

EVALUACION DE PLANTAS ARBOREAS ASOCIADAS CON PASTOS PARA SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA REGION CENTRAL DE NAYARIT

A. Ramos-Quirarte, A. Aguirre, R.F. Medina, L.F. López y U.F.J. Camarillo

Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera de Tepic a Compostela, km 9. Xalisco. Nayarit, México
email: antonio@nayar.uan.mx

RESUMEN

Se evaluó la utilización agronómica de dos especies de pastos, insurgente (*Brachiaria brizantha*), estrella africana (*Cynodon plectostachyus* Pilger) asociados con cuatro especies arbóreas, de ellas, tres leguminosas, *Leucaena leucocephala* (guaje), *Leucaena lanceolata* Wats. (guajillo) y *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. (huanacastle) y una especie de la familia morácea, *Brosimum alicastrum* Sw. (capomo). Se usó un diseño experimental de parcelas divididas con bloques completos al azar, con cuatro réplicas, donde la parcela principal era la especie de gramíneas (dos especies de gramíneas) y la sub-parcela las cuatro especies arbóreas. El período experimental fue de 116 días, entre julio y noviembre dentro de un ciclo anual de producción de forraje.

Los resultados mostraron diferencias en las especies arbóreas como en las especies de pastos, con diferencias significativas ($P<0.05$) en altura, engrosamiento, número de ramas, número de hojas, altura a la primera rama y producción de MS, en lo que fueron superiores en la mayoría de las variables el guaje y el guajillo entre las especies arbóreas y en los pastos destacó el insurgente. El rendimiento en MS del capomo fue el menor, en comparación con el guaje, el guajillo y el huanacastle.

Se sugiere el uso de la asociación de guaje y guajillo con pasto insurgente en sistemas silvopastoriles a desarrollar en Nayarit Central, así como continuar en la evaluación de estos sistemas.

Palabras claves: sistemas silvopastoriles, árboles forrajeros, pastos, Nayarit

Título corto: Sistemas silvopastoriles en Nayarit Central

AN EVALUATION OF TREES ASSOCIATED TO GRASSLANDS FOR SILVOPASTORIL PURPOSES IN MIDDLE NAYARIT

SUMMARY

An evaluation from the point of view of agronomy was conducted in two pasture species, insurgente (*Brachiaria brizantha*) and African star (*Cynodon plectostachyus* Pilger) associated to four tree species, where three of them were legumes, *Leucaena leucocephala* (guaje), *Leucaena lanceolata* Wats. (guajillo) and *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. (huanacastle) and one species of the moraceae family, *Brosimum alicastrum* Sw. (capomo). A split-plot design was employed in an at random block arrangement with four replications, where the main plot was the grass species (two herbages) and the sub-plot consisted of the four tree species. The experimental period length was of 116 days from July to November, within the annual cycle of forage production.

Results showed differences among the tree species and between both herbage species, presenting significant ($P<0.05$) differences in height, stalk diameter, number of branches, number of leaves, height of the first branch and DM production, being better guaje and guajillo than the other trees in the majority of evaluated variables, whereas insurgente grass was better than the other herbage. Capomo DM yield was the lesser, as compared to that of the others, guaje, guajillo and huanacastle.

The use of guaje and guajillo trees in association with insurgente grass is suggested in silvopastoril systems to be developed in Middle Nayarit.

Key words: silvopastoril systems, forage trees, pastures, Nayarit

Short title: Silvopastoril systems in Middle Nayarit

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana demanda mayor producción de alimentos, lo que implica buscar alternativas que permitan una elevada producción agrícola y pecuaria para

satisfacer las necesidades alimentarias. Sin embargo, el compromiso de utilizar eficientemente los recursos naturales

sin olvidar que conservar el ambiente, restituir la fertilidad del suelo y evitar su erosión, son aspectos importantes para lograr una producción sostenida de los recursos naturales (Preston y Murgueitio 1992).

En México, la sequía durante el verano puede afectar más del 80% de la superficie cultivada, incluyendo las áreas tropicales donde la precipitación pluvial total es mayor a 1 000 mm (Mosiño y García 1968). En las zonas tropicales, la sequía es causada por la distribución irregular de las lluvias y se acentúa en suelos con baja capacidad de retención de humedad (Fischer et al 1984), a lo que hay que agregar los largos periodos de estiaje que con frecuencia alcanzan 8 meses de duración y en consecuencia disminuyen las reservas de alimento para la actividad ganadera.

En Nayarit los climas predominantes son Aw1(w), Aw2(w) y (A)C(w2)(w), que se caracterizan por abundantes lluvias durante el verano, ocurriendo éstas desde la segunda quincena de junio hasta la primera de octubre, sin que exista precipitación importante el resto del año, por lo que se tiene un periodo de estiaje de una duración que oscila entre seis y ocho meses.

Un diagnóstico llevado a cabo por Jordán et al (1998) sobre el estado de la producción de ganado vacuno en Nayarit, ratificó la producción cíclica de los pastos y forrajes y así, consecuentemente, el efecto nocivo que esto ocasiona en la producción de bovinos en el trópico seco, al no disponer de una base alimentaria adecuada en la época de sequía. Se corroboró que durante la temporada de lluvias (julio-octubre), la producción de los pastos y forrajes son suficientes para lograr ganancias de peso vivo, producción de leche y parámetros reproductivos aceptables. Sin embargo a medida que avanza la sequía, los pastos y forrajes disminuyen notablemente su velocidad de crecimiento y calidad de su biomasa, lo que origina que los animales disminuyan progresivamente su ganancia de peso hasta llegar, incluso, a la pérdida de peso y en caso extremo hasta la muerte. Esto obliga a buscar sistemas eficientes de pastoreo (SAGARPA 2004).

Es muy importante trabajar en programas de pastoreo intensivo, uso de bancos de proteína, uso de leguminosas, producción de forrajes inducidos y aumentar la producción de semillas de especies de gramíneas y leguminosas (Ramos Quirarte 2007a,b).

Los primeros trabajos de investigación relacionados con los empleos de los sistemas silvopastoriles para la producción agropecuaria comenzaron a publicarse a fines del siglo 20 (Preston y Murgueitio 1992; Nair 1993; Hernández et al 1998; Murgueitio et al 1999; Ruiz y Febles 1999). Los primeros investigadores que trabajaron en las Antillas con la *Leucaena leucocephala* como árbol multipropósito fueron probablemente Ruiz y Febles (1987). En Nayarit existen algunos antecedentes relacionados con este mismo tema (López 2004; Ramos Quirarte et al 2007a,b).

Un análisis de todo lo anteriormente planteado indica que una alternativa viable para incrementar la productividad de los pastizales es fomentar los sistemas silvopastoriles y no sólo trabajar con las especies forrajeras más utilizadas sino también mejorar la composición del ecosistema con especies arbóreas adaptadas y resistentes a condiciones locales, lo que conduce a mejorar la composición del pastizal y también

proporcionan mayor volumen de masa verde y valor nutritivo, además de introducir la sombra en los potreros al tiempo que se incorporan un número de nutrientes importantes al suelo que ayudarían a mejorar las características y la composición de los pastizales en el Estado mexicano de Nayarit.

Al considerar que existen diferencias en el establecimiento y adaptación de especies arbóreas cuando se asocian con diferentes pastos para sistemas silvopastoriles en la ganadería de la zona central de Nayarit, el objetivo del presente estudio fue identificar, seleccionar y evaluar árboles asociados a gramíneas con potencialidad para su explotación en sistemas silvopastoriles.

MATERIALES Y METODOS

Localización

Este experimento se desarrolló en el periodo comprendido entre julio y noviembre, en los terrenos de la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit (latitud norte, 21°26'; longitud oeste, 104°55'), en el kilómetro 9 de la carretera Tepic-Compostela, en el Municipio de Xalisco, Nayarit.

Características edafoclimáticas

El clima para el Municipio de Xalisco, Nayarit, es (A)C(1) que corresponde al semicálido y subhúmedo (García 1983). El régimen térmico medio anual varía de 20 a 22°C. Los meses más cálidos son junio, julio, agosto y septiembre, con temperaturas medias de 23 a 24°C y los meses más fríos son diciembre y enero, con temperatura media de 16 a 17°C. El régimen pluviométrico es mayor a 1 300 mm anuales. Julio es el mes de máxima precipitación (370 a 380 mm) y mayo es el de menos precipitación (<30 mm) según Medina-Torres (1995). El suelo es de textura ligera (arenas francas) y con material basal llamada piedra pómez (JAL), con un pH de 5.7, considerándose ligeramente ácido (INEGI 2000).

Procedimiento agronómico

Se seleccionaron las especies mejores que resultaron de la siembra en vivero. Las gramíneas evaluadas fueron el pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*), y el pasto estrella (*Cinodon plectostachyus* Pilger), mientras que los árboles leguminosos fueron huanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), guajillo (*Leucaena glauca*) y guaje (*Leucaena leucocephala*), más una morácea, el capomo (*Brosimum alicastrum*).

Después que las plantas alcanzaron una altura conveniente para trasplante, según la especie, se procedió a plantar en campo utilizando un diseño experimental de parcelas divididas con bloques completos al azar, con cuatro réplicas, donde la parcela principal fue la especie de gramíneas (dos especies de gramíneas) y la sub-parcela la especie arbórea.

El arreglo espacial de la siembra fue de un metro entre plantas y tres metros entre hileras, dejando tres metros de ancho en la periferia de todos los bloques. Para el diseño se utilizaron 640 árboles en un área total de 3 009 metros cuadrados, utilizando el espacio entre las hileras de los árboles para sembrar las especies de gramíneas. Más detalles sobre la agronomía de las especies examinadas aparece en un trabajo anteriormente hecho (Ramos Quirarte et al 2007a).

Las variables a considerar y la frecuencia de mediciones se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Variables a considerar y frecuencia de mediciones en árboles y pastizal

Medida	Frecuencia
En árboles	
Altura total	Semanal
Altura de primera rama	Semanal
Número de ramas	Mensual
Número de hojas	Mensual
Diámetro o grosor	Mensual
En gramíneas	
Altura	Semanal
Población	Mensual

El período experimental fue de 116 días, entre julio y noviembre dentro de un ciclo anual de producción de forraje.

En el pastizal se tomaron muestras representativas para estimar la producción de forraje seco. La determinación de la concentración de MS se hizo mediante procedimientos reconocidos (AOAC 1995).

Diseño experimental

El diseño de parcela dividida que se utilizó en el experimento fue manipulado siguiendo el modelo que se presenta a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + \varepsilon_{ij} + S_k + (TS)_{jk} + e_{ijk}$$

Los detalles del modelo se pueden apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción del modelo

Item	Detalle
Y_{ijk}	Respuesta observada para el j-ésimo tratamiento y el k-ésimo subtratamiento en el i-ésimo bloque
μ	Efecto medio general
B_i	Efecto del i-ésimo bloque
T_j	Efecto del j-ésimo tratamiento
ε_{ij}	Error aleatorio en la parcela grande
S_k	Efecto del k-ésimo subtratamiento
$(TS)_{jk}$	Efecto de la interacción entre el j-ésimo tratamiento y el k-ésimo subtratamiento
e_{ijk}	Error aleatorio en la parcela chica

Los resultados de las variables estudiadas en campo se procesaron con el paquete Statview SE + Graphic para computadora del tipo McIntosh. Sobre este particular, se realizó un análisis de la varianza de acuerdo con un diseño experimental de parcelas divididas (Snedecor y Cochran 1989), para determinar el efecto del zacate (parcela principal) y las plantas arbóreas (parcelas chicas o subparcelas).

Cuando la técnica del análisis de varianza mostró efecto significativo ($P < 0.05$) de tratamiento, se procedió a la separación de medias mediante la prueba de rango múltiple de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3 se muestran las características agronómicas de las cuatro especies arbóreas, todas leguminosas, en asociación con *Brachiaria* y *Cynodon*. A los resultados expuestos en esta tabla 3 no se les aplicó análisis de varianza porque sirvieron de referencia para las variables de crecimiento y engrosamiento de las especies arbóreas. Por otra parte, se puede apreciar que existieron diferencias numéricas en estas especies al momento del trasplante así como a los 116 días después en las medidas de altura y diámetro del tronco principal, destacando con un mejor desarrollo el guajillo y el guaje.

Tabla 3. Características agronómicas de especies arbóreas en asociación con dos gramíneas en Nayarit Central

	Altura, cm		Diámetro, cm	
	23/07 ¹	15/11	23/07 ¹	15/11
Brachiaria brizantha²				
1. Huanacastle	33.15	108.43	0.2212	2.0458
2. Guajillo	34.05	188.37	0.1558	1.9666
3. Capomo	16.29	29.13	0.1380	0.5775
4. Guaje	31.27	159.96	0.1507	1.8842
Cynodon plectostachyus²				
5. Huanacastle	34.12	98.63	0.1924	2.0033
6. Guajillo	23.21	181.83	0.1127	2.0944
7. Capomo	15.85	30.40	0.1168	0.5483
8. Guaje	26.90	178.87	0.1326	2.5375

¹ Momento del trasplante

² Gramíneas, mientras que del 1 al 8 son las leguminosas y morácea identificadas

La tabla 4 presenta los resultados correspondientes al crecimiento y engrosamiento de los cuatro tipos de árboles leguminosos evaluados en el sistema silvopastoril.

Tabla 4. Crecimiento y engrosamiento de los árboles (en cm)

Tratamiento	Altura	Grosor
Brachiaria brizantha		
B1 ¹	75.27 ^{ab}	1.82 ^a
B2	154.32 ^a	1.81 ^a
B3	12.81 ^b	0.43 ^b
B4	128.69 ^a	1.70 ^a
Cynodon plectostachyus		
C5	64.52 ^{ab}	1.80 ^a
C6	158.62 ^a	1.98 ^a
C7	14.56 ^b	0.43 ^b
C8	151.97 ^a	2.40 ^a
P en gramíneas	0.689	0.0611
P en leguminosas	0.0001	0.0001
P de la interacción	0.7552	0.0799

¹ Árboles leguminosos o morácea identificados del 1 al 8, mientras que B y C expresan *Brachiaria* y *Cynodon*. Para detalles, ver tabla 3

^{ab} Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente ($P < 0.05$) entre sí

Se puede apreciar que para la variable crecimiento de las plantas, se presentaron mayor crecimiento de la planta y este crecimiento fue igual para las tres. Aquí mismo se ve que el capomo resultó inferior, aunque igual al huanacastle. No se presentó efecto significativo ($P>0.05$) para los zacates ni para la interacción de los dos factores.

En lo referente al engrosamiento de las plantas, se encontraron diferencias significativas ($P<0.001$) para las especies arbóreas. En este caso el guajillo, el guaje y el huanacastle fueron iguales y generaron un mayor engrosamiento. En este sentido, se observó que el capomo fue inferior a los demás. No se presentó significación estadística ($P>0.05$) para los zacates ni la interacción de los dos factores.

Los datos relativos al número de ramas y la altura de la primera rama de los árboles que se estudiaron se muestran en la tabla 5. Con respecto al número de ramas de las plantas, se encontraron diferencias estadísticas ($P<0.001$) para las arbóreas, zacates ($P<0.048$) y para la interacción de los dos factores ($P<0.001$), donde se tuvo un primer grupo estadístico (el guaje asociado con pasto estrella) que fue superior a todos los demás. También se observa que el capomo (B3, C7) con los dos pastos fue inferior estadísticamente a todos los demás.

En la variable altura a la primera rama se encontraron diferencias significativas ($P<0.001$) para las especies arbóreas evaluadas, siendo el huanacastle superior a todos los demás y el guaje resultó inferior estadísticamente a todos. No se presentaron diferencias para los zacates ni la interacción de los dos factores ($P>0.05$).

Tabla 5. Número de ramas y altura de la primera rama de los árboles

Tratamiento	Cantidad	Altura, cm
Brachiaria brizantha		
B1 ¹	4.90 ^{cd}	26.00 ^a
B2	9.83 ^{bc}	17.79 ^{ab}
B3	1.42 ^d	4.00 ^b
B4	12.14 ^b	3.95 ^b
Cynodon plectostachyus		
C5	5.92 ^{cd}	21.63 ^a
C6	6.70 ^{bcd}	9.22 ^{ab}
C7	1.21 ^d	10.50 ^{ab}
C8	19.10 ^a	3.59 ^b
P en gramíneas	0.0489	0.459
P en leguminosas	0.0001	0.0001
P de la interacción	0.0001	0.1494

¹ Árboles leguminosos o morácea identificados del 1 al 8, mientras que B y C expresan Brachiaria y Cynodon. Para detalles, ver tabla 3
^{abcd} Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente ($P<0.05$) entre sí

El resultado de la determinación de hojas en las especies arbóreas, así como la producción de pasto o zacate, se muestra en la tabla 6. Se puede apreciar que para la variable número de hojas de las plantas, se encontraron diferencias estadísticas ($P<0.001$) para las arbóreas, zacates ($P<0.045$) y para la interacción de los dos factores ($P<0.002$), por lo que todos los grupos fueron diferentes estadísticamente (el guaje asociado con estrella) que fue superior a todos los demás.

También se observó que el capomo con los dos pastos fue inferior estadísticamente a todas las otras especies arbóreas.

En el contenido de MS del forraje se encontraron diferencias significativas ($P<0.001$) para los zacates, siendo el pasto insurgente superior al pasto estrella africana con una mayor producción de forraje. No se presentó efecto significativo ($P>0.05$) para las plantas arbóreas ni para la interacción de los dos factores.

Los resultados expuestos en esta comunicación están en consonancia con otros presentados anteriormente y que fueron hechos en ecosistemas nayaritas (López 2004; Ramos Quirarte et al 2007), pero ofrecen información adicional referente a los sistemas silvopastoriles que pueden utilizarse en esta región de México, el Nayarit Central.

Como resultado del presente examen, se puede sugerir que las especies arbóreas mostraron una gran variabilidad, lo que puede ser favorable en un programa de selección en sistemas silvopastoriles (Nair 1993; Murgueitio et al 1998). Por otra parte, las especies de guajillo y de guaje muestran un crecimiento vigoroso con respecto altura, número de ramas, número de hojas y engrosamiento lo cual es adecuado para garantizar una mayor producción de biomasa (bancos de proteína) y una mejor resistencia al pastoreo.

Tabla 6. Número de hojas de los árboles y producción de pasto

Tratamiento	Hojas	Pasto, kg MS/m ²
Brachiaria brizantha		
B1 ¹	44.33 ^{cd}	1.74 ^a
B2	90.99 ^{bc}	1.78 ^a
B3	9.04 ^d	2.10 ^a
B4	103.20 ^b	1.95 ^a
Cynodon plectostachyus		
C5	54.62 ^{bcd}	0.60 ^b
C6	73.66 ^{bc}	0.61 ^b
C7	9.61 ^d	0.59 ^b
C8	162.08 ^a	0.67 ^b
P en gramíneas	0.045	0.0001
P en leguminosas	0.0001	0.5873
P de la interacción	0.0027	0.605

¹ Árboles leguminosos o morácea identificados del 1 al 8, mientras que B y C expresan Brachiaria y Cynodon. Para detalles, ver tabla 3
^{abcd} Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente ($P<0.05$) entre sí

También se puede sugerir que la especie que más destacó en cuanto a altura de la primera rama fue el huanacastle, lo cual puede ser adecuado para proporcionar al futuro una buena sombra para el ganado. También puede decirse que la especie arbórea que menos desarrollo tuvo fue el capomo, por lo que se debe asociar con otras especies arbóreas de más lento desarrollo.

