

**UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO**

**CENTRO DE AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

**PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE AVENA FORRAJERA ENTRE  
DURAZNO: "UNA OPCIÓN AGROFORESTAL PARA CLIMA TEMPLADO"**

**T E S I S**

Que como Requisito Parcial  
para obtener el Grado de:  
**MAESTRO EN CIENCIAS EN  
AGROFORESTERÍA PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE**



**PRESENTA:**

**MARIO RAMÍREZ DELGADILLO**



**DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

**CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, MARZO DEL 2001**

*Bib. 95390.*

PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE AVENA FORRAJERA ENTRE  
DURAZNO: "UNA OPCIÓN AGROFORESTAL PARA CLIMA TEMPLADO"

Tesis realizada por MARIO RAMÍREZ DELGADILLO bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE

DIRECTOR:



---

Dr. HUGO RAMÍREZ MALDONADO

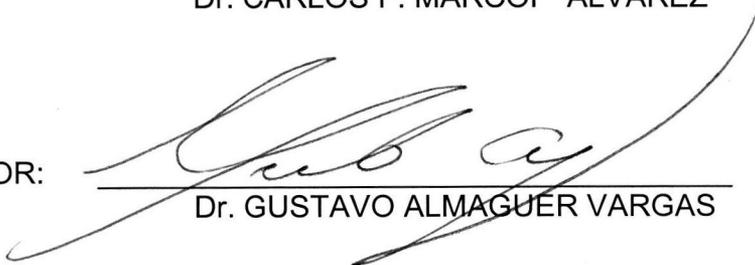
ASESOR:



---

Dr. CARLOS F. MARCOF ