31.66	23.62	22.06	20.80	19.19	13.32

En la Figura 4.8 se presentan los promedios para forraje verde, destacando el tratamiento 23 (AN-34 + ryegrass) con 6.24 t/ha⁻¹, seguido del 20 (Fahad + ryegrass)

con 5.95 t/ha^{-1} y el tratamiento 25 (Grado + ryegrass), con 5.71 t/ha^{-1} , siendo el tratamiento 1 (Fahad + San Lucas) quien obtuvo la menor producción con 2.43 t/ha^{-1} .

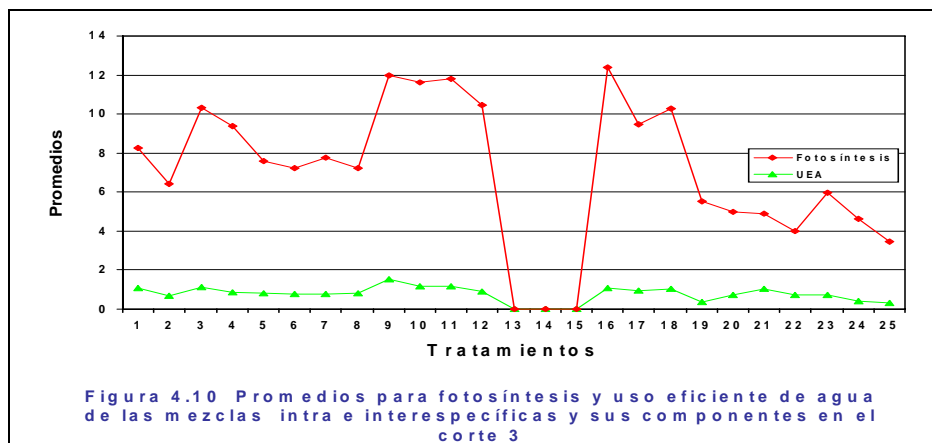


Para forraje seco (Figura 4.9) el tratamiento 25 (Grado + ryegrass) mostró el promedio más alto con 1.89 t/ha^{-1} seguido del 24 (AN-31 + ryegrass) con 1.43 t/ha^{-1} , y el 20 (Fahad + ryegrass) con 1.40 t/ha^{-1} . En este corte, las mezclas interespecíficas registraron los mayores rendimientos, debido a la capacidad de rebrote y al efecto de relevo del componente ryegrass, el cual contrastó drásticamente con la nula producción en monocultivo de los cereales primaverales y facultativos, debido a su baja capacidad de rebrote (tratamientos 13 (Fahad), 14 (Lamb) y el 15 (San Lucas)).



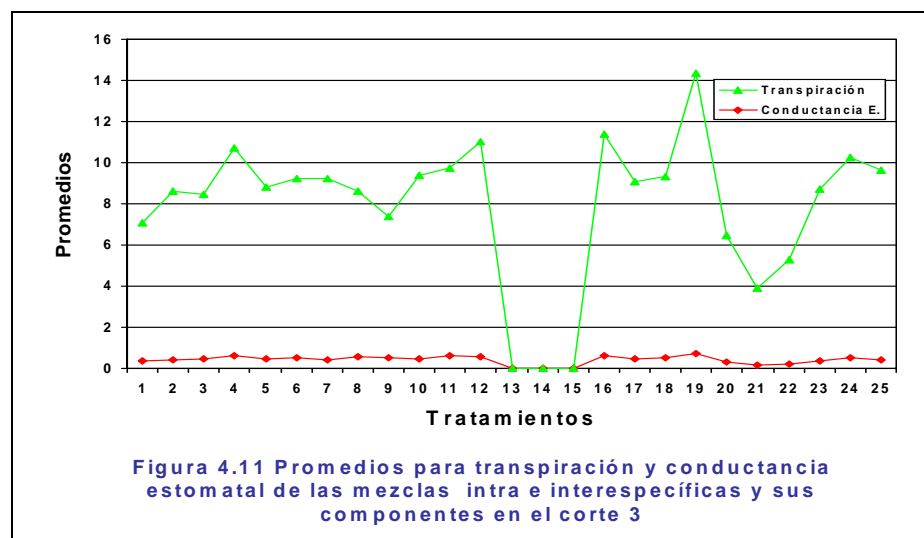
En la Figura 4.10 se muestran los valores para fotosíntesis, donde los tratamientos con mayor actividad fotosintética fueron el 16 (AN-34) con $11.32 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido del 11 (AN-34 + AN-31) con $10.62 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$,

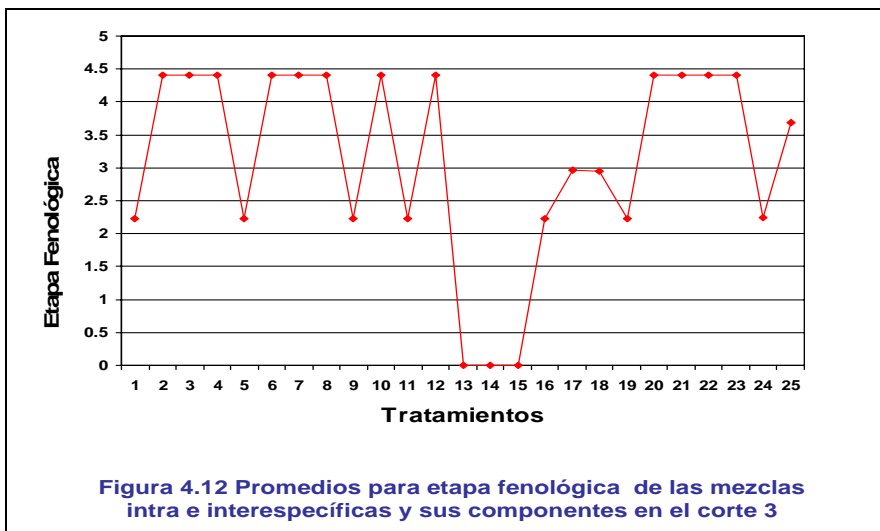
Para uso eficiente de agua, los materiales que obtuvieron los valores mas altos fueron el tratamiento 9 (San Lucas + AN-31) con $1.53 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 10 (San Lucas + Grado) con $1.18 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.



Para conductancia estomatal (Figura 4.11) los valores más altos se presentaron en el tratamiento 19 (ryegrass) con $0.73 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido del tratamiento 11 (AN-34 + AN-31), 16 (AN-34) y el tratamiento 4 (Fahad + Grado) con 0.61, 0.61 y 0.60 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. Para transpiración, los valores mas altos se registraron en el tratamiento 19 (ryegrass) con $13.65 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido del 16, (AN-34) con $10.77 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 12 (AN-34 + Grado), con $10.45 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Con respecto a la etapa fenológica de los materiales en este corte, los monocultivos invernales y en su combinación en mezclas presentaron la etapa fenológica más avanzada (Figura 12).





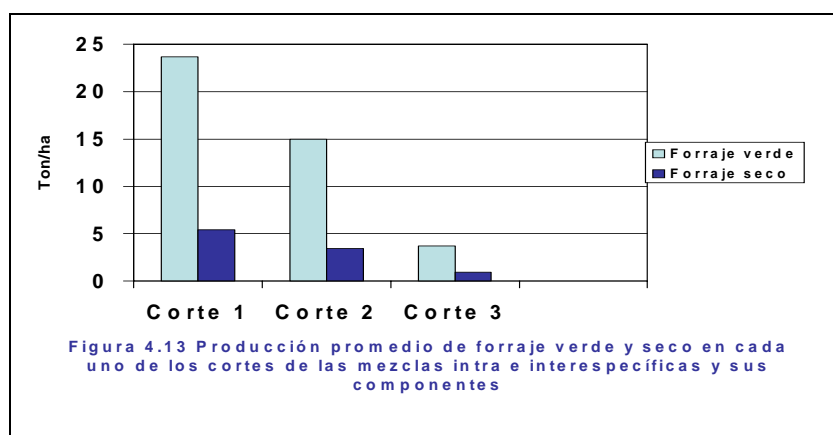
Análisis Combinado entre cortes.

En el Cuadro 4.4 se presentan los resultados del análisis combinado entre cortes, donde las fuentes de variación cortes, tratamientos y la interacción mostraron alta significancia para todas las variables evaluadas, evidenciando el comportamiento diferencial de los genotipos al avanzar los cortes; los coeficientes de variación fluctuaron desde un 23.1 hasta un 33.8 por ciento.

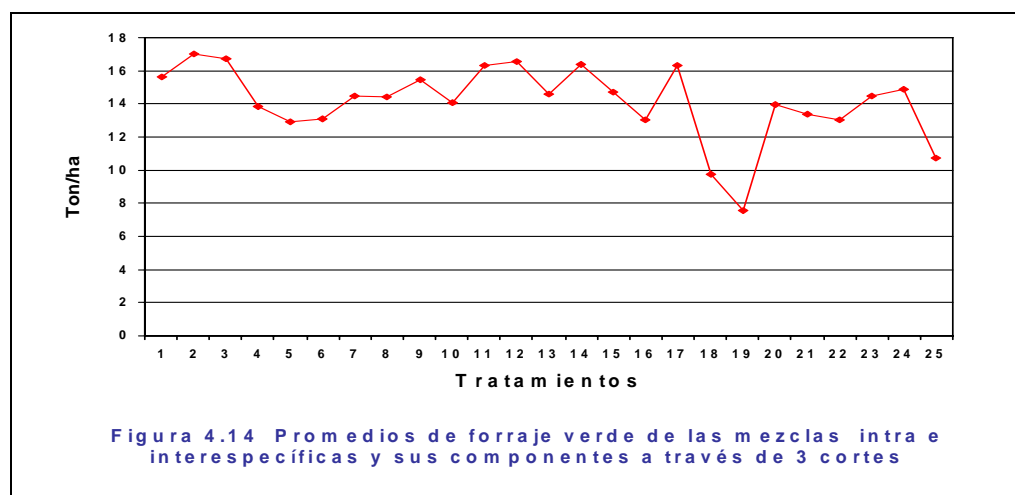
Cuadro 4.4. Cuadros medios de los análisis de varianza combinados para forraje verde, seco y parámetros fisiológicos a través de tres cortes de las mezclas intra e interespecíficas y sus monocultivos.

F V	G L	F. verde	F. seco	Fotosint.	C. E.	Transp.	U E A	Etapa
Rep	2	29.455 ns	7.884 ns	35.352 ns	0.064 ns	7.025 ns	0.608 ns	0.513 ns
Cortes	2	7538.850 **	374.341 **	1046.838 **	1.623 **	160.505 **	64.784 **	53.015 **
Error	4	165.113	8.367	25.393	0.086	5.372	0.500	0.717
Trat	24	45.549 **	2.698 **	23.165 **	0.048 **	14.191 **	0.340 **	7.767 **
C x Trat	48	115.601 **	6.921 **	15.793 **	0.073 **	16.710 **	0.442 **	4.059 **
Error	144	18.924	1.226	5.400	0.021	3.273	0.181	0.895
CV (%)		30.74	33.66	29.49	30.37	25.55	33.89	23.11

En la Figura 4.13 se observan los promedios de forraje verde y seco de los tres cortes incluyendo todos los tratamientos, donde el primer corte resultó ser el más productivo con promedios de 24.7 y 5.2 t/ha⁻¹ respectivamente, registrándose una disminución del rendimiento de acuerdo al avance de los cortes.

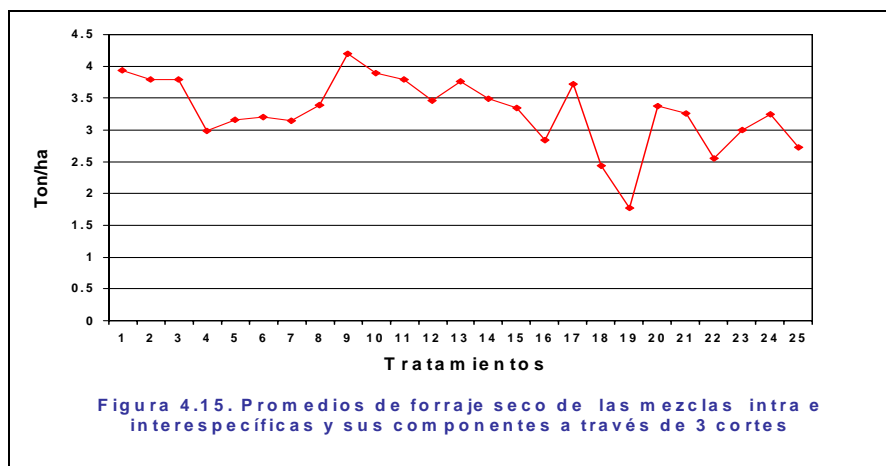


Con respecto a los monocultivos y sus mezclas, en la Figura 4.14 se presentan los promedios para forraje verde, donde el tratamiento 2 (Fahad + AN-34), 3 (Fahad + AN-31) y el 12 (AN-34 + Grado) mostraron los rendimientos más altos con 17.04, 16.71 y 16.55 t/ha⁻¹, respectivamente, siendo el 19 (ryegrass) con 7.55 t/ha⁻¹ el de menor promedio de producción, con un rendimiento acumulado de 51.12, 50.13, 49.65 y 22.65 t/ha⁻¹.

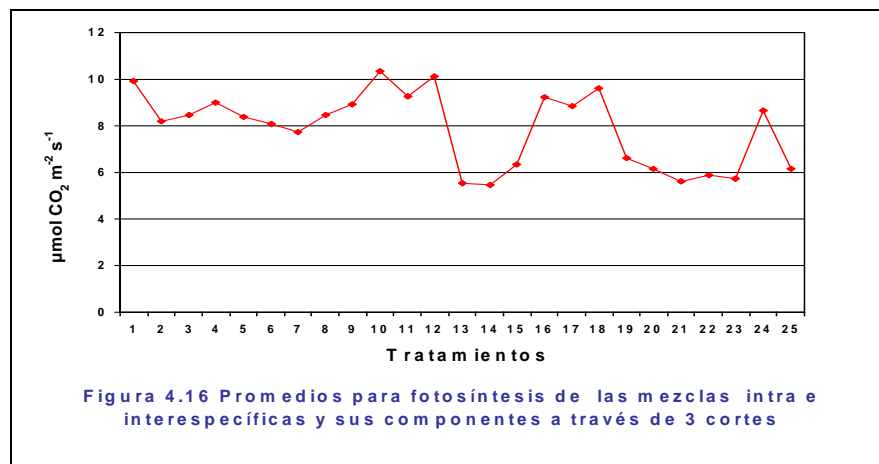


Para forraje seco, (figura 4.15) los promedios más altos se registraron en los tratamientos 9 (San Lucas + AN-31), con 4.20 t/ha⁻¹, 1 (Fahad + San Lucas) con 3.94 t/ha⁻¹ y 10 (San Lucas + Grado) con 3.89 t/ha⁻¹, mientras que el 18 (Grado) y el 19 (ryegrass) ocuparon los últimos lugares con 2.44 y 1.77 t/ha⁻¹ respectivamente. La producción acumulada de forraje seco de los tratamientos antes mencionados fue de 12.60, 11.82, 11.67, 7.32 y 5.31, t/ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Garza (1957) y Sánchez (1977) de que una mezcla de especies forrajeras es mejor que sus monocultivos, no solo porque se tendrá una época de crecimiento más extensa sino porque estas proporcionan un forraje rico en proteínas,

minerales y otros nutrientes.



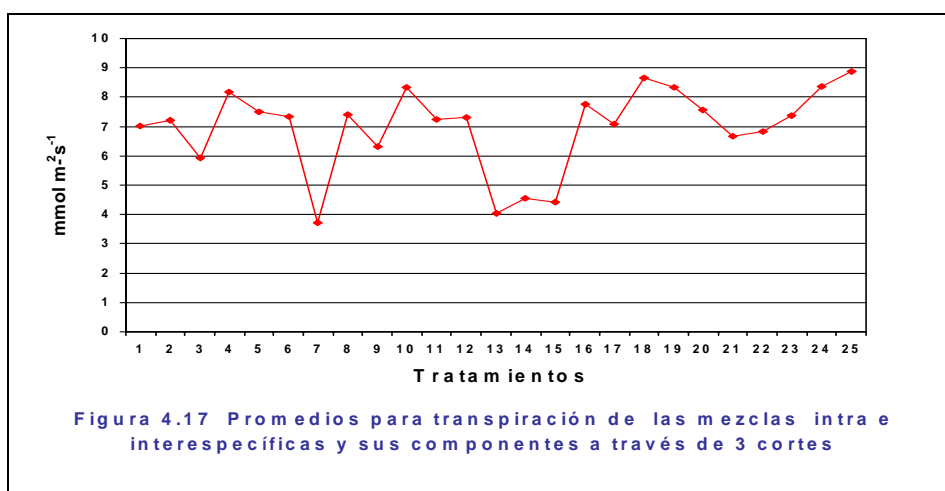
En la Figura 4.16 se presentan los valores medios de fotosíntesis, donde los tratamientos 10 (San Lucas + Grado), seguido del 12 (AN-34 + Grado), 1 (Fahad + San Lucas), 18 (Grado) y el 16 (AN-34), presentaron mayor actividad fotosintética con 10.3, 10.1, 9.9, 9.6 y 9.2 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente; el valor más bajo se registró en los tratamientos 13 (Fahad) y el 14 (Lamb) con 5.53 y 5.46 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente.



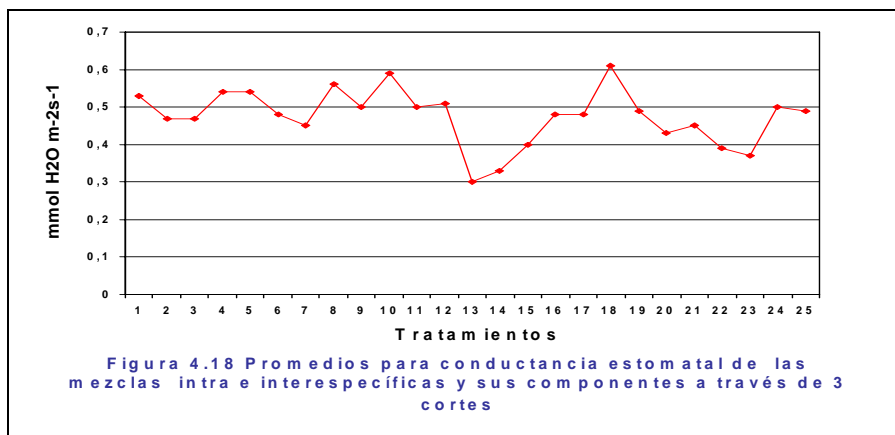
Los valores de fotosíntesis neta resultan un índice adecuado para estudiar el efecto de

algunos factores ambientales importantes sobre acumulación de materia orgánica en la planta, y por lo tanto sobre el aumento del peso seco, directamente relacionado con el crecimiento (De la Rosa, 1997).

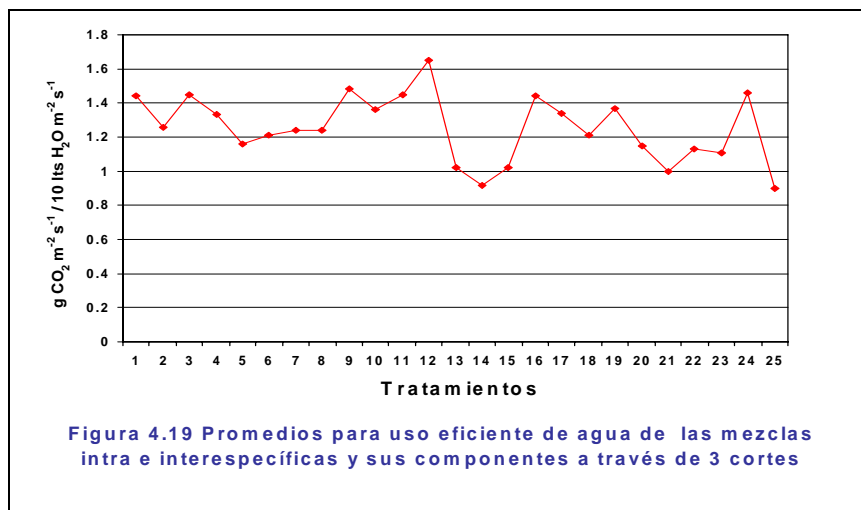
Con respecto a la transpiración (Figura 4.17), el tratamiento 25 (Grado + ryegrass) presentó el valor más alto con $8.89 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido del 18 (Grado) con $8.65 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y el 24 (AN-31 + ryegrass), con $8.35 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.



Para la variable conductancia estomatal (Figura 4.18), el valor más alto se registró en el tratamiento 18 (Grado) con $0.608 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido del tratamiento 10 (San Lucas + Grado) con $0.593 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$; quienes ocuparon los últimos lugares fueron los tratamientos 14 (Lamb), con 0.335 y 13 (Fahad), con $0.303 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

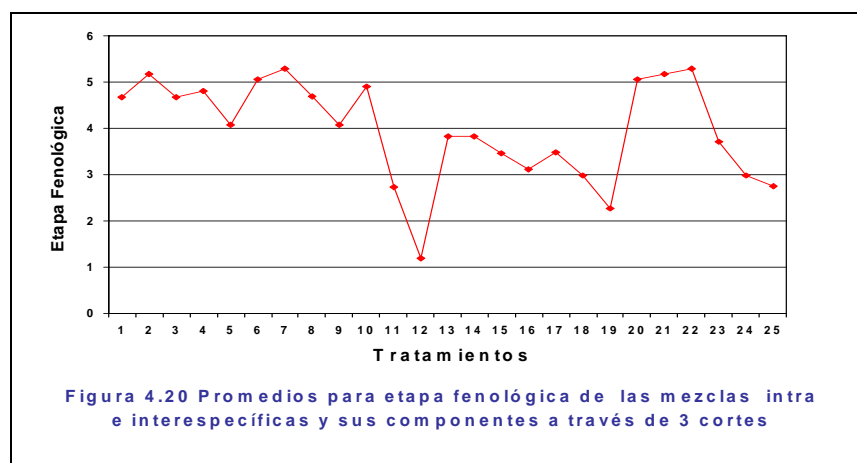


En la Figura 4.19 se presentan los valores para uso eficiente del agua, donde el tratamiento 12 (AN-34 + Grado) presentó el valor más alto con $1.66 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 9 (San Lucas + AN-31) con $1.477 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; 24 (AN-31 + ryegrass) $1.457 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; 11 (AN-34 + AN-31) $1.448 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; el valor más bajo se registró en el tratamiento 25 (Grado + ryegrass), con $0.901 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.



A este respecto, (Beadle *et al.* 1985), menciona que la cantidad de agua usada directamente en las reacciones de la fotosíntesis es pequeña comparada con la transpirada o almacenada por las plantas en cualquier tiempo dado; por otra parte, la

condición hídrica de la planta influye severamente en el crecimiento de la misma y por lo tanto en la producción de biomasa (Beadle *et al.* 1985). Las anteriores variables fisiológicas y algunas otras pueden ser utilizadas en la selección de genotipos superiores, sin embargo, se requiere de equipo muchas veces sofisticado y caro y personal capacitado para recabar la información en forma confiable; sin embargo, el método tradicional y muchas veces exitoso del fitomejoramiento ha sido el de la selección basada en el comportamiento de los genotipos por su rendimiento, tolerancia a plagas, enfermedades ó factores climáticos adversos en lotes de evaluación (Sneep y Hendriksen, 1997). La etapa fenológica promedio de los materiales a través de los tres cortes se presenta en la Figura 4.20, donde los monocultivos de hábito invernal y sus mezclas con genotipos del mismo hábito se mantuvieron en etapas fenológicas menos avanzadas que el resto de los tratamientos, independientemente de los cortes.



Dada la significancia de la interacción cortes x tratamientos registrada en el análisis de varianza combinado, se procedió a descomponer dicha interacción para las variables de producción. Así, para rendimiento de forraje verde (Cuadro A-1) se encontró alta significancia en el comportamiento de los tratamientos dentro de cada corte (T/C₁, T/C₂ y T/C₃); de igual forma se registró alta significancia en el efecto de los cortes dentro de

cada tratamiento (C/Ti), indicando que los cortes, y en segundo lugar, los tratamientos, influyeron fuertemente en la producción de forraje verde.

Por el contrario, en la producción de forraje seco (Cuadro A-2), no se registraron diferencias en el comportamiento de los tratamientos dentro de cada corte, a excepción del segundo, que fue altamente significativo; sin embargo, se registró alta significancia en el efecto de cortes dentro de algunos tratamientos, específicamente, y con una mayor magnitud de sus cuadrados medios, en los tratamientos 11, 17 y 24, (AN-34 + AN-31), (AN-31) y (AN-31 + ryegrass), indicando su comportamiento diferencial a través de los cortes, debido posiblemente a su diferente capacidad de acumulación de materia seca en comparación con el resto de los tratamientos.

Al realizar el análisis de correlación entre la producción de forraje seco y los parámetros fisiológicos (Cuadro 4.5), se registraron asociaciones positivas y significativas entre fotosíntesis con UEA y conductancia estomatal, y ésta a su vez con transpiración. Se registró también una relación positiva y significativa entre el rendimiento de forraje seco y la transpiración. No se registró ninguna asociación entre el rendimiento de forraje seco con la fotosíntesis y el UEA.

Cuadro 4.5. Resultados de las correlaciones entre la producción de forraje seco y los parámetros fisiológicos para las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes a través de tres cortes.

	Fotosíntesis	C. Estomatal	Transpiración	UEA
Forraje seco	-0.12	-0.05	0.21 **	-0.14
Fotosíntesis		0.77 **	0.26 **	0.85 **
C. Estomatal			0.55 **	0.53 **
Transpiración				-0.08

Resultados de los análisis de varianza individuales de las mezclas intraespecíficas y sus monocultivos.

En este apartado se procedió a analizar sólo los tratamientos que estaban integrados por triticales en monocultivo y sus mezclas (tratamientos del 1 al 18), para hacer una comparación más justa entre los mismos, ya que el análisis global no permitió identificar en forma clara las diferencias entre los dos tipos de mezclas y sus monocultivos.

Corte 1

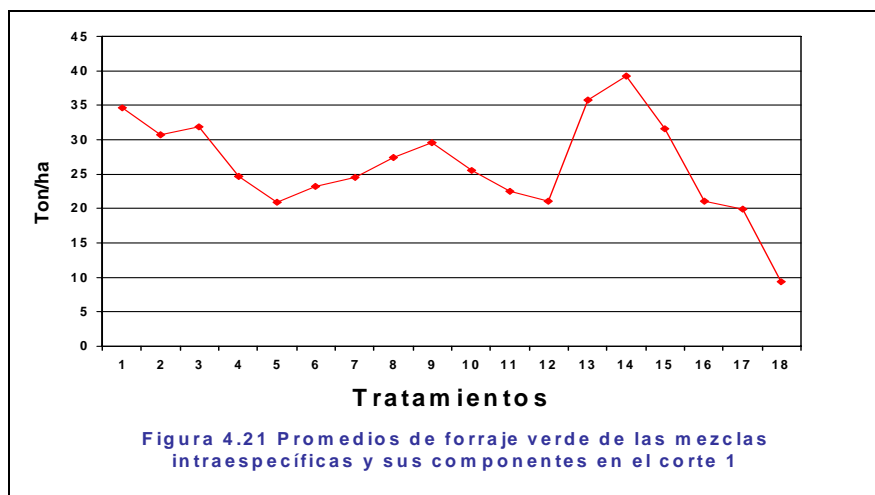
En este corte (Cuadro 4.6), se registró alta significancia entre tratamientos para producción de forraje verde y seco, mientras que en el resto de las variables no se detectaron diferencias. Los coeficientes de variación fluctuaron desde un 5.62 hasta un 13.52 por ciento.

Cuadro 4.6. Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 1 en las mezclas intraespecíficas y sus monocultivos.

F V	GL	F. verde	F. seco	Fotosín.	C. E.	Transp.	UEA	Etapa
Rep	2	460.655 **	0.029 ns	1.085 **	0.057 ns	0.401 *	3.451 **	0.436 ns
Trat	17	187.363 **	0.613 **	0.124 ns	0.015 ns	0.099 ns	0.775 ns	2.807 ns
Error	34	46.451	0.208	0.197	0.018	0.097	0.682	2.807
CV (%)		13.53	5.62	11.05	10.21	10.83	10.55	35.56

En la Figura 4.21 se aprecia que para forraje verde, los tratamientos con mayor rendimiento fueron el 14 (Lamb), con 39.22 t/ha⁻¹, 13 (Fahad) con 35.78 t/ha⁻¹ y 1

(Fahad + San Lucas) con 34.57 t/ha^{-1} . El tratamiento 18 (Grado) con 9.31 t/ha^{-1} registró la menor producción.



Para forraje seco (Figura 4.22) el tratamiento 13 (Fahad) mostró el promedio más alto (8.81 t/ha^{-1}), seguido del 9 (San Lucas + AN-31) con 8.47 t/ha^{-1} de forraje seco, siendo los tratamientos 17 (AN-31) y 18 (Grado) quienes obtuvieron la producción mas baja con 4.11 y 2.44 t/ha^{-1} respectivamente.



Los resultados anteriores se explican por los hábitos de crecimiento de los materiales, ya que los triticales primaverales y facultativos producen más biomasa al

primer corte, debido a su tasa de crecimiento más rápida en comparación con los tipos invernales y el ryegrass.

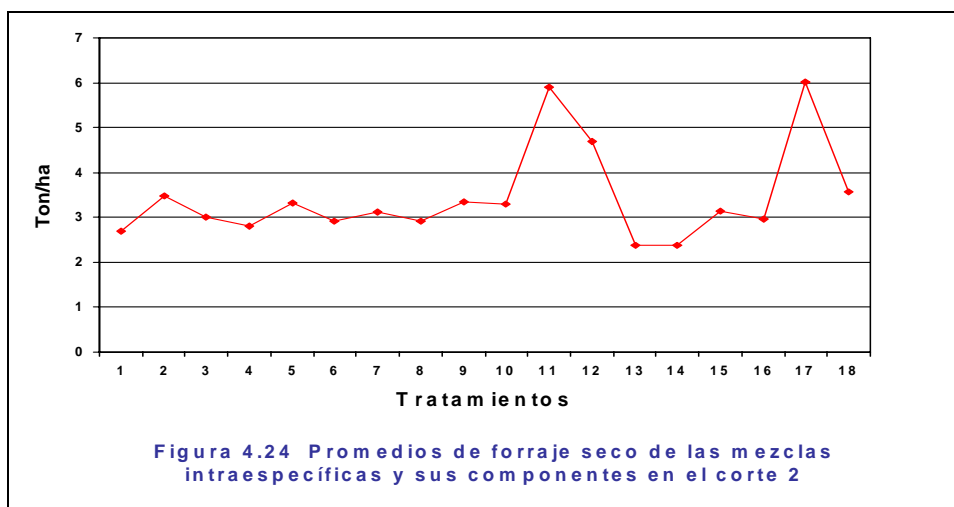
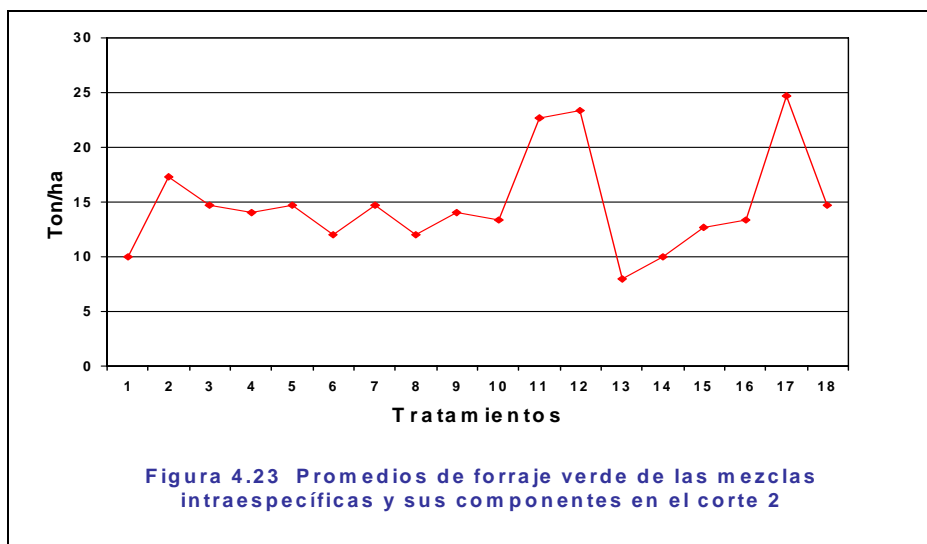
Corte 2

En este corte (Cuadro 4.7), se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos para producción de forraje verde y etapa fenológica. No se registraron diferencias para forraje seco y las variables fisiológicas. Los coeficientes de variación oscilaron desde 7.6 hasta 23.4 por ciento.

Cuadro 4.7. Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 2 en las mezclas intraespecíficas y sus monocultivos.

F V	G L	F. verde	F. seco	Fotosín.	C. E.	Transp.	U E A	Etapa
Rep	2	28.631 **	4.348 *	0.318 ns	0.023 *	0.131 ns	0.176 ns	1.578 ns
Trat	17	9.564 *	2.482 ns	0.530 ns	0.006 ns	0.157 ns	1.151 ns	2.222 **
Error	34	5.141	1.326	0.427	0.427	0.115	1.238	0.646
C V (%)		16.24	16.68	22.92	7.61	10.53	23.49	16.41

En la Figura 4.23 se observa que para la variable forraje verde sobresalió el tratamiento 17 (AN-31) con 24.67 t/ha⁻¹, seguido del 12 (AN-34 + Grado) con 23.33 t/ha⁻¹, siendo los tratamientos 14 (Lamb) y 13 (Fahad) quienes obtuvieron la menor producción con 10.00 y 8.00 t/ha⁻¹, respectivamente.



Para forraje seco (Figura 4.24), el tratamiento 17 (AN-31), registró el mayor rendimiento con 6.02 t/ha^{-1} , seguido del 11 (AN-34 + AN-31) y el 12 (AN-34 + Grado) con 5.89 y 4.68 t/ha^{-1} , respectivamente. Los tratamientos 13 (Fahad) y 14 (Lamb), registraron la menor producción con 2.37 t/ha^{-1} cada uno. Lo anterior se debió a las diferencias en capacidad de amacollamiento y de rebrote de los tipos invernales, en

comparación con el pobre rebrote posterior al corte de los tipos primaverales y facultativos.

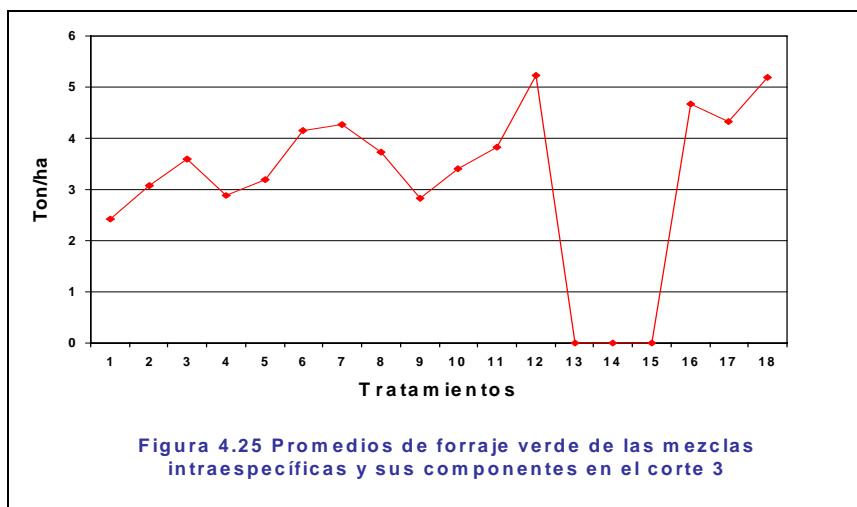
Corte 3

En el análisis de varianza correspondiente (Cuadro 4.8), se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos para la producción de forraje verde y seco. No se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos para las variables fisiológicas. En este corte, los coeficientes de variación fluctuaron entre 35.5 hasta 64.6 por ciento.

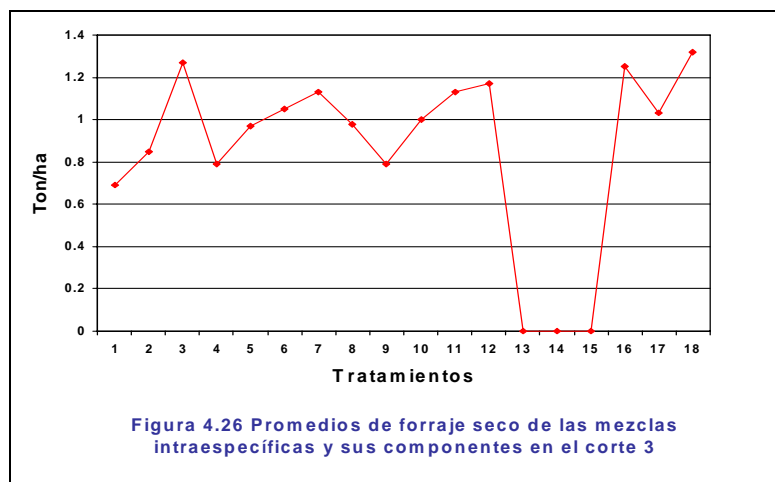
Cuadro 4.8. Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 3 en las mezclas intraespecíficas y sus monocultivos.

F V	G L	F. verde	F. seco	Fotosínt.	C. E.	Transp.	U EA	Etapa
Rep	2	1.058 ns	0.736 ns	6.693 *	0.365 *	5.825 *	21.405 *	11.394 **
Trat	17	23.278 **	5.903 **	0.152 ns	0.152 ns	2.829 ns	6.916 ns	4.452 ns
Error	34	5.063	1.273	1.624	0.105	1.767	4.285	2.657
C V (%)		39.74	35.58	59.45	35.61	60.07	64.62	78.32

En la Figura 4.25 se observa que el tratamiento 12 (AN-34 + Grado), produjo 5.23 t/ha⁻¹, seguido del 18 (Grado), con 5.20 t/ha⁻¹. Estos rendimientos son relativamente bajos; sin embargo, en comparación con los tipos primaverales y facultativos, son importantes desde el punto de vista comercial, pues significan una fuente extra de forraje en una época cuando apenas comienzan a elevarse las temperaturas (Marzo) y no existe todavía producción a partir de siembras de primavera.



En el caso de forraje seco (Figura 4.26), el tratamiento 18 (Grado) obtuvo el promedio más alto con 1.32 t/ha^{-1} , seguido de los tratamientos 3 (Fahad + AN-31) y 16 (AN-34), que registraron respectivamente una producción de 1.27 y 1.25 t/ha^{-1} . Es importante señalar que los triticales primaverales Fahad, Lamb y el facultativo San Lucas no registraron producción debido a su baja capacidad de rebrote, ya que en este estudio, y después de dos cortes, no presentaron ninguna recuperación para poder producir forraje en el tercero. Lo anterior confirma lo mencionado por diferentes autores, entre ellos Garza (1957) y Sánchez (1977), que mencionan que las mezclas de especies forrajeras son generalmente más productivas que sus monocultivos.



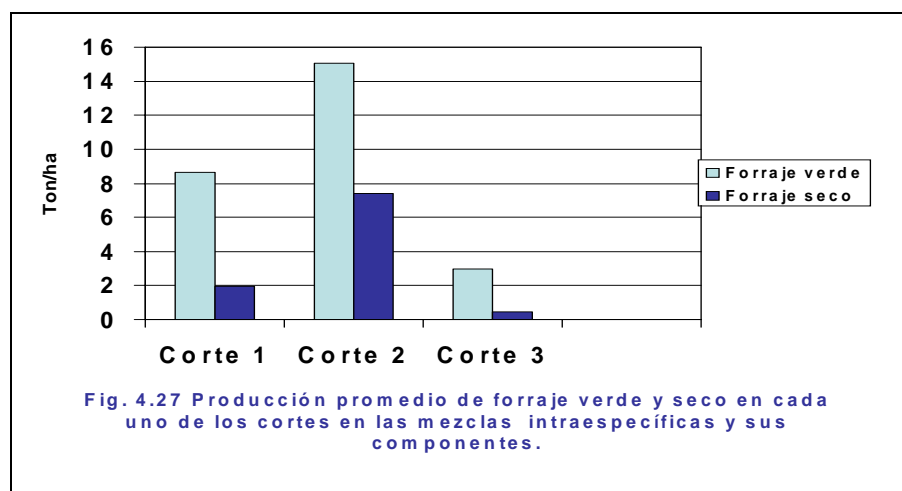
Análisis combinado entre cortes de las mezclas intraespecíficas y sus monocultivos.

En el Cuadro 4.9 se presentan los resultados de los análisis de varianza combinados, registrándose diferencias estadísticas entre cortes para todas las variables estudiadas. Entre tratamientos solo se registró diferencia estadística para forraje seco; no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos para el resto de las variables. Se registró alta significancia en la interacción cortes x tratamientos para forraje verde y seco, y significancia para transpiración y etapa fenológica. Los coeficientes de variación fluctuaron desde un 15.9 hasta un 29.3 por ciento.

Cuadro 4.9. Cuadrados medios de los análisis de varianza combinados para forraje verde, seco y parámetros fisiológicos a través de tres cortes en las mezclas intraespecíficas y sus monocultivos.

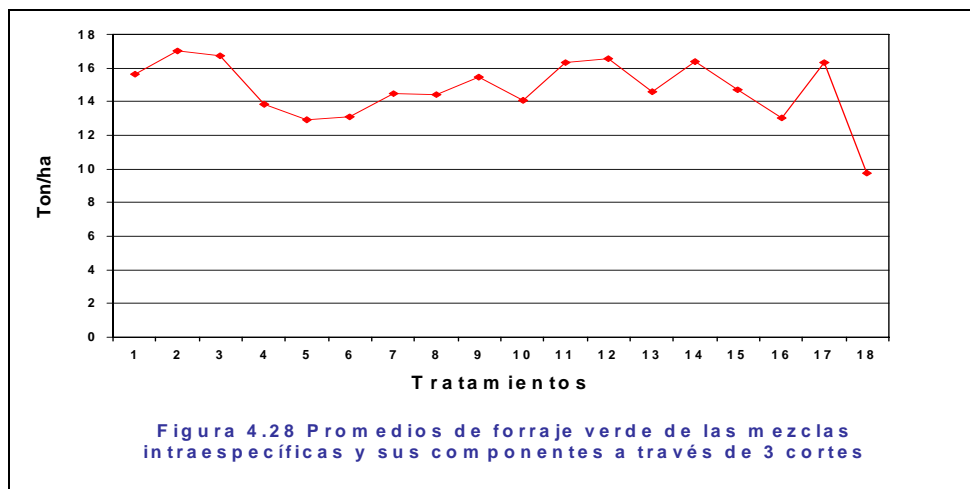
F V	GL	F. verde	F. seco	Fotosínt.	C. E.	Transp.	U E A	Etapa
Rep	2	83.764 ns	2.825 ns	5.799 *	0.259 ns	2.334 ns	17.215 ns	1.732 **
Cortes	2	30531.55 **	358.434 **	48.243 **	2.342 **	14.080 *	299.509 **	162.524 **
Error	4	203.290	1.144	1.158	0.093	2.013	4.409	5.838
Trat	17	32.284 ns	3.715 **	0.999 ns	0.047 ns	0.963 ns	2.742 ns	3.318 ns
C x Trat	34	93.960 **	2.642 **	1.167 ns	0.063 ns	1.061 *	3.050 ns	3.418 *
Error	102	18.885	0.936	0.749	0.043	0.660	2.069	1.817
C V (%)		18.63	15.95	28.82	18.84	29.35	27.36	35.43

En la Figura 4.27 se presentan los promedios de rendimiento de forraje por corte, mostrando que el segundo registró la mayor producción con 15.074 t/ha⁻¹ de forraje verde y 7.41 t/ha⁻¹ de forraje seco.

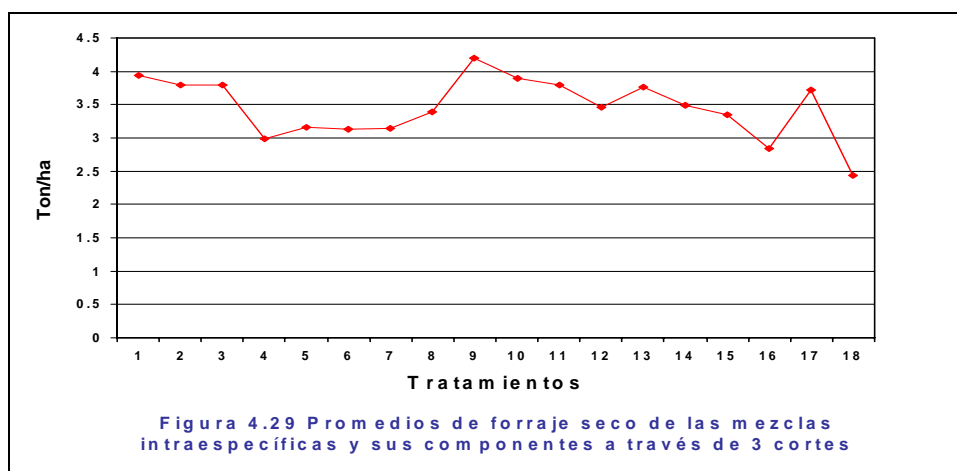


Con respecto a los tratamientos (Figura 4.28) para producción de forraje verde, los tratamientos 2 (Fahad + AN-34), 3 (Fahad + AN-31) y el 12 (AN-34 + Grado)

mostraron los valores más altos con 17.04, 16.71 y 16.55 t/ha⁻¹ respectivamente, siendo el 18 (Grado) con 9.73 t/ha⁻¹, el de menor rendimiento promedio.



Para forraje seco (Figura 4.29) la producción más alta se registró en los tratamientos 9 (San Lucas + AN-31) con 4.20 t/ha⁻¹, 1 (Fahad + San Lucas) con 3.94 t/ha⁻¹; el tratamiento 18 (Grado), obtuvo la menor producción con 2.44 t/ha⁻¹. La superioridad mostrada en este estudio por las mezclas en comparación con sus monocultivos concuerdan con lo reportado por Haynes (1980); Millar (1984) y Ball *et al.* (1991), que refieren que el uso de mezclas forrajeras en los sistemas de producción animal, puede ofrecer también las siguientes ventajas: mayor producción de forraje de alta calidad, mayor uniformidad en la producción a lo largo del año y un incremento en las tasas de consumo del ganado.



Dada la significancia encontrada en el análisis de varianza combinado para la interacción cortes x tratamientos, se procedió a descomponer dicha interacción en las variables de producción. Para forraje verde (Cuadro A-3), no se detectaron diferencias en el comportamiento de los tratamientos dentro de cada corte (T/C₁, T/C₂ y T/C₃); se registró significancia en el efecto de los cortes dentro de tratamientos (C/T₁₁ y C/T₁₇), indicando el comportamiento diferencial que exhibieron ambos tratamientos al avanzar los cortes. Para el resto de los tratamientos no se detectaron diferencias estadísticas en la interacción.

En la producción de forraje seco (Cuadro A-4) se registraron diferencias altamente significativas en el comportamiento de los tratamientos dentro de cada corte (T/C₁, T/C₂ y T/C₃); de igual forma, se registró alta significancia en el efecto de los cortes dentro de los tratamientos 2, 3, 11, 12, 13, 17 y 18, registrando significancia los tratamientos 7, 9 y 10, indicando la respuesta diferencial de estos tratamientos al avanzar los cortes.

Al realizar los análisis de correlación para determinar el grado de asociación entre el rendimiento de forraje seco y los parámetros fisiológicos (Cuadro 4.10), solo se registró asociación positiva y significativa entre forraje seco y transpiración. Todas las variables fisiológicas se asociaron positiva y significativamente entre sí.

Cuadro 4.10. Resultados de las correlaciones entre la producción de forraje seco y los parámetros fisiológicos en las mezclas intraespecíficas y sus monocultivos a través de tres cortes.

	Fotosíntesis	C. Estomatal	Transpiración	UEA
Forraje seco	-0.11	-0.07	0.19 **	-0.11
Fotosíntesis		0.85 **	0.47 **	0.87 **
C. Estomatal			0.58 **	0.68 **
Transpiración				0.14 **

Contrastes ortogonales en las mezclas intraespecíficas.

Se realizaron contrastes ortogonales (C) en cada corte y a través de los mismos para detectar diferencias entre los monocultivos de triticale y sus mezclas intraespecíficas. En el primer corte, (Cuadros 4.11, 4.12, 4.13 y 4.14), Fahad (C1), produjo más forraje seco que sus mezclas; la mezcla (M-1), Fahad + San Lucas registró mayor actividad fotosintética, transpiración y conductancia estomatal; la mezcla (M-4), Fahad + Grado registró mayor uso eficiente de agua.

Por su parte, Lamb (C2), rindió mayor forraje verde y seco que sus mezclas; estas registraron mayor actividad fotosintética, transpiración, conductancia estomatal y una mayor eficiencia en el uso del agua que su monocultivo. El triticale San Lucas (C3), produjo más forraje verde que sus mezclas; en tanto que en el (C-4), (C-5) y (C-6), las

mezclas presentaron mayor producción de forraje verde y seco que sus monocultivos. En el (C-5), el monocultivo AN-31 registró mayor fotosíntesis y transpiración que sus mezclas.

En el (C-6), el monocultivo Grado registró mayor actividad fotosintética y transpiración que sus mezclas, mientras que las mezclas (M-3) y (M-4) para conductancia estomatal y uso eficiente de agua en el (C-5) y (C-6) registraron valores mayores que sus monocultivos.

Cuadro 4.11. Resultados de los contrastes ortogonales para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua entre los monocultivos (M) y sus mezclas intraespecíficas en el primer corte.

	F VERDE	F SECO	FOTO	TRANS	C E	UEA
CONTRASTE	C M	C M	C M	C M	C M	C M
1	135.589 ns	12.275 **	28.365 **	4.644 **	0.029 ns	21.635 **
2	554.210 **	16.126 **	1.483 ns	0.645 ns	0.008 ns	3.482 **
3	36.909 **	0.530 ns	1.656 ns	1.208 ns	0.000 ns	4.015 **
4	91.315 **	7.060 **	7.879 **	2.015 *	0.038 ns	2.952 **
5	60.590 **	7.222 **	19.091 **	0.707 ns	0.001 ns	4.089 **
6	501.874 **	25.676 **	8.811 **	5.059 ns	0.054 ns	176.99 **

Cuadro 4.12. Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el primer corte.

	F V (M)	Media M1-M-4	M-1	M-2	M-3	M-4	F S (M)	Media M1-M-4	M-1	M-2	M-3	M-4
Variedad	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
Fahad	35.78	30.45	34.56	30.72	31.86	24.67	8.81	6.90	8.44	7.03	7.10	5.39
Lamb	39.21	24.02	20.91	23.20	24.51	27.45	8.11	5.52	5.18	5.42	5.20	6.27
San Lucas	31.53	27.12	34.56	20.91	29.57	25.49	6.90	7.37	8.44	5.18	8.47	7.38
AN-34	21.07	24.38	30.71	23.20	22.54	21.07	4.30	5.33	7.03	5.42	4.37	4.52
AN-31	19.93	27.12	31.86	24.51	29.57	22.54	4.10	6.28	7.10	5.2	8.47	4.37
Grado	9.31	24.67	24.67	27.45	25.49	21.07	2.44	5.89	5.39	6.27	7.38	4.52

Cuadro 4.13. Promedios de fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRANS) de los monocultivos (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el primer corte.

Variedad	FOT (M)	Media M1-M-4	M-1	M-2	M-3	M-4	TRANS (M)	Media M1-M-4	M-1	M-2	M-3	M-4
Fahad	10.05	13.49	14.76	13.65	12.53	13.02	4.52	5.91	7.27	5.61	5.46	5.31
Lamb	10.95	11.73	10.82	12.28	11.51	12.33	5.20	5.76	5.95	5.98	5.35	5.78
San Lucas	11.67	12.50	14.76	10.82	11.88	12.55	5.88	6.59	7.27	5.95	5.41	7.72
AN-34	11.64	13.45	13.65	12.28	13.12	14.75	4.38	5.42	5.61	5.98	5.13	4.97
AN-31	13.49	12.26	12.52	11.51	11.88	13.12	5.83	5.34	5.46	5.35	5.41	5.13
Grado	15.08	13.16	13.01	12.33	12.55	14.75	7.40	5.94	5.30	5.78	7.72	4.97

Cuadro 4.14. Promedios de conductancia estomatal (CE) y uso eficiente del agua (UEA) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el primer corte.

Variedad	C E (M)	Media M1-M-4	M-1	M-2	M-3	M-4	UEA (M)	Media M1-M-4	M-1	M-2	M-3	M-4
Fahad	0.56	0.69	0.85	0.65	0.66	0.59	2.21	2.33	2.10	2.42	2.33	2.48
Lamb	0.65	0.71	0.78	0.65	0.67	0.73	2.11	2.05	1.74	2.13	2.19	2.13
San Lucas	0.81	0.82	0.85	0.79	0.68	0.95	2.05	1.99	2.10	1.74	2.19	1.94
AN-34	0.49	0.62	0.65	0.65	0.59	0.61	2.61	2.57	2.42	2.13	2.60	3.14
AN-31	0.67	0.65	0.66	0.67	0.68	0.59	2.41	2.33	2.33	2.19	2.20	2.60
Grado	0.87	0.72	0.59	0.73	0.95	0.61	2.06	2.42	2.48	2.13	1.94	3.14

Para el segundo corte (Cuadros 4.15 y 4.16), en los contrastes C-1, C-2, C-3 y C-4, las mezclas produjeron más forraje verde y seco que sus monocultivos. En los C-1, C-3 y C-5 los monocultivos presentaron mayor actividad fotosintética que sus mezclas en transpiración C-1, C-2, C-4, C5 y C-6 (Cuadro 4.17) los monocultivos reportaron mayor transpiración y en C-3 y C-4 las mezclas obtuvieron mayor transpiración; el C-1 las mezclas reportaron mayor conductancia estomacal mientras que en el resto de los contrastes los monocultivos presentaron mayor conductancia; en tanto que los C-1 y C4 los monocultivos fueron mas eficientes en uso de agua, comparados con los C-2, C-3, C-5 y C-6 las mezclas fueron mas eficientes en uso de agua.

Cuadro 4.15. Resultados de los contrastes ortogonales para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua entre los monocultivos (M) y sus mezclas intraespecíficas en el segundo corte.

	F VERDE	F SECO	FOTO	TRANS	C E	UEA
CONTRASTE	C M	C M	C M	C M	C M	C M
1	1.167 ns	0.049 ns	3.102 **	0.784 ns	0.001 ns	72.564 **
2	26.667 **	0.451 ns	0.557 ns	2.061 **	0.001 ns	32.890 **
3	0.267 ns	0.142 ns	2.114 ns	0.059 ns	0.008 ns	28.547 **
4	72.60 **	3.932 ns	2.208 ns	1.604 ns	0.001 ns	68.142 **
5	160.067 **	11.364 **	1.808 ns	1.151 ns	0.001 ns	3.496 **
6	2.400 **	0.047 ns	38.764 **	6.835 **	0.005 ns	422.650 **

Cuadro 4.16. Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el segundo corte.

	F V (M)	Media M1-M-4	M-1	M-2	M-3	M-4	F S (M)	Media M1-M-4	M-1	M-2	M-3	M-4
Variedad	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
Fahad	8.00	13.99	10.00	17.33	14.66	14.00	2.48	2.99	2.69	3.46	3.00	2.80
Lamb	10.00	13.33	14.66	12.00	14.66	12.00	2.37	3.07	3.33	2.92	3.12	2.90
San Lucas	12.70	12.99	10.00	14.66	14.00	13.33	3.14	3.16	2.69	3.33	3.34	3.29
AN-34	13.33	18.33	17.33	12.00	22.66	23.33	2.90	4.24	3.46	2.92	5.89	4.68
AN-31	24.70	16.49	14.66	14.66	14.00	22.66	6.01	3.84	3.00	3.12	3.34	5.89
Grado	14.70	15.66	14.00	12.00	13.33	23.33	3.56	3.42	2.80	2.90	3.29	4.68

Cuadro 4.17. Promedios de fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRANS) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el segundo corte.

Variedad	FOT (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4	TRANS (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4
Fahad	6.53	5.60	7.82	5.25	3.67	5.67	7.63	7.06	7.03	7.85	4.30	9.05
Lamb	5.42	6.06	7.50	5.46	4.66	6.62	8.41	7.48	8.21	7.36	6.04	8.33
San Lucas	7.39	6.92	7.82	7.50	4.38	7.99	7.40	7.56	7.03	8.21	6.65	8.35
AN-34	4.92	5.21	5.25	5.46	4.08	6.07	8.12	7.30	7.85	7.36	7.46	6.53
AN-31	4.57	4.20	3.67	4.66	4.38	4.08	6.81	6.11	4.30	6.04	6.65	7.46
Grado	4.51	6.59	5.67	6.62	7.99	6.07	9.75	8.06	9.05	8.33	8.35	6.53

Cuadro 4.18. Promedios de conductancia estomatal (CE) y uso eficiente del agua (UEA) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el segundo corte.

Variedad	C E (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4	UEA (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4
Fahad	0.33	0.35	0.36	0.34	0.28	0.42	0.85	0.84	1.16	0.67	0.87	0.68
Lamb	0.36	0.33	0.38	0.29	0.26	0.41	0.65	0.81	0.92	0.75	0.76	0.80
San Lucas	0.39	0.34	0.36	0.38	0.28	0.36	1.00	0.94	1.16	0.92	0.71	0.97
AN-34	0.34	0.32	0.34	0.29	0.29	0.35	0.64	0.73	0.67	0.75	0.58	0.92
AN-31	0.29	0.28	0.28	0.26	0.28	0.29	0.67	0.73	0.87	0.76	0.71	0.58
Grado	0.43	0.38	0.42	0.41	0.36	0.35	0.51	0.84	0.68	0.80	0.97	0.92

En el tercer corte (Cuadros 4.19 y 4.20) en los C-1, C-2, C-3, las mezclas registraron mayor producción de forraje verde y seco que sus monocultivos; en el C-6, el monocultivo Grado produjo más forraje verde que sus mezclas. En este mismo corte, (Cuadros 4.21 y 4.22), en los C-1, C-2, C-3, C-5 y C-6, las mezclas registraron mayor fotosíntesis en el C-4, el monocultivo AN-34 reportó mayor actividad fotosintética, el C-1, C-2, C-3 y C-6 las mezclas reportaron mayor transpiración, mientras que AN-34 (C-4) y AN-31 (C-5) obtuvieron mayor transpiración, mientras que los C-1, C-2, C-3, C-5 y C-6 las mezclas reportaron mayor conductancia, mientras que AN-34 reporto la mayor conductancia estomatal, los mas eficientes en uso de agua fueron los Fahad (C-1), Lamb (C-2), San Lucas (C-3) y AN-31 (C-5) siendo las mezclas quienes superan a los (C-4) AN-34 y (C-6) Grado quienes fueron mas eficientes en uso de agua.

Cuadro 4.19. Resultados de los contrastes ortogonales para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua entre los monocultivos (M) y sus mezclas intraespecíficas en el tercer corte.

	F VERDE	F SECO	FOT	TRANS	C E	UEA
CONTRASTE	C M	C M	C M	C M	C M	C M
1	21.504 **	1.738 **	34.454 **	4.644 **	0.029 ns	21.635 **
2	35.389 **	2.693 **	61.259 **	0.645 ns	0.008 ns	3.482 **
3	21.123 **	1.805 **	1.081 **	1.208 ns	0.000 ns	4.015 **
4	0.864 ns	0.096 ns	67.522 **	2.015 ns	0.038 ns	2.952 **
5	0.584 ns	0.000 ns	22.470 **	0.707 ns	0.001 ns	4.089 **
6	6.042 **	0.232 ns	2.043 **	5.059 **	0.054 ns	176.999 **

Cuadro 4.20. Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el tercer corte.

Variedad	F V (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4	F S (M)	Media M-M4	M-1	M-2	M-3	M-4
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
Fahad	0.00	2.99	2.42	3.07	3.59	2.88	0.00	0.89	0.68	0.85	1.26	0.78
Lamb	0.00	3.84	3.20	4.16	4.26	3.73	0.00	1.03	0.97	1.05	1.13	0.97
San Lucas	0.00	2.96	2.42	3.20	2.82	3.41	0.00	0.86	0.68	0.97	0.78	1.00
AN-34	4.66	4.06	3.06	4.16	3.81	5.22	1.25	1.05	0.85	1.05	1.13	1.17
AN-31	4.32	3.62	3.59	4.26	2.82	3.81	1.03	1.07	1.26	1.13	0.78	1.13
Grado	5.20	3.81	2.88	3.73	3.41	5.22	1.32	0.98	0.78	0.97	1.00	1.17

Cuadro 4.21. Promedios de fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRANS) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el tercer corte.

Variedad	FOT (M)	Media					TRANS (M)	Media				
		M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4		M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4
Fahad	0.00	7.65	7.20	5.71	9.16	8.52	0.00	8.25	6.72	8.18	8.01	10.11
Lamb	0.00	6.69	6.79	6.46	7.06	6.44	0.00	8.49	8.36	8.73	8.80	8.06
San Lucas	0.00	8.73	7.20	6.79	10.46	10.46	0.00	7.71	6.72	8.36	6.85	8.92
AN-34	11.32	8.08	5.71	6.46	10.62	9.55	10.77	9.13	8.18	8.73	9.15	10.45
AN-31	8.51	9.32	9.16	7.06	10.46	10.62	8.60	8.20	8.01	8.80	6.85	9.15
Grado	9.22	8.74	8.52	6.44	10.46	9.55	8.80	9.38	10.11	8.06	8.92	10.45

Cuadro 4.22. Promedios de conductancia estomatal (CE) y uso eficiente de agua (UEA) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas en el tercer corte.

Variedad	C E (M)	Media					UEA (M)	Media				
		M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4		M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4
Fahad	0.00	0.46	0.36	0.43	0.47	0.60	0.00	0.94	1.07	0.70	1.14	0.84
Lamb	0.00	0.47	0.45	0.50	0.41	0.54	0.00	0.78	0.81	0.75	0.77	0.80
San Lucas	0.00	0.40	0.36	0.47	0.53	0.47	0.00	1.15	1.07	0.81	1.53	1.18
AN-34	0.61	0.53	0.43	0.50	0.61	0.57	1.06	0.88	0.70	0.75	1.16	0.91
AN-31	0.49	0.50	0.47	0.41	0.53	0.61	0.95	1.15	1.14	0.77	1.53	1.16
Grado	0.52	0.55	0.64	0.54	0.47	0.57	1.05	0.93	0.84	0.80	1.18	0.91

En los contrastes realizados entre las mezclas intraespecíficas y sus monocultivos a través de los tres cortes (Cuadros 4.23 y 4.24), Fahad (C-1), AN-34 (C-4) y Grado (C-6) las mezclas registraron mayor producción de forraje verde, en tanto que Lamb (C-2), San Lucas (C-3) y AN-3 (C-5) reportaron mayor producción de forraje verde, en tanto que Fahad (C-1) y Lamb (C-2) obtuvieron mayor materia seca y San Lucas (C-3), AN-34 (C-4) y Grado (C-6) las mezclas reportaron mayor forraje seco, sin embargo; en el (C-5) no existieron gran diferencia ya que reportaron el promedio igual mezcla y monocultivo.

Lamb (C-1), Fahad (C-2), San Lucas (C-3), y AN-31 (C-5) las mezclas reportaron mayor actividad fotosintética, mientras que AN-34 (C-4) y Grado (C-6) presentaron mayor fotosíntesis, en tanto que Fahad (C-1), Lamb (C-2) y San Lucas (C-3) obtuvieron mas transpiración comparados con AN-34 (C-4), AN-31 (C-4) y Grado (C-6) reportaron mayor transpiración, en los (C-1), (C-2), (C-3), (C-4) y (C-5) las mezclas reportaron mayor conductancia estomatal, mientras que Grado (C-6) obtuvo mayor

conductancia, en tanto que los (C-1), C-2), (C-3), (C-5) y (C-6) las mezclas fueron mas eficientes en uso de agua, comparados con AN-34 (C-4) quien reporto ser mas eficiente en uso de agua.

Cuadro 4.23. Resultados de los contrastes ortogonales para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua a través de tres cortes entre los monocultivos de triticale y sus mezclas intraespecíficas.

	F VERDE	F SECO	FOTO	TRANS	C E	UEA
CONTRASTE	C M	C M	C M	C M	C M	C M
1	2.956 ns	0.232 ns	18.654 *	6.459 ns	0.035 ns	103.128 **
2	17.164 **	0.544 ns	10.650 **	9.645 **	0.040 ns	78.949 **
3	0.097 ns	0.802 **	0.085 ns	0.000 ns	0.004 ns	0.021 **
4	32.669 **	0.886 **	1.711 ns	3.968 ns	0.004 ns	2.605 **
5	2.611 ns	0.454 ns	7.106 ns	4.716 ns	0.011 ns	23.332 **
6	51.331 **	2.309 **	0.371 ns	3.438 ns	0.014 ns	90.447 **

Cuadro 4.24. Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas a través de tres cortes.

	F V (M)	Media M-M4	M-1	M-2	M-3	M-4	F S (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4
Variedad	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
Fahad	14.59	15.81	15.66	17.04	16.71	13.85	3.76	3.62	3.94	3.78	3.79	2.99
Lamb	16.40	13.73	12.93	13.12	14.48	14.39	3.49	3.20	3.16	3.13	3.15	3.38
San Lucas	14.73	13.53	15.66	12.93	15.47	10.07	3.34	3.80	3.94	3.16	4.20	3.89
AN-34	13.02	15.76	17.04	13.12	16.34	16.54	2.84	3.54	3.78	3.13	3.79	3.46
AN-31	16.31	15.28	16.71	14.48	14.48	15.47	3.72	3.73	3.79	3.15	4.20	3.79
Grado	9.72	15.81	13.85	14.39	14.07	16.54	2.44	3.43	2.99	3.38	3.89	3.46

Cuadro 4.25. Promedios de fotosíntesis (FOT) y transpiración (TRANS) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas a través de tres cortes.

Variedad	FOT (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4	TRANS (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4
Fahad	5.53	8.91	9.93	8.21	8.45	9.07	4.05	7.07	7.01	7.21	5.92	8.16
Lamb	5.46	8.16	8.37	8.07	7.74	8.46	4.54	7.24	7.50	7.35	6.73	7.39
San Lucas	6.36	9.39	9.93	8.37	8.91	10.34	4.43	7.29	7.01	7.50	6.31	8.33
AN-34	9.29	8.92	8.21	8.07	9.27	10.12	7.76	7.28	7.21	7.35	7.25	7.32
AN-31	8.56	8.59	8.45	7.74	8.91	9.27	7.08	6.55	5.93	6.73	6.31	7.25
Grado	9.60	9.50	9.07	8.46	10.34	10.12	8.65	7.80	8.16	7.39	8.33	7.32

Cuadro 4.26. Promedios de conductancia estomatal (CE) y uso eficiente de agua (UEA) de los triticales en monocultivo (M) en comparación con sus mezclas intraespecíficas a través de tres cortes.

Variedad	CE (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4	UEA (M)	Media M1-M4	M-1	M-2	M-3	M-4
Fahad	0.30	0.50	0.53	0.47	0.47	0.54	1.02	1.37	1.44	1.26	1.45	1.33
Lamb	0.33	0.50	0.54	0.47	0.45	0.56	0.92	1.27	1.16	1.21	1.24	1.47
San Lucas	0.40	0.54	0.53	0.54	0.50	0.59	1.02	1.36	1.44	1.16	1.47	1.36
AN-34	0.48	0.49	0.47	0.48	0.50	0.51	1.44	1.39	1.26	1.21	1.45	1.66
AN-31	0.48	0.48	0.47	0.45	0.50	0.50	1.34	1.40	1.45	1.24	1.48	1.45
Grado	0.61	0.55	0.54	0.56	0.59	0.51	1.21	1.40	1.33	1.24	1.36	1.66

Análisis de Varianza Individuales de las Mezclas Interespecíficas y sus componentes.

En este apartado se analizaron solamente las mezclas interespecíficas (monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass, tratamientos 13 al 25) para realizar comparaciones más confiables, dado el comportamiento registrado cuando se analizó globalmente la información.

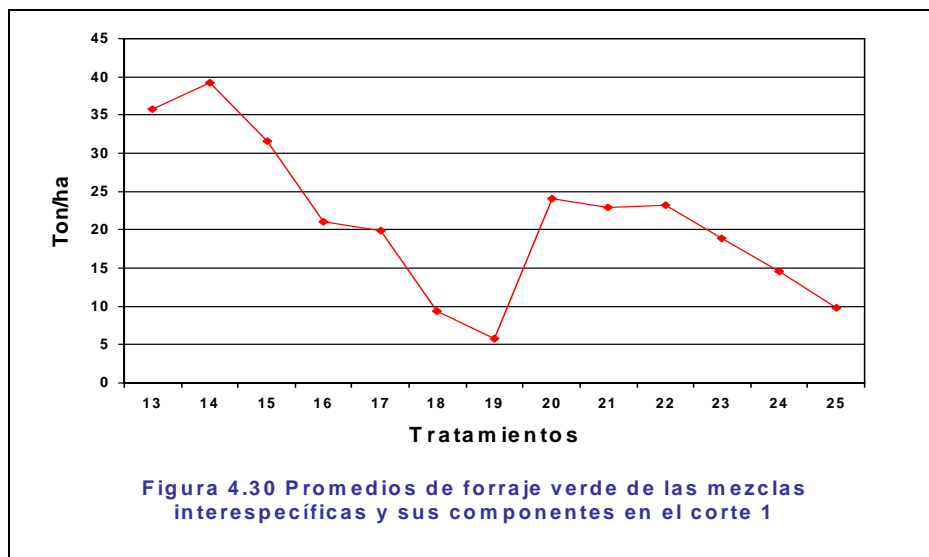
Corte 1

En el Cuadro 4.27 se registró alta significancia entre tratamientos para la producción de forraje verde y seco, fotosíntesis, conductancia estomatal, transpiración y etapa fenológica, y significancia en el uso eficiente del agua. Los coeficientes de variación fluctuaron desde un 24.6 hasta 35.1 por ciento.

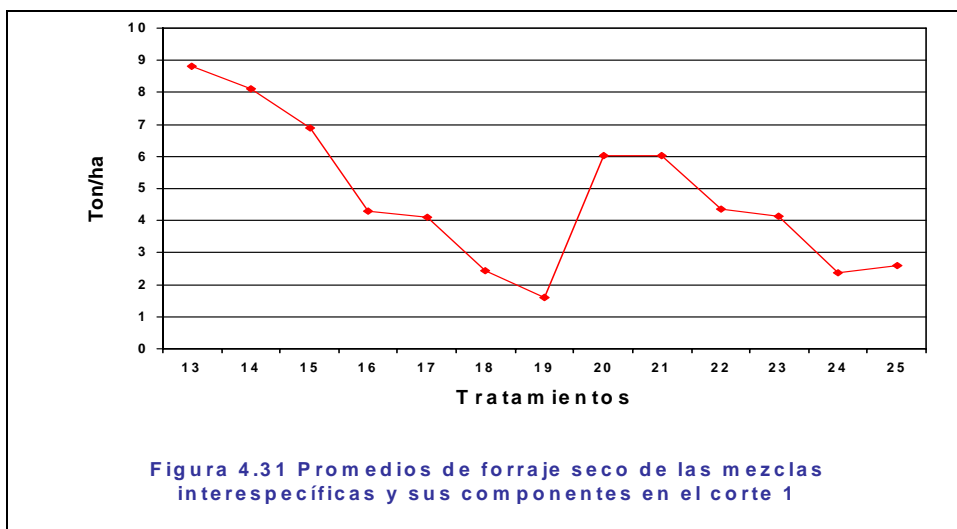
Cuadro 4.27. Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 1 en las mezclas interespecíficas y sus monocultivos.

F V	GL	F. verde	F. seco	Fotosín.	C. E.	Transp.	UEA	Etapa
Rep	2	163.19 **	16.95 **	46.391 **	0.129 **	5.39 **	287.13 ns	9.59 **
Trat	12	305.82 **	15.47 **	22.402 **	0.064 **	3.86 **	477.18 *	5.67 **
Error	24	39.47	2.56	8.165	0.03	1.69	386.29	1.53
CV(%)		31.14	35.12	24.67	29.8	25.3	34.71	28.25

En la Figura 4.30 se observa que para forraje verde, los tratamientos 14 (Lamb) y 13 (Fahad) produjeron 39.22 y 35.78 t/ha⁻¹ respectivamente de forraje verde, seguido por el tratamiento 15 (San Lucas) con 31.54 t/ha⁻¹ y 20 (Fahad + ryegrass) con 24.02 t/ha⁻¹, siendo el tratamiento 19 (ryegrass) quien obtuvo en promedio la mas baja producción con 5.72 t/ha⁻¹.

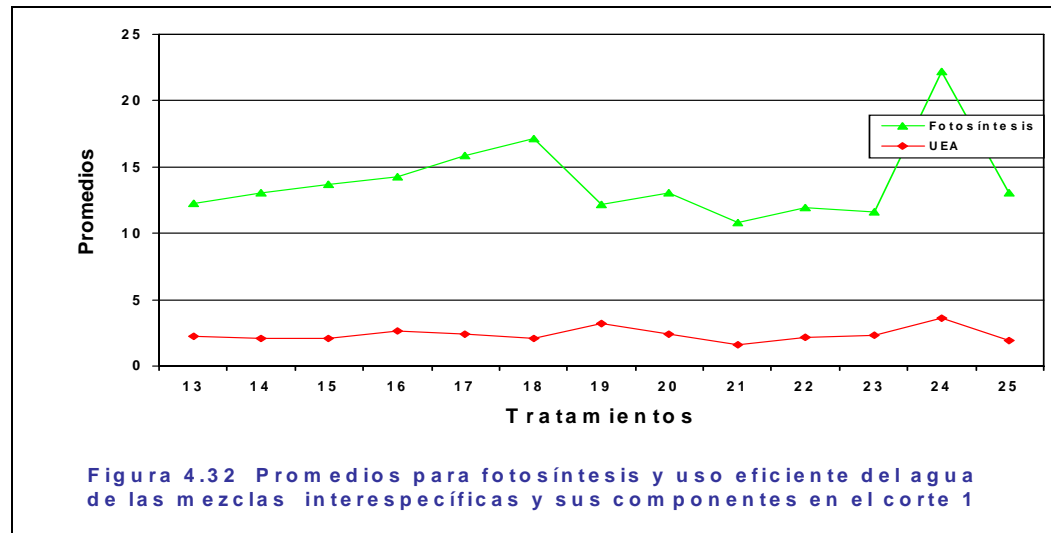


Para forraje seco (Figura 4.31), los tratamientos 13 (Fahad) y 14 (Lamb) mostraron el promedio más alto con 8.81 y 8.11 t/ha⁻¹, seguido del 15 (San Lucas) con 6.90 t/ha⁻¹ y 21 (Lamb + ryegrass) con 6.03 t/ha⁻¹. El tratamiento 19 (ryegrass) con 1.61 t/ha⁻¹, registró el menor rendimiento.



En la Figura 4.32 se presentan en forma gráfica los promedios para la variable fotosíntesis; los valores más altos se presentaron en los tratamientos 24 (AN-31 +

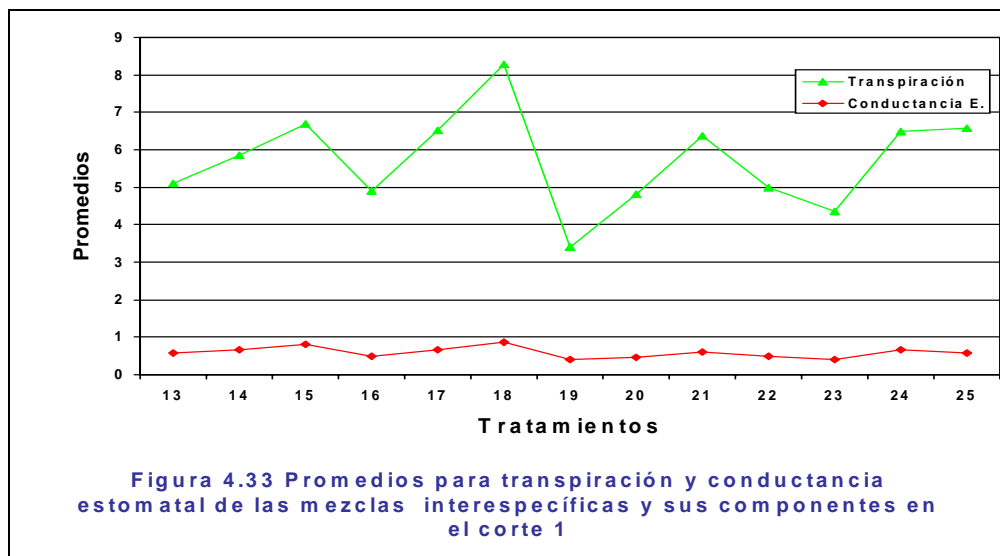
ryegrass) con $18.59 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 18 (Grado) y 17 (AN-31), que registraron una fotosíntesis neta de 15.08 y $13.49 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente, mientras que el 19 (ryegrass) obtuvo el valor más bajo con $9.01 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Para uso eficiente del agua, el tratamiento 24 (AN-31 + ryegrass) obtuvo el valor más alto con $3.62 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 19 (ryegrass) con $3.17 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 16 (AN-34) y 20 (Fahad + ryegrass), con 2.61 y $2.45 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente, mientras que el 21 (Lamb + ryegrass) registró el valor más bajo con $1.62 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.



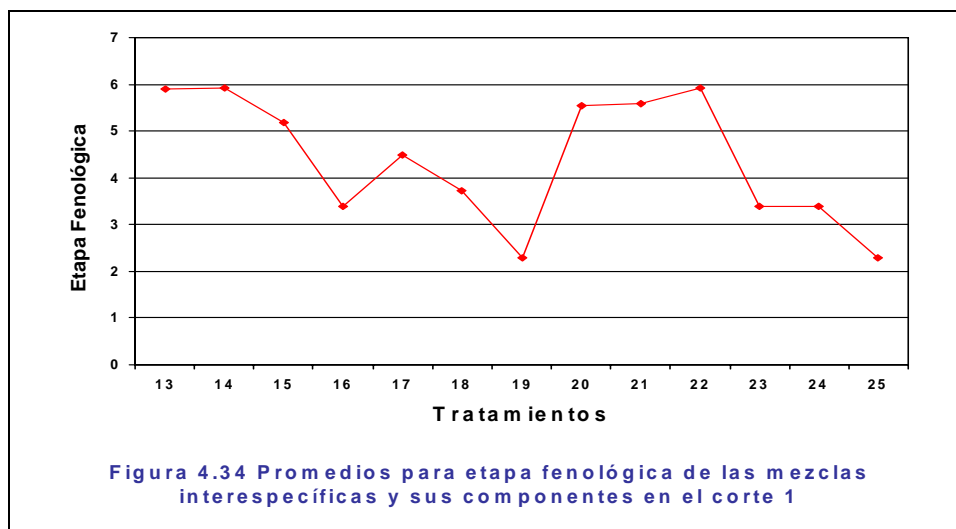
En la Figura 4.33 se presentan los promedios para la variable transpiración, donde los valores más altos se registraron en los tratamientos 18 (Grado) con $7.40 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 25 (Grado + ryegrass) con $6.01 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 21 (Lamb + ryegrass) con $5.88 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y 24 (AN-31 + ryegrass) con $5.88 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

¹; el tratamiento 19 (ryegrass) registró el valor más bajo con $3.01 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

En la misma Figura se presentan los promedios para conductancia estomatal, donde el tratamiento 18 (Grado), registró el valor más alto con $0.87 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido del 15 (San Lucas), con $0.81 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 17 (AN-31) con $0.67 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y 14 (Lamb) con $0.65 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, siendo el tratamiento 23 (AN-34 + ryegrass) quien registró el valor más bajo con $0.39 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.



En la Figura 4.34 se presentan los promedios de etapa fenológica, donde los tratamientos 13, 14, 20, 21 y 22 (monocultivos primaverales ó mezclas con ellos) presentaron una etapa más avanzada; los tratamientos 19, 23, y 25 (monocultivos ó mezclas invernales), presentaron comparativamente una etapa fenológica menos avanzada.



Corte 2

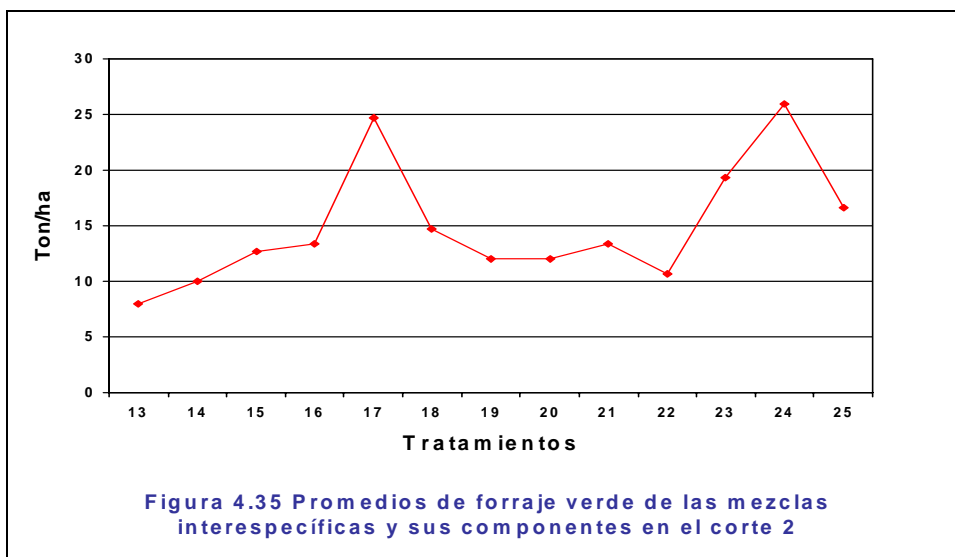
En el Cuadro 4.28 se presentan los resultados del análisis de varianza, registrándose diferencias altamente significativas para producción de forraje verde y seco y etapa fenológica, y diferencias significativas para fotosíntesis, transpiración y uso eficiente del agua. Los coeficientes de variación variaron desde 16.7 hasta 64.2 por ciento.

Cuadro 4.28. Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 2 en las mezclas interespecíficas y sus monocultivos.

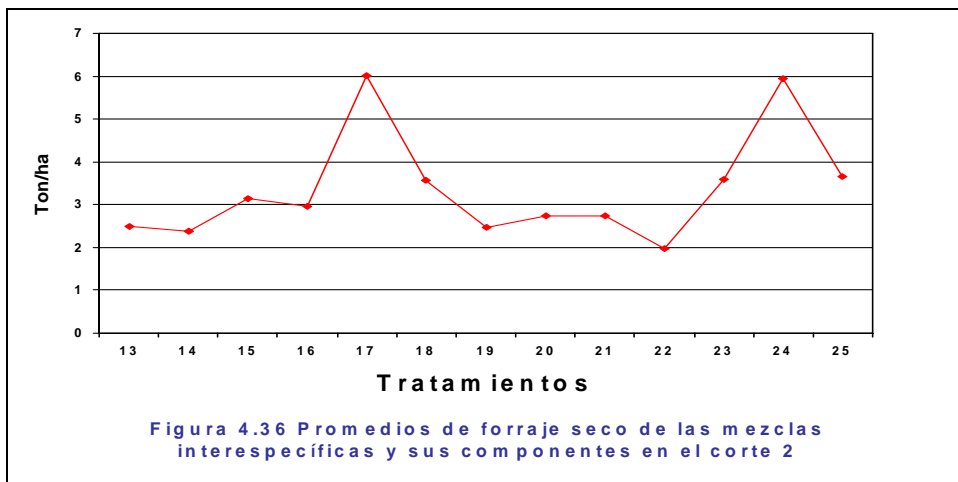
F V	G L	F. verde	F. seco	Fotosín.	C. E.	Transp.	U E A	Etapa
Rep	2	57.33 **	0.999 ns	9.968 *	0.050 **	11.960 *	23.564 ns	0.453 ns
Trat	12	81.14 **	4.659 **	5.471 *	0.022 ns	8.399 *	79.534 *	5.097 **
Error	24	37.88	1.796	8.982	0.014	6.213	55.684	0.483
C V (%)		40.55	39.33	64.28	28.81	26.82	58.36	16.75

En la Figura 4.35 se presentan los promedios para forraje verde, donde los

tratamientos con mayor producción fueron el 24 (AN-31 + ryegrass) con 26.0 t/ha^{-1} , 17 (AN-31) con 24.67 t/ha^{-1} y 23 (AN-34 + ryegrass) con 19.33 t/ha^{-1} , obteniendo en promedio la mayor producción de forraje verde; los tratamientos en monocultivo de hábito primaveral 13 (Fahad) y 14 (Lamb), obtuvieron la menor producción con 8.0 y 10.0 t/ha^{-1} , respectivamente.

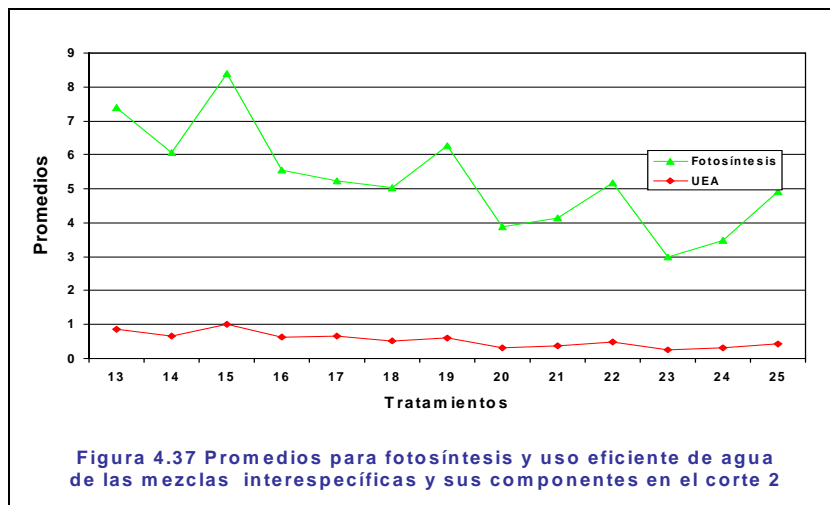


En forraje seco (Figura 4.36), el mayor rendimiento lo registró el tratamiento 17 (AN-31) con 6.0 t/ha^{-1} seguido del 24 (AN-31 + ryegrass) con 5.94 t/ha^{-1} y el 25 (Grado + ryegrass) con 3.65 t/ha^{-1} , sobresaliendo de manera importante los triticales invernales solos o en mezclas con el ryegrass, en comparación con los primaverales, quienes registraron la menor producción. En forraje seco se confirma lo mencionado por Lozano *et al.* (1992), que al evaluar la producción de forraje seco de triticales y testigos comerciales a través de tres cortes en siete localidades del Norte de México, reportó al triticale AN-31, de hábito intermedio-invernal, como uno de los más sobresalientes.

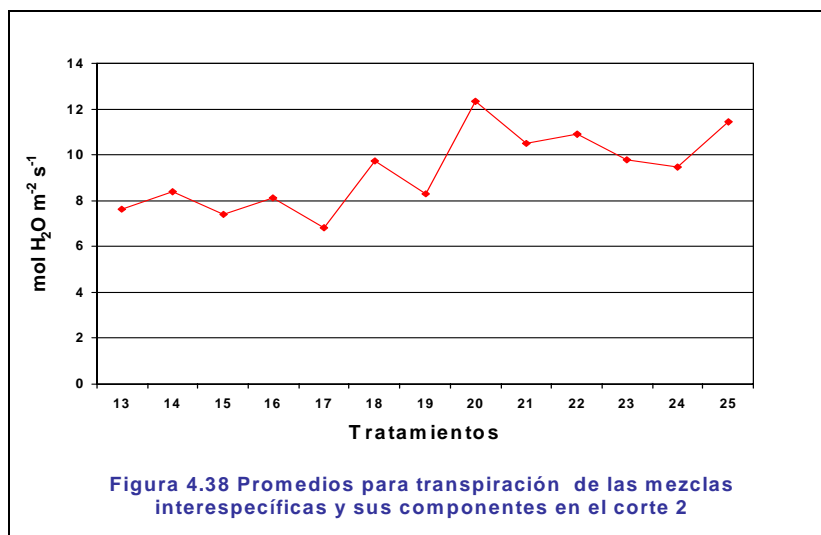


Para la variable fotosíntesis (Figura 4.37) los valores más altos se presentaron en los tratamientos 15 (San Lucas), con $7.39 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 13 (Fahad), con $6.55 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 19 (ryegrass), con $5.66 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 14 (Lamb) con $5.42 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; el valor más bajo lo registró el 23 (AN-34 + ryegrass) con $2.74 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Para uso eficiente del agua, el valor más alto se registró en el tratamiento 15 (San Lucas) con $1.00 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 13 (Fahad) con $0.85 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y el 17 (AN-31) con $0.67 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; el valor más bajo se registraron en el 23 (AN-34 + ryegrass) con $0.27 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

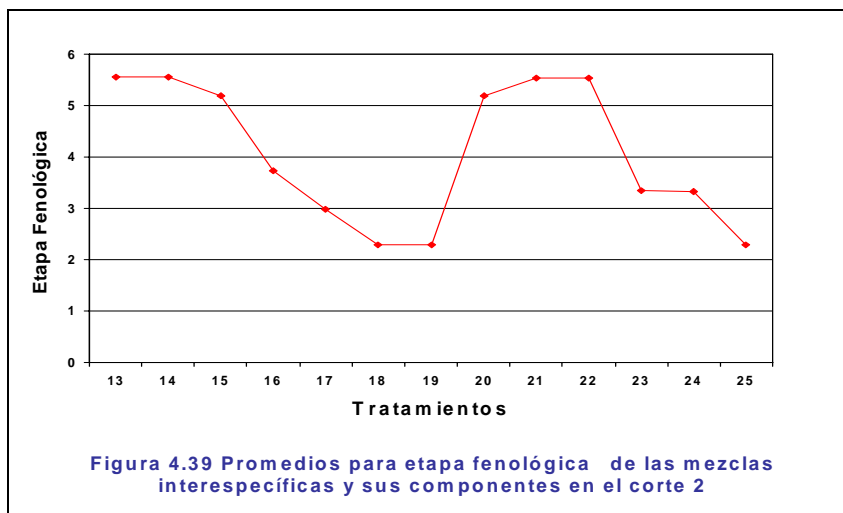


En la Figura 4.38, se presentan los promedios para transpiración. Los valores más altos se registraron en los tratamientos 20 (Fahad + ryegrass), con $23.23 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 25 (Grado + ryegrass), con $11.46 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y 22 (San Lucas + ryegrass) con $10.91 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. El menor valor se registró en el tratamiento 17 (AN-31), con $6.81 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.



En la Figura 4.39 se presenta la etapa fenológica promedio de los tratamientos en

este corte. La etapa fenológica más avanzada se reportó en los tratamientos 13, 14, 15, 20, 21 y 22, en tanto los tratamientos 18, 19 y 25, correspondientes a materiales de hábito invernal, presentaron una etapa fenológica menos avanzada.



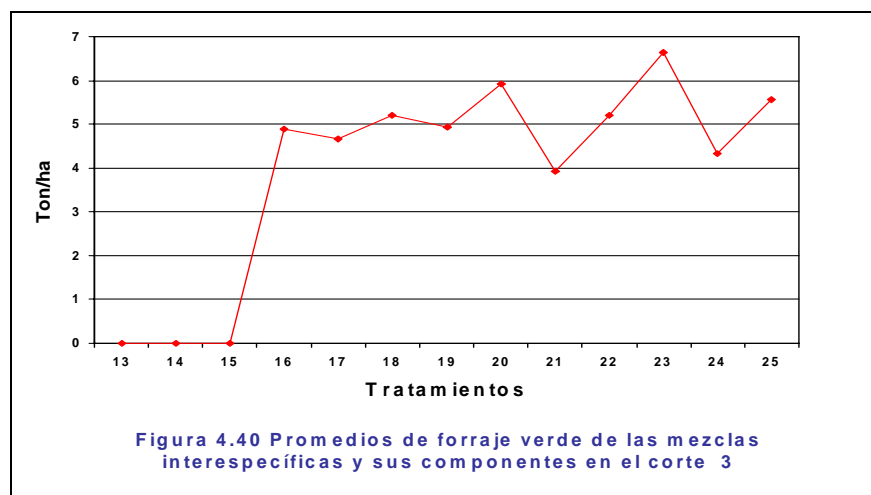
Corte 3

En el Cuadro 4.29 se presentan los resultados del análisis de varianza, registrándose diferencias altamente significativas entre tratamientos para producción de forraje verde y seco, así como para fotosíntesis y transpiración, y diferencias significativas para conductancia estomatal, uso eficiente del agua y etapa fenológica. Los coeficientes de variación variaron de 35.8 hasta 77.9 por ciento.

Cuadro 4.29. Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales de las características evaluadas en el corte 3 de las mezclas interespecíficas y sus monocultivos.

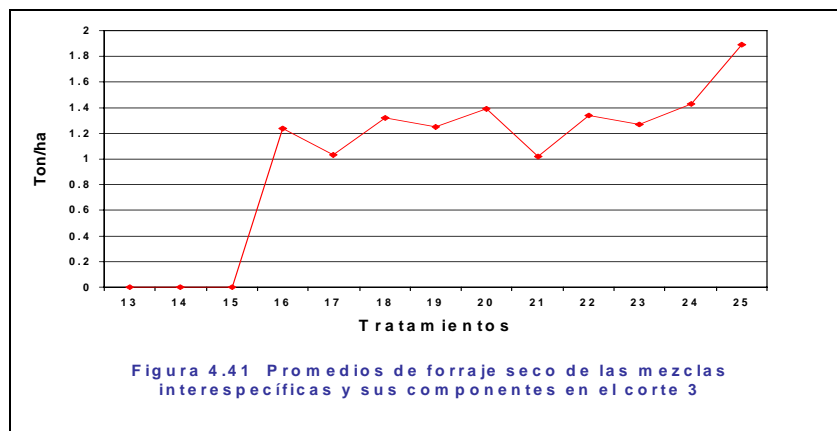
F V	G L	F. verde	F. seco	Fot.	C. E.	Tr.	U E A	Etapa
Rep	2	0.258 ns	0.001 ns	1.805 ns	0.000 ns	0.293 *	12.647 ns	1.456 ns
Trat	12	14.770 **	1.106 **	31.251 **	0.160 *	54.429 **	180.820 *	5.739 *
Error	24	1.825	0.131	8.945	0.044	14.161	77.859	2.034
C V (%)		36.04	35.85	74.07	65.94	62.40	77.98	69.69

En la Figura 4.40 se presentan los promedios para forraje verde; los tratamientos 23 (AN-34 + ryegrass) con 6.63 t/ha⁻¹, 20 (Fahad + ryegrass) con 5.93 t/ha⁻¹, 25 (Grado + ryegrass) con 5.57 t/ha⁻¹ y 22 (San Lucas + ryegrass) con 5.20 t/ha⁻¹, obtuvieron en promedio la mayor producción, mientras que los tratamientos 13 (Fahad), 14 (Lamb) y 15 (San Lucas), no registraron producción.

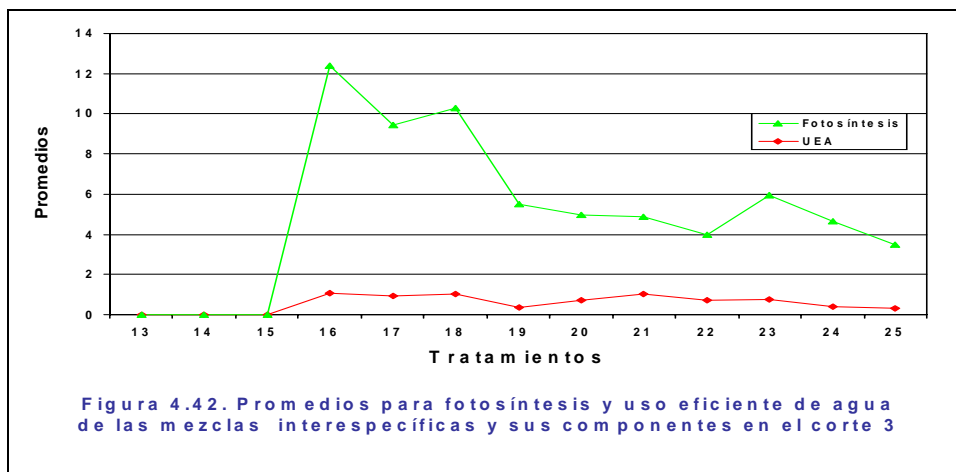


Para forraje seco (Figura 4.41), los tratamientos 25 (Grado + ryegrass) con 1.89 t/ha⁻¹

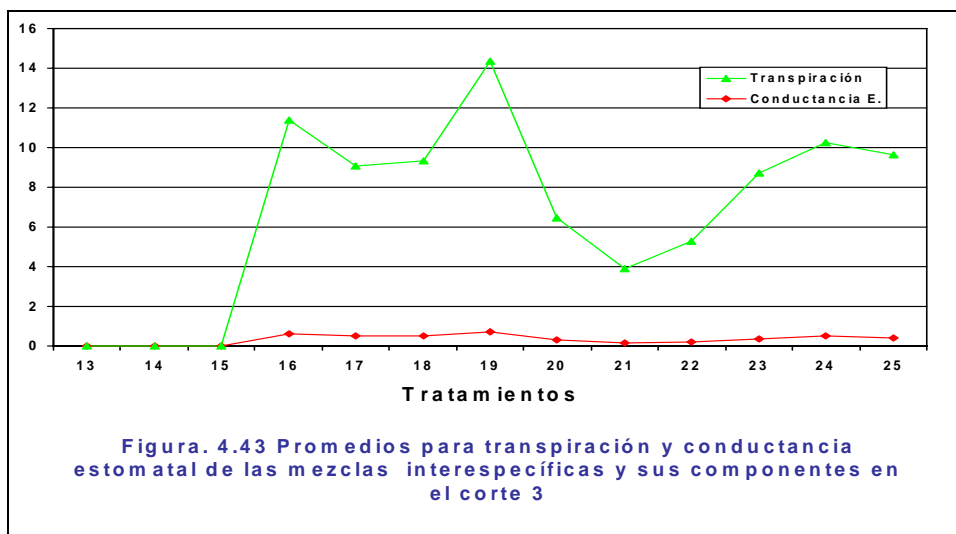
¹, 24 (AN-31 + ryegrass) con 1.43 t/ha⁻¹, 20 (Fahad + ryegrass) con 1.39 t/ha⁻¹, y 22 (San Lucas + ryegrass) con 1.34 t/ha⁻¹, obtuvieron en promedio la mayor producción.



En el caso de las variables fisiológicas, para fotosíntesis (Figura 4.42), los valores más altos se presentaron en los tratamientos 16 (AN-34) con 11.32 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 11 (AN-34 + AN-31) con 10.62 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 9 (San Lucas + AN-31) con 10.46 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y 10 (San Lucas + Grado) con 10.46 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. En uso eficiente del agua el valor más alto se presentó en el 16 (AN-34) con 1.07 $\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 18 (Grado) con 1.05 $\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y 21 (Lamb + ryegrass) con 1.03 $\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

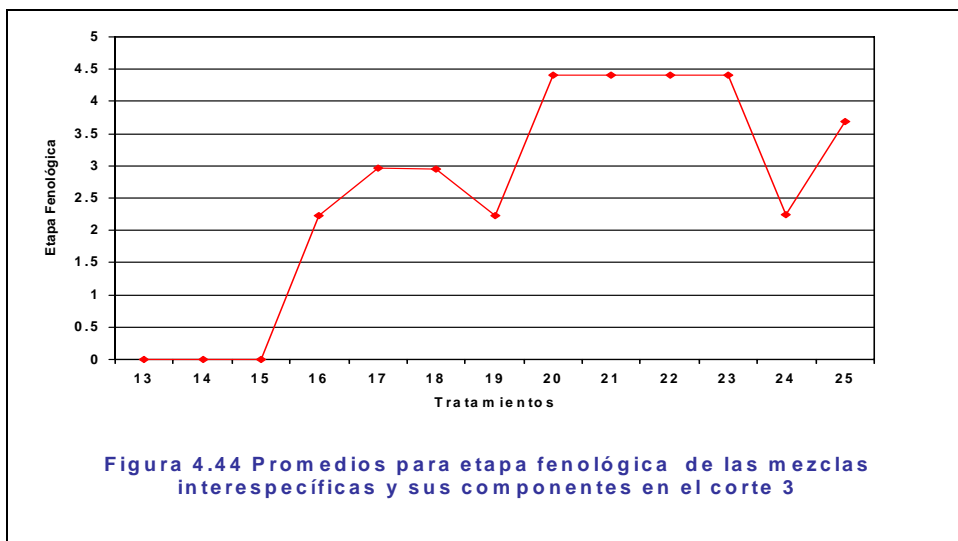


Asimismo, para conductancia estomatal (Figura 4.43), el tratamiento 19 (ryegrass) presentó el valor más alto con $0.73 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 16 (AN-34) con $0.61 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y 18 (Grado) con $0.52 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$; para transpiración, el 19 (ryegrass) con $13.653 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 16 (AN-34) con $10.76 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y 18 (Grado) con $8.79 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.



La etapa fenológica (Figura 4.44) se observó en inicio del primer nudo los tratamientos 20, 21, 22 y 23, en tanto que en los tratamientos 16, 19 y 24 se apreció el

vástago principal.



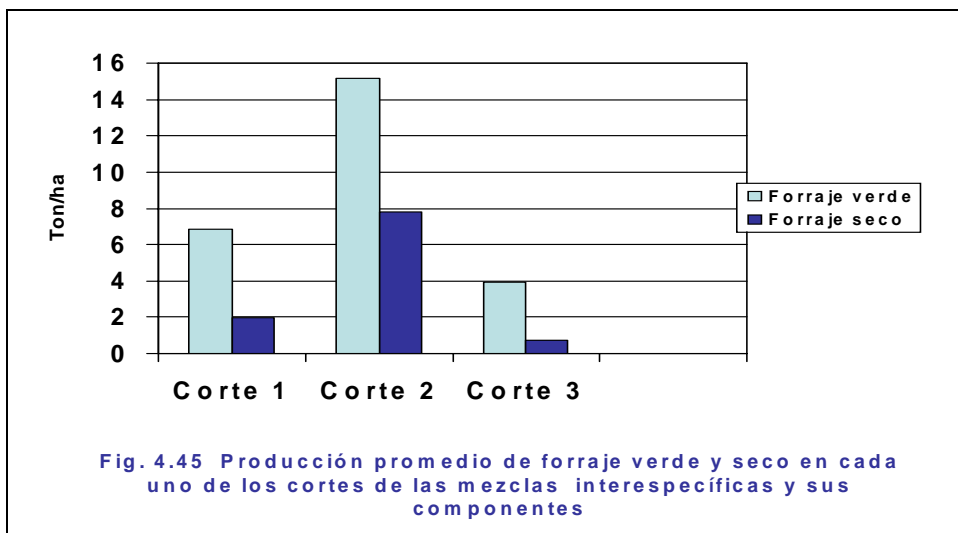
Análisis combinado a través de tres cortes

En el Cuadro 4.30 se presentan los resultados del análisis de varianza combinado, registrándose alta significancia entre cortes y entre tratamientos para la producción de forraje verde y seco, así como en fotosíntesis, conductancia estomatal, transpiración, uso eficiente del agua y etapa fenológica. Los coeficientes de variación fluctuaron desde 32.9 hasta 48.9 por ciento.

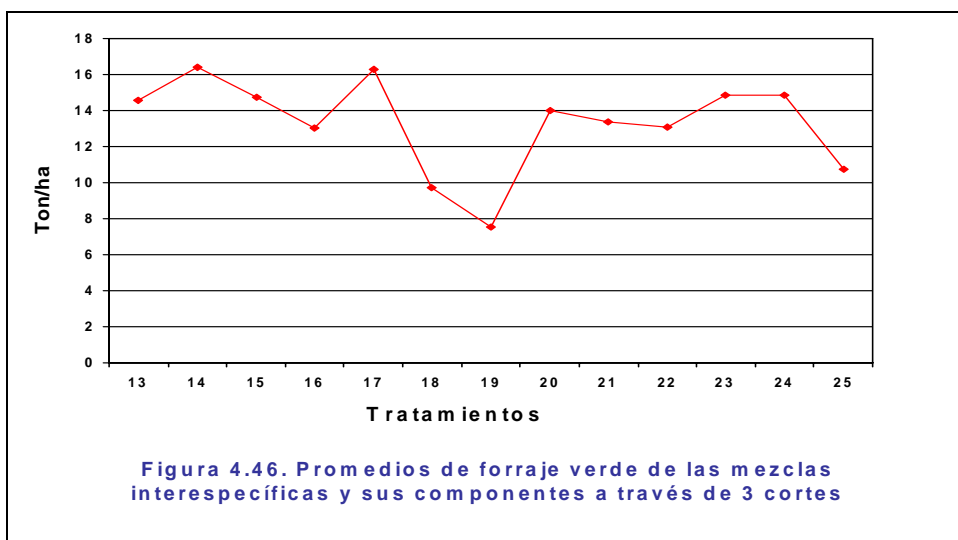
Cuadro 4.30. Cuadrados medios de los análisis de varianza combinados para forraje verde, seco y parámetros fisiológicos a través de tres cortes en las mezclas interespecíficas y sus monocultivos.

F V	G	F. verde	F. seco	Fotosint.	C. E.	Transp.	U E A	Etapa
	L							
Rep	2	11.63 *	4.110 *	10.15 **	0.044 ns	1.173 *	82.81 *	2.28*
Cortes	2	2761.5 **	128.12 **	683.42 **	0.743 **	186.86 **	25848.12 **	64.73 **
Error	4	104.5	6.921	24.00	0.068	8.23	120.26	4.60
Trat	12	70.45 **	3.23 **	22.05 **	0.056 **	19.90 **	224.611 *	5.77 **
C x Trat	24	165.6 **	9.00 **	18.53 **	0.095 **	23.99 **	256.43 *	5.36 **
Error	72	26.39	1.49	8.69	0.030	7.35	173.28	1.35
C V (%)		39.4	40.8	43.6	39.9	39.7	48.9	32.9

En la Figura 4.45 se observan los promedios de rendimiento de forraje verde y seco a través de los tres cortes, mostrando que el segundo corte produjo más forraje verde y seco con 15.7 y 7.97 t/ha⁻¹, respectivamente.

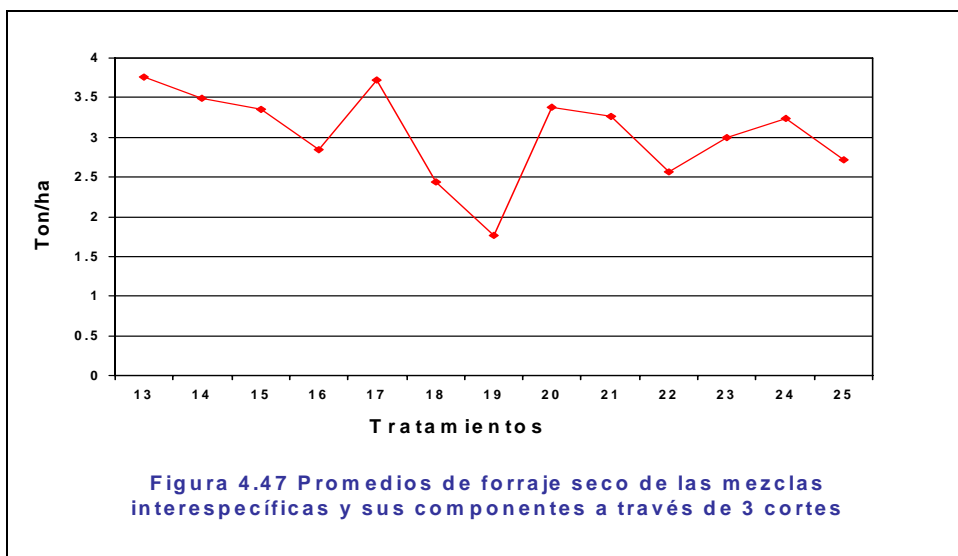


En la comparación entre tratamientos para forraje verde, (Figura 4.46), el 14 (Lamb), 17 (AN-31) y 24 (AN-31 + ryegrass) mostraron los valores más altos con 16.41, 16.31 y 14.86 t/ha⁻¹, respectivamente; el tratamiento 19 (ryegrass) con 7.55 t/ha⁻¹, registró la menor producción de forraje verde.

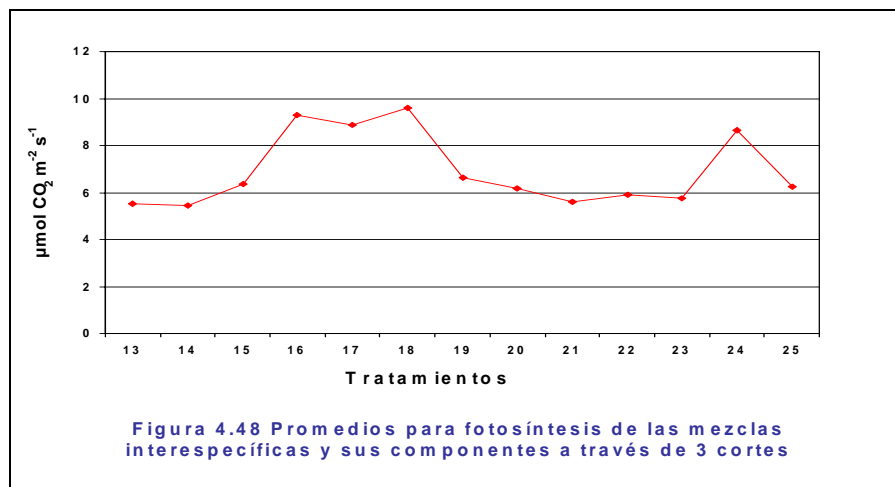


Para el caso de forraje seco, (Figura 4.47), los promedios más altos se registraron

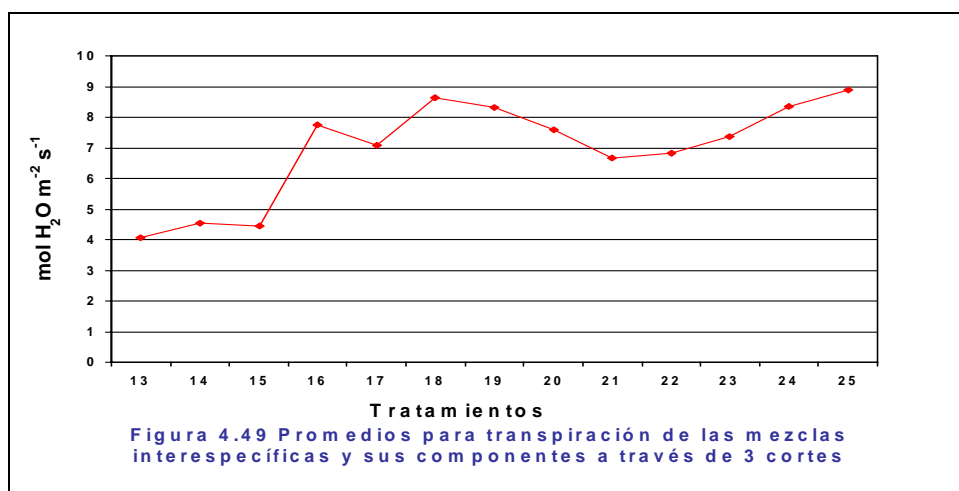
en los tratamientos 13 (Fahad) con 3.76 t/ha^{-1} , 17 (AN-31) con 3.72 t/ha^{-1} , 14 (Lamb) con 3.49 t/ha^{-1} y 20 (Fahad + ryegrass) con 3.38 t/ha^{-1} , mientras que el 18 (Grado) y el 19 (ryegrass), ocuparon los últimos lugares con 2.44 y 1.77 t/ha^{-1} respectivamente.



Para fotosíntesis (Figura 4.48), los valores más altos se registraron en el tratamiento 18 (Grado) con $9.60 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 16 (AN-34) con $9.30 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 17 (AN-31) con $8.86 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y 24 (AN-31 + ryegrass) con $8.65 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. La fotosíntesis es un proceso fundamental en relación con la producción de materia seca y rendimiento del triticale (Ramachandra *et al.*1986); los tratamientos 13 (Fahad) y 14 (Lamb) registraron los valores más bajos con 5.53 y $5.46 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente.

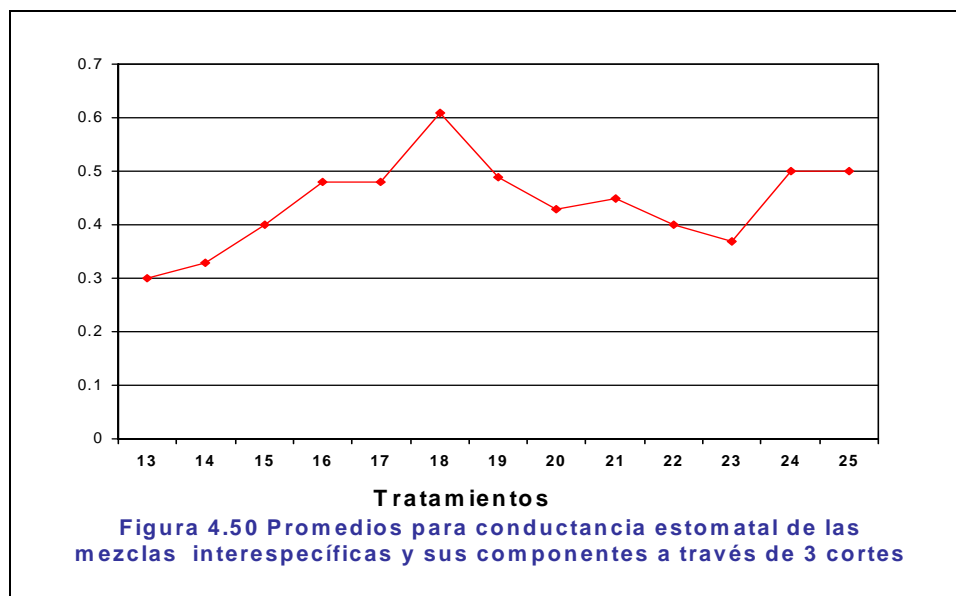


En la Figura 4.49 se presentan los promedios para la variable transpiración, donde los valores más altos se registraron en los tratamientos 25 (Grado + ryegrass) con $8.89 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 18 (Grado) con $8.65 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 24 (AN-31 + ryegrass) con $8.35 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y el 19, (ryegrass) con $8.32 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, en tanto que el 15 (San Lucas) obtuvo el valor más bajo con $4.43 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

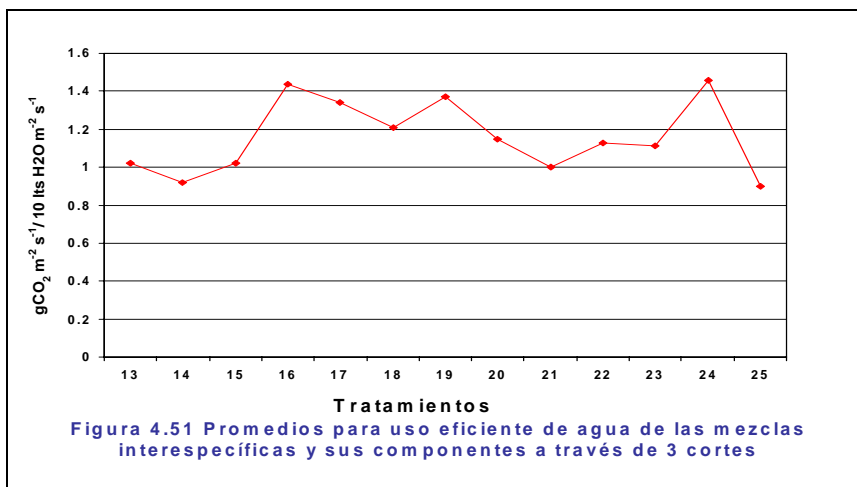


Para conductancia estomatal (Figura 4.50), el valor más alto se presentó en el tratamiento 18 (Grado) con $0.61 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 24 (AN-31 + ryegrass)

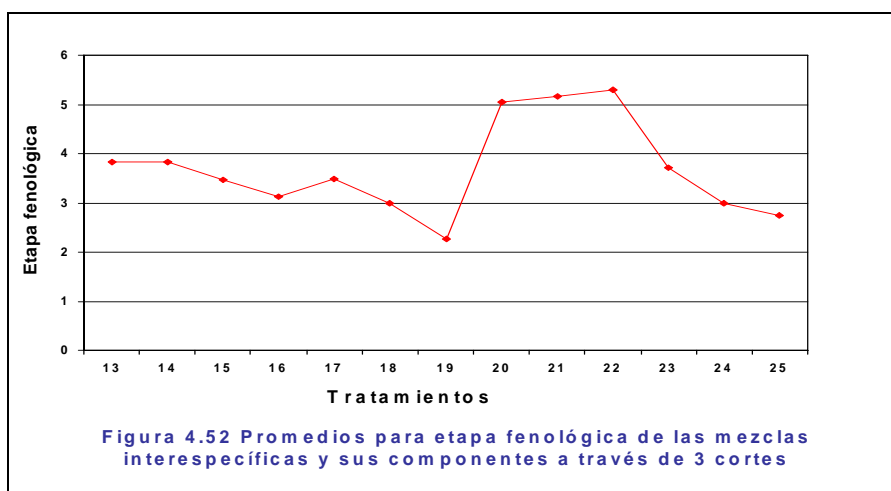
con $0.50 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y el 25 (Grado + ryegrass) con $0.49 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, siendo el 13 (Fahad) el que obtuvo el valor más bajo con $0.30 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$; para transpiración, los valores más altos se presentaron en el tratamiento 25 (Grado + ryegrass) con $8.89 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 18 (Grado) con $8.65 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 24 (AN-31 + ryegrass) con $8.35 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y el 19 (ryegrass), con $8.32 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, mientras que el 15 (San Lucas) obtuvo el valor más bajo con $4.43 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.



En la Figura 4.51, para la variable uso eficiente del agua, se observa que los tratamientos 24 (AN-31 + ryegrass) con $1.46 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, seguido del 16 (AN-34) con $1.44 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 19 (ryegrass) con $1.37 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y el 17 (AN-31) con $1.34 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, registraron los mayores valores, mientras que el 25 (Grado + ryegrass) obtuvo el valor más bajo con $0.90 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / 10 \text{ lts H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.



En la Figura 4.52 se observa la etapa fenológica promedio de los tratamientos, donde se observó el inicio del primer nudo en los tratamientos 13, 14, 17, 20, 21, 22 y 23, en tanto los tratamientos 19, 24 y 25, se comportaron como los más tardíos, observándose el vástago principal.



Dada la significancia encontrada en el análisis de varianza combinado (Cuadro A-5) para la interacción cortes x tratamientos, se procedió a descomponer dicha

interacción para las variables de producción (Cuadro A-5). Para forraje verde se registró un comportamiento similar de los tratamientos dentro de cada corte (T/C₁, T/C₂ y T/C₃); por otra parte, de igual forma, se registró alta significancia en el efecto de los cortes dentro del tratamiento (C/T₅) y significancia en el tratamiento (C/T₁₂).

En la producción de forraje seco (Cuadro A-6) se observaron diferencias altamente significativas en el comportamiento de los tratamientos dentro de cada corte (T/C₁, T/C₂ y T/C₃); de igual forma, se registró alta significancia en el efecto de los cortes dentro de los tratamientos 1, 3, 5, 6, 9, 11, 12 y 13, mientras que los tratamientos 4, 7 y 8 presentaron significancia.

Con respecto al grado de asociación entre las variables evaluadas, el análisis de correlación (Cuadro 4.31), el rendimiento de forraje seco estuvo positiva y significativamente con la transpiración.

Otras correlaciones importantes, son las que se encontraron entre fotosíntesis con conductancia estomatal y uso eficiente de agua, las cuales fueron altas y positivas, mientras que con transpiración se presentó correlación positiva pero baja, lo anterior nos indica que la producción de forraje seco está directamente relacionada con la actividad transpiratoria, con la conductancia estomatal y sobre todo con el uso eficiente del agua.

Cuadro 4.31. Resultados de las correlaciones entre la producción de forraje seco y los parámetros fisiotécnicos para las mezclas interespecíficas y sus componentes a través de tres cortes.

	Fotosíntesis	C. Estomatal	Transpiración	U.E.A.
Forraje seco	-0.133	-0.037	0.217 **	-0.157
Fotosíntesis		0.717 **	0.140 *	0.840 **
C. Estomatal			0.575 **	0.425 **
Transpiración				-0.220

Contrastes ortogonales en las mezclas interespecíficas.

Se realizaron contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass en cada uno de los cortes y a través de los mismos. En el primer corte (Cuadros 4.32 y 4.33), en los contrastes C-1, C-2, C-3 C-4 y C-5, los cereales en monocultivo produjeron más forraje verde y seco que sus mezclas, mientras que en el C-6, la mezcla de Grado con el ryegrass produjo más forraje verde y seco.

En cuanto a los parámetros fisiológicos, en el C-1, el monocultivo Fahad reportó mayor transpiración y conductancia estomatal; sin embargo, las mezclas presentaron mayor actividad fotosintética y eficiencia en el uso del agua. En el C-2, el monocultivo Lamb registró mayor fotosíntesis, conductancia estomatal y uso eficiente del agua que sus mezclas.

En el C-3, el monocultivo San Lucas reportó mayor actividad fotosintética, conductancia estomatal, transpiración y uso eficiente del agua que sus mezclas. En el C-4, el triticale AN-34 en monocultivo registró mayor actividad fotosintética, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua que sus mezclas.

En el C-5, el triticale AN-31 reportó mayor transpiración y uso eficiente del agua que sus mezclas; la mezcla de AN-31 con el ryegrass reportó mayores valores en fotosíntesis y conductancia estomatal que el cereal en monocultivo. En el C-6, la mezcla de Grado con el ryegrass presentó mayor actividad fotosintética, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua que el cereal en monocultivo.

Cuadro 4.32. Resultados de los contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua en el primer corte.

	F VERDE	F SECO	FOTO	T RAN	C E	UEA
CONTRASTE	C M	C M	C M	C M	C M	C M
1	441.537 **	28.825 **	0.562 ns	0.040 ns	0.021 ns	48.034 **
2	400.487 **	6.478 **	4.477 **	0.468 ns	0.002 ns	215.679 **
3	249.944 **	9.632 **	5.580 **	2.796 *	0.161 ns	13.916 **
4	4.005 **	0.696 ns	8.423 **	0.431 ns	0.017 ns	35.230 **
5	43.613 **	4.602 **	38.908 **	0.000 ns	0.001 ns	1271.583 **
6	0.360 ns	0.040 ns	23.108 **	2.905 *	0.130 ns	14.084 **

Cuadro 4.33. Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo en comparación con sus mezclas con ryegrass en el primer corte.