Finalmente, de acuerdo con los datos aquí informados la producción de materia seca en las gramíneas fue más favorable en el zacate ó pasto insurgente.

REFERENCIAS

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists (16th edition). Washington, District of Columbia, pp 1 465
- Fischer, K.S., Johnson, E.C. y Edmeades, G.O. 1984. Mejoramiento y selección de maíz tropical para incrementar su resistencia a la sequía. CIMMYT. El Batán (México), pp 45
- García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ciudad de México, pp 246
- Hernández, I., Milera, L.M., Simón, D., Hernández, J., Iglesias, L., Lamela, O.T., Matías, C. y Geraldine, F. 1998. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. La Habana, p 26-38
- INEGI. 2000. Cuaderno Estadístico Municipal. Xalisco, Nayarit. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Ciudad de México. Versión electrónica en disco compacto
- Jordán, H., Martínez, R.O., Delgado, A., Parra J.A., Madueño, A., Aguirre, A., Rubio, C., Aguirre, J., Becerra, E., Navarro, B., Rubio, J.V., Herrera, F. y De la Torre, J.F. 1998. Diagnóstico y propuestas tecnológicas para la ganadería de Nayarit. UGRN-UAN. Tepic, pp
- López, F.L. 2004. Evaluación de especies arbóreas asociadas para silvopastoreo con pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*) en el Valle de Matatipac, Nayarit. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp
- Masdueño, M.A. 1999. Caracterización fisiológica del frijolillo (*Rhynchosia minima* L. DC) bajo condiciones de salinidad y sequía. Tesis DrSci. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp 229
- Medina, R.A. 2000. Valor nutricional de *Leucaena lanceolata* y *Leucaena leucocephala* de ambiente salino, como suplemento proteico a ovinos Pelibuey. Tesis de MSci. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp 97
- Medina-Torres, R. 1995. Introducción fenológica y caracterización de variedades internacionales de ajo, en el área de influencia de la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit. Tesis MSci. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp
- Mosiño, A.P. y García, E. 1968. Evaluación de sequía intraestival en la República Mexicana. Centro de Posgraduados (CPENA). Chapingo, pp
- Murgueitio, E.R., Rosales, M.M. y Gómez, M.E. 1999. Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Editorial CIPAV (Centro de Invesigaciones para la Producción Animal Sostenible). Cali, pp 150
- Nair, P.K.R. 1993. An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic. Dordrecht (The Netherlands), pp
- Preston, T.R. y Murgueitio, E. 1992. Strategy for Sustainable Livestock Production in the Tropics. SAREC/CIPAV, Cali, pp 89
- Ramos Quirarte, A., Aguirre, A., Bugarin, J.O. y Félix, R. 2007a. Diagnóstico de especies arbóreas utilizadas como forraje en la región costera de Nayarit. Descripción del sistema. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 14:149-154
- Ramos Quirarte, A., Aguirre, A., Bugarin, J.O. y Félix, R. 2007b. Diagnóstico de especies arbóreas utilizadas como forraje en la región costera de Nayarit. Componentes principales del ecosistema. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 14:155-159
- Ruiz, T.F. y Febles. G. 1987. *Leucaena*: una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropico. Editorial del Instituto de Ciencia Animal (EDICA). San José de las Lajas, pp 36
- Ruiz, T.F. y Febles. G. 1999. Sistemas Silvopastoriles. Conceptos y Tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal. Editorial del Instituto de Ciencia Animal (EDICA). San José de las Lajas, pp 34
- SAGARPA. 2004. Diagnóstico de la Ganadería en Nayarit. Estudio Informativo Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Subdelegación de Ganadería. Tepic, 'pp 35
- Snedecor, G.W. y Cochran, W.G. 1989. Statistical Methods (8th edition). Iowa University Press. Ames, pp