Contraste		Forraje Verde t/ha	Forraje Seco t/ha	FOT	TRANS	C E	UEA
1	Fahad	35.78	8.81	10.05	4.52	0.58	2.21
1	Fahad + ryegrass	24.01	6.02	10.66	4.36	0.46	2.44
2	Lamb	39.21	8.11	10.95	5.20	0.65	2.12
2	Lamb + ryegrass	22.87	6.03	9.22	5.76	0.62	1.62
3	San Lucas	31.53	6.90	11.68	5.88	0.81	2.05
3	San Lucas + ryegrass	23.28	4.37	9.75	4.52	0.48	2.18
4	AN-34	21.07	4.31	11.64	4.39	0.50	2.61
4	AN-34 + ryegrass	18.95	4.12	9.27	3.97	0.39	2.33
5	AN-31	19.93	4.10	13.49	5.84	0.67	2.41
5	AN-31 + ryegrass	14.54	2.35	18.59	5.84	0.65	3.62
6	Grado	9.31	2.44	15.08	7.40	0.87	2.07
6	Grado + ryegrass	9.80	2.60	11.15	6.01	0.58	1.94

En el segundo corte (Cuadros 4.34 y 4.35) en el C-1, la mezcla de Fahad con ryegrass produjo más forraje verde y seco, reportó mayor transpiración y conductancia estomatal que el cereal en monocultivo, en tanto este registró mayor actividad fotosintética y uso eficiente del agua. En el C-2, la mezcla de Lamb con ryegrass produjo más forraje verde y registró mayor transpiración y conductancia estomatal, en tanto que Lamb en monocultivo registró mayor producción de materia seca, actividad fotosintética y uso eficiente del agua.

En el C-3, el monocultivo San Lucas produjo más forraje verde y seco, registró mayor fotosíntesis y uso eficiente del agua que su mezcla; en cambio, la mezcla presentó

mayor transpiración y conductancia estomatal. Para el C-4, el triticale AN-34 en monocultivo produjo mas materia seca, reportó mayor actividad fotosintética y uso eficiente del agua que su mezcla, mientras que esta registró mayor producción de forraje verde y transpiración.

En el C-5, el monocultivo invernal AN-31 produjo más forraje seco, y registró mayor fotosíntesis y uso eficiente del agua que su mezcla, mientras que esta obtuvo mayor producción de forraje verde, y registró valores mayores de transpiración y conductancia estomatal.

En el C-6, el monocultivo invernal Grado produjo más materia seca, mayor actividad fotosintética y fue mejor en el uso eficiente del agua que su mezcla. La mezcla registró mayor producción de forraje verde, transpiración y conductancia estomatal.

Cuadro 4.34. Resultados de los contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua en el segundo corte.

	F VERDE	F SECO	FOTO	T RANS	C E	UEA
CONTRASTE	C M	C M	C M	C M	C M	C M
1	2.667 *	0.239 ns	5.934 **	31.781 **	0.047 ns	144.748 **
2	16.667 **	0.194 ns	8.069 **	6.703 **	0.073 ns	100.394 **
3	16.667 **	2.065 ns	13.844 **	18.431 **	0.010 ns	261.207 **
4	54.000 **	0.614 ns	4.031 **	4.239 **	0.000 ns	54.158 **
5	2.667 *	0.007 ns	2.979 **	10.627 **	0.010 ns	99.779 **
6	6.000 **	0.013 ns	0.001 ns	4.364 **	0.004 ns	5.020 **

Cuadro 4.35. Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo en comparación con sus mezclas con ryegrass en el segundo corte.

Contraste		Forraje Verde t/ha	Forraje Seco t/ha	FOT	TRANS	C E	UEA
1	Fahad	8.00	2.48	6.54	7.63	0.33	0.85
1	Fahad + ryegrass	12.00	2.73	3.56	12.23	0.51	0.30
2	Lamb	10.00	2.37	5.42	8.41	0.36	0.65
2	Lamb + ryegrass	13.33	1.02	3.76	10.52	0.58	0.37
3	San Lucas	12.67	3.14	7.39	7.40	0.39	1.00
3	San Lucas + ryegrass	10.67	1.35	4.69	10.91	0.48	0.49
4	AN-34	13.33	2.96	4.92	8.12	0.34	0.64
4	AN-34 + ryegrass	19.33	1.27	2.73	9.80	0.34	0.27
5	AN-31	24.67	6.02	4.57	6.81	0.29	0.67
5	AN-31 + ryegrass	26.00	1.43	3.16	9.47	0.38	0.33
6	Grado	14.67	3.56	4.51	9.75	0.43	0.51
6	Grado + ryegrass	16.67	1.89	4.49	11.46	0.48	0.43

En el tercer corte (Cuadros 4.36 y 4.37) en los C-1, C-2 y C-3, sólo las mezclas presentaron producción de forraje verde y seco; sin embargo, en el C-4, el triticales AN-34 en monocultivo produjo mas forraje verde y seco, y registró valores mayores que su mezcla para fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua.

En el C-5, el triticales invernal AN-31 produjo mas forraje verde, y registró mayor fotosíntesis y uso eficiente del agua que su mezcla, en tanto esta produjo más materia seca y registró mayor transpiración; con respecto a conductancia estomatal, presentó un valor similar tanto en monocultivo como en mezcla.

En el C-6, el triticales invernal Grado en monocultivo reportó mayor actividad

fotosintética, uso eficiente del agua y conductancia estomatal, mientras que su mezcla produjo más forraje verde y seco y registró mayor transpiración.

Cuadro 4.36. Resultados de los contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua en el tercer corte.

	F VERDE	F SECO	FOTO	T RANS	C E	UEA
CONTRASTE	C M	C M	C M	C M	C M	C M
1	53.044 **	2.895 *	27.056 **	56.580 **	0.167 ns	443.254 **
2	23.364 **	1.557 ns	2.477 *	2.349 *	0.004 ns	101.235 **
3	40.977 **	2.720 *	0.471 ns	0.930 ns	0.017 ns	68.803 **
4	0.068 ns	0.000 ns	91.885 **	40.773 **	0.193 ns	245.741 **
5	0.129 ns	0.270 ns	27.757 **	2.002 ns	0.022 ns	238.505 **
6	0.385 ns	0.350 ns	13.569 **	16.743 **	0.010 ns	117.044 **

Cuadro 4.37. Promedios de rendimiento de forraje verde y seco de los triticales en monocultivo en comparación con sus mezclas con ryegrass en el tercer corte.

		Forraje Verde t/ha	Forraje Seco t/ha	FOT	TRANS	C E	UEA
Contraste							
1	Fahad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	Fahad + ryegrass	5.94	1.38	4.25	6.14	0.33	0.72
2	Lamb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Lamb + ryegrass	3.95	1.02	3.85	3.75	0.15	1.03
3	San Lucas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	San Lucas + ryegrass	5.23	1.35	3.27	5.03	0.23	0.71
4	AN-34	4.67	1.25	11.32	10.77	0.61	1.06
4	AN-34 + ryegrass	6.24	1.27	5.23	8.33	0.38	0.74
5	AN-31	4.32	1.03	8.51	8.60	0.49	0.95
5	AN-31 + ryegrass	4.03	1.43	4.21	9.75	0.49	0.42
6	Grado	5.20	1.32	9.22	8.80	0.52	1.05
6	Grado + ryegrass	5.71	1.89	3.14	9.21	0.43	0.33

En los Cuadros 4.38 y 4.39, se aprecia que a través de los tres cortes, en los C-1 y C-2, Fahad y Lamb (monocultivos de hábito primaveral), produjeron más forraje verde y seco que sus mezclas; sin embargo, estas presentaron mayor actividad fotosintética, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua. En el C-3, San Lucas produjo más forraje verde y seco y registró mayor fotosíntesis; en mezcla reportó mayor transpiración y uso eficiente del agua. En el C-4, la mezcla AN-34 + ryegrass produjo más forraje verde y seco, en comparación con el cereal en monocultivo, que registró mayor fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua.

En el C-5, el monocultivo invernal AN-31 produjo más forraje verde y seco y registró mayor actividad fotosintética que su mezcla; sin embargo, esta registró mayor transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua.

En el C-6, la mezcla produjo más forraje verde y seco y registró mayor transpiración que su monocultivo, en tanto que este registró mayor fotosíntesis, conductancia estomatal y uso eficiente del agua.

Cuadro 4.38. Resultados de los contrastes ortogonales entre los monocultivos de triticale y sus mezclas con ryegrass para forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua a través de tres cortes.

	F VERDE	F SECO	FOTO	T RANS	C E	UEA
CONTRASTE	C M	C M	C M	C M	C M	C M
1	26.223 **	1.919 ns	1.373 ns	27.396 **	0.026 ns	28.278 **
2	13.680 **	0.082 ns	1.271 ns	2.566 *	0.009 ns	23.828 **
3	20.222 **	0.929 ns	5.091 **	0.305 ns	0.021 ns	1.901 **
4	10.263 **	0.297 ns	23.347 **	2.759 *	0.036 ns	93.256 **
5	3.157 **	0.325 ns	0.064 ns	2.430 *	0.001 ns	11.621 **
6	1.497 ns	0.091 ns	8.071 **	2.227 *	0.005 ns	31.405 **

Cuadro 4.39. Promedios de rendimiento de forraje verde, seco, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua de los triticales en monocultivo en comparación con sus mezclas con ryegrass a través de tres cortes.

		Forraje Verde t/ha	Forraje Seco t/ha	FOT	TRANS	C E	UEA
Contraste							
1	Fahad	14.59	3.76	5.53	4.05	0.30	1.02
1	Fahad + ryegrass	13.98	3.38	6.16	7.58	0.43	1.15
2	Lamb	16.40	3.49	5.46	4.54	0.33	0.92
2	Lamb + ryegrass	13.38	3.26	5.61	6.68	0.45	1.00
3	San Lucas	14.73	3.35	6.36	4.43	0.40	1.02
3	San Lucas + ryegrass	13.06	2.56	5.90	6.82	0.40	1.13
4	AN-34	13.03	2.84	9.29	7.76	0.48	1.44
4	AN-34 + ryegrass	14.84	2.99	5.75	7.37	0.37	1.11
5	AN-31	16.31	3.72	8.86	7.08	0.48	1.34
5	AN-31 + ryegrass	14.86	3.24	8.65	8.35	0.50	1.46
6	Grado	9.73	2.44	9.60	8.65	0.61	1.21
6	Grado + ryegrass	10.73	2.72	6.26	8.89	0.50	0.90

Contribución de los monocultivos al rendimiento de forraje seco en las mezclas
interespecíficas.

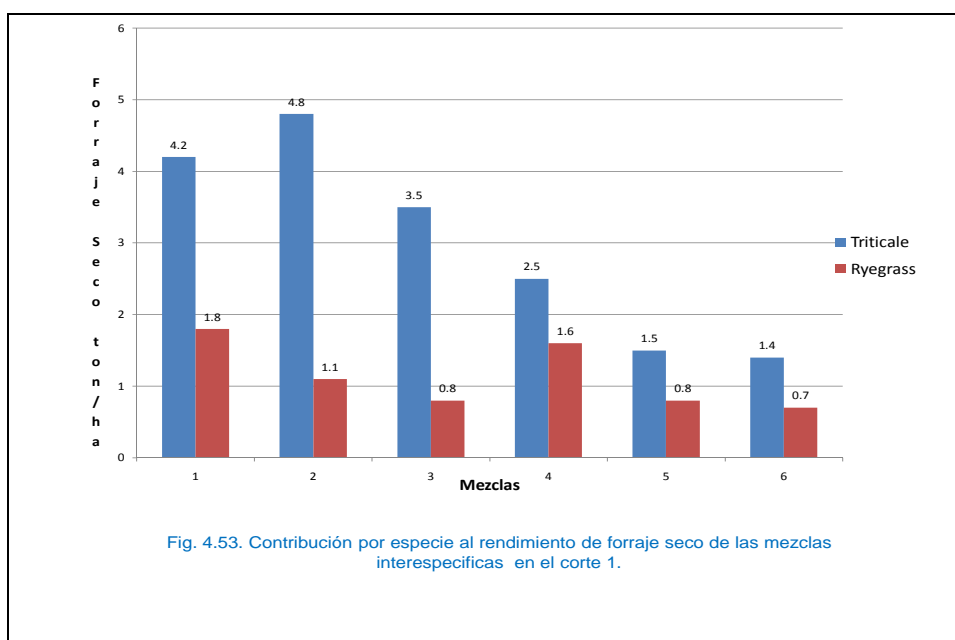
En el cuadro 4.40 se presentan los resultados de los análisis de varianza para contribución al rendimiento de forraje seco de cada especie en cada uno de los tres cortes. En el primer corte se registraron diferencias altamente significativas entre especies con respecto a su contribución al rendimiento; las mezclas registraron diferencias significativas entre ellas. No se registró diferencia estadística para la interacción especie x mezclas. En el segundo corte se registraron diferencias altamente significativas entre especies y mezclas, y diferencias significativas en la interacción especies x mezclas. En el tercer corte se registraron diferencias significativas entre especies y altamente significativas en la interacción. En este corte, no se registraron diferencias estadísticas entre mezclas.

Cuadro 4.40. Resultados de los análisis de varianza para la contribución por especie al rendimiento de forraje seco.

F. V.	G. L.	C-1	C-2	C-3
Repetición	2	4.937	0.648	0.036
Especies	1	30.068 **	54.125 **	0.617 *
Error	2	2.386	0.447	0.137
Mezclas	5	4.204 *	2.843 **	0.123 ns
Especie x Mezclas	5	2.721 ns	2.325*	1.809 **
Error	20	1.066	0.612	0.085
Total	35			
C. V.(%)		49.30	45.50	41.96

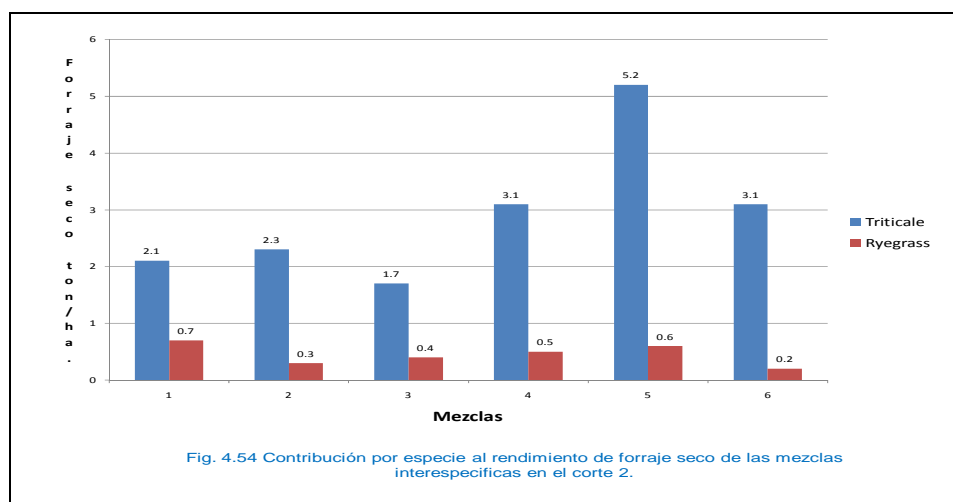
A este respecto, en la Figura 4.53 se muestra en forma gráfica la contribución de cada especie al rendimiento de forraje seco, apreciándose que las combinaciones con

triticales de hábito primaveral registraron la mayor contribución del cereal, en comparación con las mezclas integradas por triticales de hábito facultativo, y en menor proporción, las integradas por triticales de hábito invernal. Lo anterior se explica por los patrones de producción de cada hábito, que en el caso de los tipos primaverales, presentan un desarrollo más rápido que los tipos facultativos e invernales, y por lo tanto acumularon mayor cantidad de materia seca en el primer corte. Independientemente de su hábito de crecimiento, la mayor contribución al rendimiento global de las mezclas fue aportada por el componente triticale.



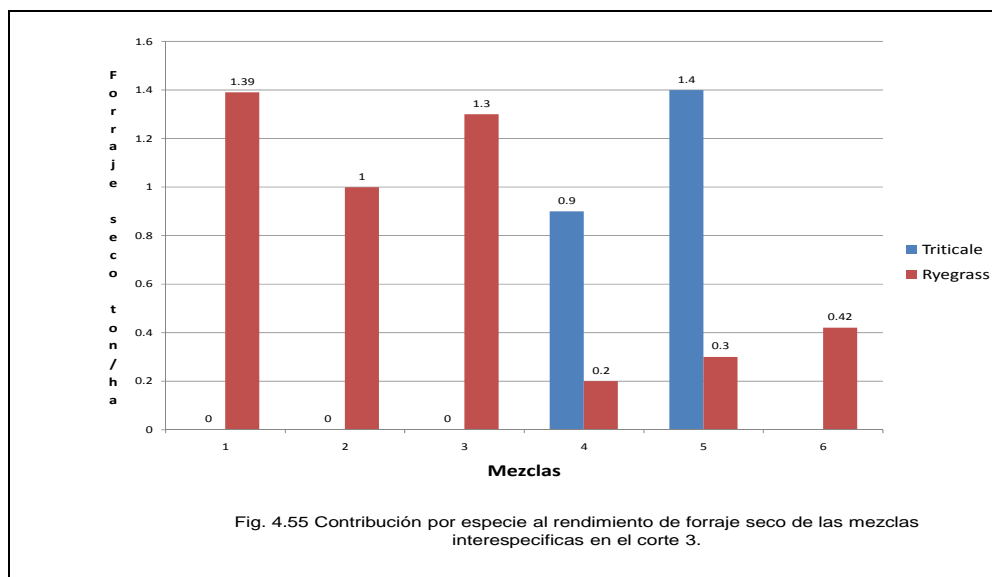
En el segundo corte (Figura 4.54), también se registró una mayor contribución de los cereales al rendimiento de forraje seco, con la diferencia de que los triticales de hábito invernal registraron la mayor contribución, seguidos por los facultativos y en menor proporción los primaverales, debido a la mayor capacidad de rebrote que exhiben los tipos invernales en comparación con los tipos facultativos y los primaverales. Al

igual que en el primer corte, la mayor contribución al rendimiento global de las mezclas fue aportada por el componente triticale. El componente ryegrass registró en promedio una menor producción en las mezclas que en el primer corte, debido posiblemente a su menor capacidad de acumulación de biomasa en condiciones de baja temperatura, como las que imperaron durante el período de 1º a 2º corte en la localidad de estudio (Figura 1A).



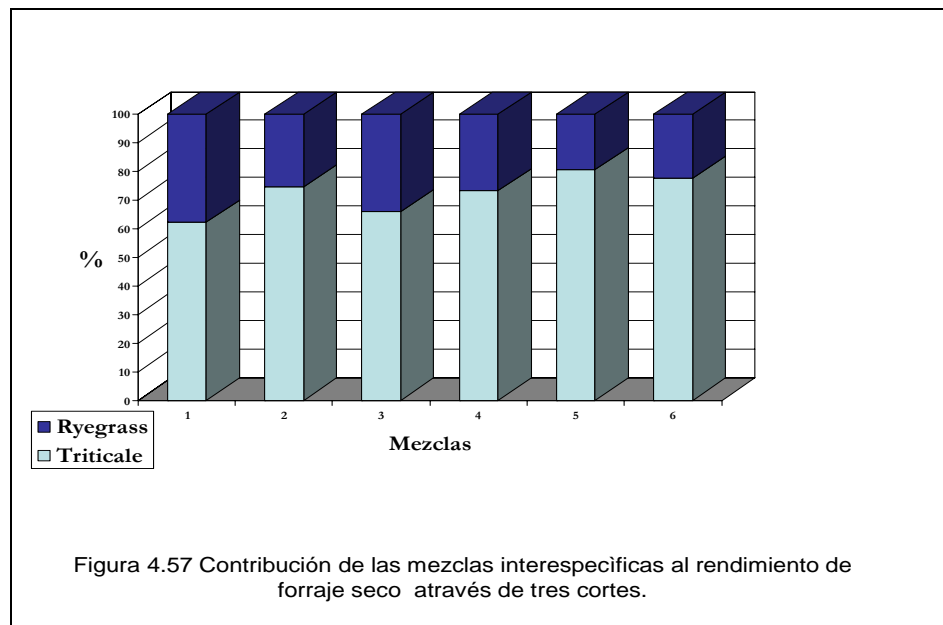
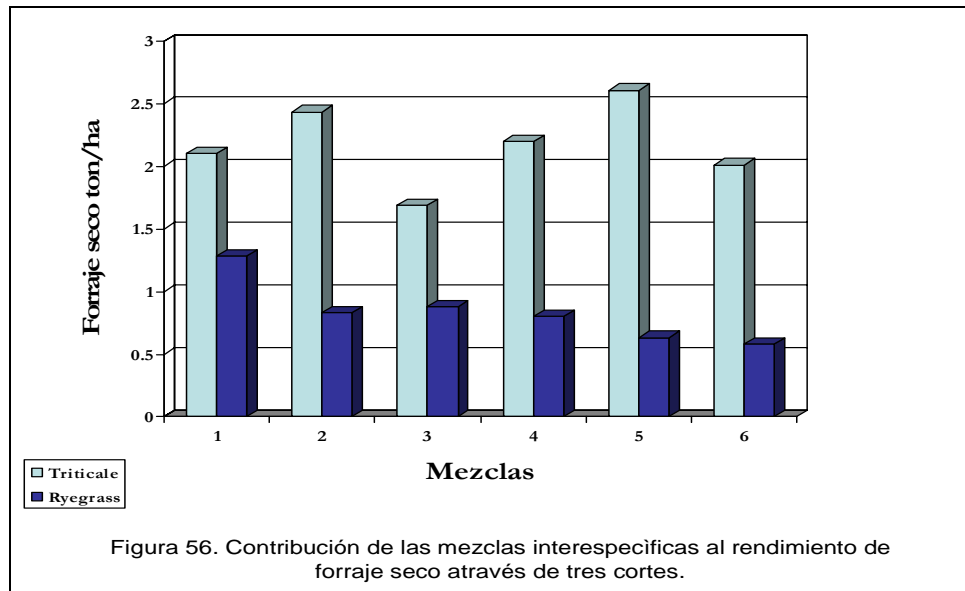
En el tercer corte (Figura 4.55), no se registró contribución alguna del componente cereal al rendimiento de forraje de las mezclas que incluyeron los triticales de hábito primaveral y facultativo, debido a la baja capacidad de rebrote de los tipos mencionados y también al efecto de los cortes sucesivos. Asimismo, la mayor contribución del componente cereal se registró en las mezclas que incluyeron triticales invernales (5 y 6), y en menor proporción, en la mezcla 4, que incluyó un triticale facultativo intermedio (AN-34). En el caso de las mezclas 1, 2 y 3, que incluyeron triticales primaverales y facultativos, se registró en este corte un efecto de relevo

completo del componente ryegrass por el componente triticale. En forma similar a los dos cortes anteriores, el componente ryegrass registró el menor porcentaje de contribución al rendimiento total de las mezclas.



En la figura 4.56 se presenta la contribución promedio de forraje seco de cada uno de los componentes a través de los tres cortes en las 6 mezclas evaluadas, donde en la mezcla 1, el triticale Fahad contribuyó con un 62.1 % y el ryegrass con un 37.9% al rendimiento global de la mezcla. En la mezcla 2, el triticale Lamb contribuyó con un 74.6 % y el ryegrass con un 25.4%. En la mezcla 3, el triticale San Lucas contribuyó con un 75.6% y el ryegrass con un 24.4% al rendimiento global. En la mezcla 4, AN-34 contribuyó con un 73.3% y el ryegrass con un 26.7% al rendimiento global. En la mezcla 5, AN-31 contribuyó con un 80.4% y el ryegrass con un 19.6% al rendimiento

global. Finalmente, en la mezcla 6, el triticale Grado contribuyó con un 77.5% y el ryegrass con un 22.5% al rendimiento global. En promedio de todas las mezclas, el componente triticale contribuyó con un 73.9% y el componente ryegrass con un 26.1% al rendimiento global de las mezclas interespecíficas evaluadas.



IV. RESUMEN

En el norte de nuestro país el triticale se cultiva para la alimentación animal, debido a que tiene un mejor comportamiento en el invierno, comparado con otros cereales cultivados en la región. Por esta razón el triticale se ha extendido en los últimos años, tanto como forraje verde, ensilaje y heno, por consiguiente su uso se ha venido aumentando sistemáticamente en base a cultivarlo solo o en combinación-

Esta investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el invierno de 1995-1996. Utilizándose seis triticales de diferente hábito de crecimiento: primaverales, facultativos e invernales y un pasto ryegrass variedad Dorado solos y en mezclas binarias posibles.

Los principales objetivos de este estudio fue determinar los patrones de producción de forraje verde y seco de las mezclas y sus componentes, así como determinar los parámetros fisiotécnicos, como fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente de agua.

Los materiales fueron establecidos en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones; en los resultados existieron diferencias tanto en la producción de forraje verde y seco, determinando que el mejor patrón de producción fue el triticale invernal AN-31 y solo o en combinación con con los primaverales y facultativos para forraje verde y seco obteniendo mayor producción de biomasa, superando en

forma significativa a las mezclas

de triticales con el testigo ryegrass, para las mezclas intra e interespecíficas, mezclas intraespecíficas y sus componentes y mezclas interespecíficas y sus componentes.

Sin embargo cuando se evalúan las mezclas interespecíficas y sus componentes en transpiración, conductancia estomacal y uso eficiente de agua el invernial Grado nuevamente predomina, solo que en este caso en mezcla con el testigo ryegrass, excepto en fotosíntesis fue mas eficiente en mezcla con el facultativo AN-34.

En base a estos resultados se confirman las hipótesis planteadas en este estudio, donde los triticales de diferente hábito de crecimiento producen mayor cantidad de forraje en mezclas, así mismo que los triticales de diferente hábito de crecimiento poseen mayor actividad fotosintética, transpiración, conductancia estomacal y uso eficiente de agua que sus componentes solos.

Referente a los parámetros fisiotécnicos como fotosíntesis, transpiración, conductancia estomacal y uso eficiente de agua dentro de las mezclas intra e interespecíficas y mezclas intraespecíficas y sus componentes el mejor patrón de producción fue el invernial Grado solo ó en mezcla con triticales primaverales y facultativos.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los monocultivos evaluados en este experimento exhibieron patrones y potencial de producción diferentes, los cuales dependieron primordialmente de su hábito de crecimiento.
- Estas diferencias entre los monocultivos influenciaron asimismo el comportamiento productivo de las mezclas binarias formadas con los diferentes genotipos a través de los cortes sucesivos, ya que el potencial productivo de las mismas dependió principalmente del hábito de crecimiento de sus componentes.
- El efecto de los cortes sucesivos afectó significativa y negativamente la producción de forraje a través del ciclo; sin embargo, los diferentes tratamientos respondieron diferencialmente a los cortes; los monocultivos de hábito invernal y las mezclas que incluyeron algún componente de este tipo, presentaron un comportamiento de producción más uniforme a través del ciclo.

- En forma general, en las combinaciones intraespecíficas, las mezclas produjeron más forraje seco que sus monocultivos. Esta superioridad fue mayor cuando el hábito de crecimiento del monocultivo a comparación era más tardío. Un patrón similar se registró en las mezclas interespecíficas.
- En las mezclas interespecíficas, se observó un efecto de relevo del componente ryegrass al avanzar los cortes. Este patrón fue más evidente en las combinaciones que incluyeron cereales de hábito más precoz ó primaveral.
- El porcentaje de contribución del ryegrass al rendimiento en las mezclas interespecíficas fue influenciado por el hábito de crecimiento del componente cereal; a mayor precocidad de éste, se registró una menor contribución del ryegrass.
- En forma general, en las variables fisiológicas, sólo la transpiración estuvo asociada positiva y significativamente al rendimiento de forraje seco.
- La utilización de mezclas intra ó interespecíficas de especies anuales de invierno para la producción de forraje es una alternativa para aumentar y además uniformizar la producción a través del ciclo de cultivo; sin embargo, es fundamental la selección de los monocultivos componentes, así como la proporción entre ellos. Por otra parte, dependerá de las necesidades de los productores de acuerdo al tipo de explotación predominante y de los estándares de calidad del forraje requerido.

BIBLIOGRAFÍA

- Adedeji, E. O. 1984. The Effects of temperature, soil water potential, irradiance and their interactions on CO₂. Jour. Exp. Bot. 35:1252-1259.
- Andrews, D.J. y A.H. Kassan. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: Papendick, R.I., P.A. Sanchez, y G.B. triplett (Eds). Multiple cropping. ASA Spec. Publ. No. 27:1-10. USA.
- Bar-Tsur, A., Rudich, J. and Bravdo, B. 1985. Photosynthesis, Transpiration and stomatal resistance to gas exchange in tomato plants under high temperatures. J. Hortic. Sci. Ashford: Headley Brothers ltd. vol. 60 (3) p 4005-4010. USA.
- Ball, D.M., C.S. Hoveland y G. D. Lacefield. 1991. Southern forages. Potash and Phosphate Institute (PPI). Foundation of Agronomic Research. Georgia, 256 p. USA.
- Beadle, C.L., S.P. Long, S.K. Imbomba, D.O. Hall and R. Olembo. 1980. Photosynthesis in relation to plant production in terrestrial ecosystems. Tycooly International, Oxford. University Press. USA.
- Brown, A. R. and A. Almodares. 1976. Quantity and Quality of triticale forage compared to other small grains. Agron. J. 68:264-266. USA.
- Buck, D.C., R.D. Cohen and D.A. Christensen. 1989. Effects of various plant growth regulators on the nutritive value and yield of some grass species, red clover and grass-legume mixtures. Can J. plant Sci. 69:465-480.
- Burnat, G. 1986. Observations on organic carbon accumulation in triticale, triticum aestivum and cerealesecale. Inst. Agron. 21:49-53. Timisoara, Romania.
- Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, 464 p. Uruguay.
- Coombs, J., O. Hall, S.P. Long and J.M.O. Scurlock. 1988. Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad segunda edición. Editorial Futura S.A. 151 p. México. D.F.
- Crosbie, T. M., R. B. Pearce 1982. Effects of Recurrent Phenotypic Selection for High and low Photosynthesis on Agronomic Traits in two Maize Populations Crop Sci. 22:809-813.

- Chugunova, et al. 1990. Some production and photosynthetic characteristics of triticale. *Fiziologiya Rostenni* 37(4) 659-667. Moscow, USSR.
- De la Rosa, I. M. 1987, *Apuntes de fisiología Vegetal*. 22pp UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Donald, C. M. 1958. The interaction of competition for light and for nutrients. *Aust. Journal Agric. Res.* 9:421-435.
- Doraiswamy, P.C. and D.R. Thompson. 1982. A crop moisture stress index for large areas and its application in the prediction of spring wheat phenology. *agricultural meteorology*. 27:1-15.
- Gaffron, H. 1974. *Fotosíntesis*. C.E.C.S.A. pp 5-10, 14-15. México.
- García, E. 1978. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*.
- Ghawas, E.A. 1985. *Análisis of components of plant yield variation in maize*. maize abstracts 1(1): 16
- Gil, G., F.J. 1980. *Metodología para la identificación y evaluación de sistemas de producción con base en asociaciones de cultivos*. En J. Servat, y A. Pinchinat-(Eds). *Caribbean Seminar of Farming Systems Research Metodology*. May 4-8. Pointe a pitre, Guadeloupe.
- González, P.,J.L. 1980. *Interacción de plantas en cultivos múltiples*. Seminario Técnico No.29 CAECCIAGOC-SARH-INIA, México.
- Grime, Ph. 1982. *Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación*. Ed. Limusa. USDA. 297p. USA.
- Haferkamp, M.R. 1987. *Environmental factors affecting plant productivity*. In. R.S. White and R.E. Short (Eds) *Achieving Efficient use of Rangeland Resource*. Miles, city Mt.
- Hellewell, K.B., D.C. Rasmusson and M. Gallo-Meagher, 2000. *Enhancing Yield of Semidward Barley*. *Crop sci.* 40:352-357
- Harper, J.L. 1964. *The individual in the population* *J. Ecol.* 52:149-158.
- Haynes, R.J. 1980. *Competitive aspects of the grass-legume association*. *Adv. Agron.* 33:227-261. USA.
- Hsiao, et al. 1976. *Water Stress and Dinamic of Growth and Yield of crop*. *Plants: in Ecological Studies* 19. Springer Verlag New York Heidelberg Berling.
- Jacoby, P.W. 1989. *A glossary of terms used in Range Management*. Society for Range Management USA. 530p.

- Kim, H.S., G.L. Hartman, J.B. Manandhar, G.L. Graef, J.R. Steadman and B.W. Diers. 2000 Reaction of soybean cultivars to sclerotinia stem rot in field, greenhouse, and laboratory evaluations. *Crop sci*, 40:665-669.
- Kramer, J. P. 1974. *Relaciones Hídricas del suelo y Planta*. Edutex. S.A. México 538pp.
- Lépiz, Y., R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. Folleto Técnico No. 58. INIA-SAG-México.
- Lozano del Río, A.J. 1992. Reporte interno del programa de cereales de la U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mack, R., and Harper, J.L. 1977. Interference in dune annuals. Spatial pattern and neighborhood effects. *J. Ecol.* 65:345-363.
- Mallarino, A.P. and W.F. Wendin. 1990. Effect of species and proportion of legume on herbage yield and nitrogen concentration of legume-grass mixtures. *Grass and Forage Sci.* 45:393-402.
- Malezewski et al. 1992. Carbon dioxide exchange and growth of triticale. *Plant Physiology and Biochemistry* 30(5), 511-515. Bralystok, Poland.
- Menzi, H., Blum and J. Nosberger. 1991. Relationship between climatic factors and the dry matter production of swards of different composition at two altitudes. *Grass and Forage Science* 46:223-230.
- Miller, E.V. 1967. *Fisiología vegetal*. Ed. U.T.E.H.A. 71-76 p México.
- Miller, D.A. 1984. *Forage crops*. Ed. Mc Graw Hill. New York, 530 p. USA.
- Morant et al. 1989. Effect of osmotic stress on transpiration and absorption rates in triticale and parental species. *Biologia Plantarum* 31(4) 241-246. Francia.
- Pearce, B.D., R.I. Grange. And K Hardwick. 1993. The growth of young tomato fruit. Effect of temperatura and irradiance on fruit grown under controlled environments. *Journal of horticultural science* 68(1): 1-11.
- Russildi, G.M.C. 1981. *Diferentes vías fotosintéticas de las plantas y sus implicaciones en la alimentación de herbívoros*. Tesis Facultad de agronomía de la U.A.N.L., Monterrey, Nuevo León, México.
- Silvertown, W.J. 1982. *Introduction to plant population ecology*. First published. Ed. Logman, London 209p.
- Trenbath, B.R. 1976. Models and Interpretation of mixture experiments. Wilson, J. (Ed) In: *lant relations in pastures*. 145-162p.

- Turkington, R.A., P.B. Cavers and L.W. Aarssen. 1977. Neighbor relationships in grass-legume communities: 1 interespecific contacts in four grass land communities near London, Ontario. *Can. J. Bot.*, 55:11.
- Ville, A. C. 1974. *Biología*. Sexta Edicion Ed. Interamericana. México D.F.
- Wolledge, J.,V. Tewson and I.A. Davison. 1990. Growth of grass/clover mixtures during winter. *Grass and Forage Science*. 45:191-202.
- Woolfolk, J.,P.D. Sears y S.H. Work. 1975. *Manejo de pasturas*. Ed. Hemisferio Sur. 220 p. Buenos Aires, Argentina.
- Zadoks JC, TT Chang, CF Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Eucarpia Bulletin* 7: 42-52.

APENDICE

Cuadro A-1 Resultados de la descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en la producción de forraje verde.

F.V.	G.L.	C.M.
T/C1	24	23.517 **
T/C2	24	63.223 **
T/C3	24	10.230 **
C/T1	48	13.642 **
C/T2	48	23.622 **
C/T3	48	17.326 **
C/T4	48	15.399**
C/T5	48	15.457 **
C/T6	48	12.523 **
C/T7	48	17.058 **
C/T8	48	13.738 **
C/T9	48	17.256 **
C/T10	48	14.915 **
C/T11	48	34.059 **
C/T12	48	34.183 **
C/T13	48	18.737 **
C/T14	48	15.999 **
C/T15	48	15.843 **
C/T16	48	13.213 **
C/T17	48	38.863 **
C/T18	48	14.435 **
C/T19	48	9.865 **
C/T20	48	12.241 **
C/T21	48	14.297 **
C/T22	48	8.564 **
C/T23	48	25.096 **
C/T24	48	42.384 **
C/T25	48	19.009 **
EE	144	0.325

Cuadro A-2. Resultados de la descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas intra e interespecíficas y sus componentes en la producción de forraje seco.

F.V.	G.L.	C.M.
T/C1	24	0.160 NS
T/C2	24	80.851 **
T/C3	24	0.501 NS
C/T1	48	0.993 NS
C/T2	48	4.736 **
C/T3	48	2.473 **
C/T4	48	1.702 **
C/T5	48	1.032 NS
C/T6	48	1.335 NS
C/T7	48	2.147 **
C/T8	48	1.415 NS
C/T9	48	2.376 **
C/T10	48	2.075 **
C/T11	48	18.569 **
C/T12	48	3.311 **
C/T13	48	2.381 **
C/T14	48	0.684 NS
C/T15	48	1.716 **
C/T16	48	1.610 **
C/T17	48	28.214 **
C/T18	48	3.880 **
C/T19	48	1.120 NS
C/T20	48	1.201 NS
C/T21	48	1.752 *
C/T22	48	0.614 NS
C/T23	48	4.820 *
C/T24	48	22.662 *
C/T25	48	5.371 *
EE	144	0.882

Cuadro A-3. Resultados de la descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en la producción de forraje verde.

F.V.	G.L.	C.M.
T/C1	17	8.853 NS
T/C2	17	20.634 NS
T/C3	17	7.567 NS
C/T1	34	14.246 NS
C/T2	34	23.299 NS
C/T3	34	19.936 NS
C/T4	34	15.099 NS
C/T5	34	14.779 NS
C/T6	34	14.229 NS
C/T7	34	18.427 NS
C/T8	34	15.477 NS
C/T9	34	18.024 NS
C/T10	34	16.023 NS
C/T11	34	30.986 *
C/T12	34	25.737 NS
C/T13	34	17.312 NS
C/T14	34	13.424 NS
C/T15	34	13.511 NS
C/T16	34	16.699 NS
C/T17	34	33.653 *
C/T18	34	13.929 NS
EE	102	18.885

Cuadro A-4. Resultados de la descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas intraespecíficas y sus componentes en la producción de forraje seco.

F.V.	G.L.	C.M.
T/C1	17	13.298 **
T/C2	17	24.450 **
T/C3	17	7.704 **
C/T1	34	0.953 NS
C/T2	34	4.270 **
C/T3	34	2.642 **
C/T4	34	1.407 NS
C/T5	34	0.919 NS
C/T6	34	1.179 NS
C/T7	34	1.739 *
C/T8	34	1.331 NS
C/T9	34	1.893 *
C/T10	34	1.700 *
C/T11	34	11.502 **
C/T12	34	6.449 **
C/T13	34	2.295 **
C/T14	34	0.550 NS
C/T15	34	1.310 NS
C/T16	34	1.411 NS
C/T17	34	19.317 **
C/T18	34	4.118 **
EE	102	0.936

Cuadro A-5. Resultados de la descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas interespecíficas y sus componentes en la producción de forraje verde.

F.V.	G.L.	C.M.
T/C1	12	14.971 NS
T/C2	12	30.614 NS
T/C3	12	10.270 NS
C/T1	24	22.807 NS
C/T2	24	17.564 NS
C/T3	24	17.703 NS
C/T4	24	18.468 NS
C/T5	24	44.354 **
C/T6	24	18.316 NS
C/T7	24	11.444 NS
C/T8	24	19.134 NS
C/T9	24	20.665 NS
C/T10	24	15.708 NS
C/T11	24	30.799 NS
C/T12	24	42.838 *
C/T13	24	26.365 NS
EE	72	20.970

Cuadro A-6. Resultados de la descomposición de la interacción cortes x tratamientos de las mezclas interespecíficas y sus componentes en la producción de forraje seco.

F.V.	G.L.	C.M.
T/C1	12	21.998 **
T/C2	12	36.613 **
T/C3	12	5.648 **
C/T1	24	3.102 **
C/T2	24	0.714 NS
C/T3	24	1.728 **
C/T4	24	1.818 *
C/T5	24	25.800 **
C/T6	24	5.529 **
C/T7	24	1.498 *
C/T8	24	1.565 *
C/T9	24	2.323 **
C/T10	24	1.136 NS
C/T11	24	4.593 **
C/T12	24	16.359 **
C/T13	24	8.862 **
EE	72	0.746

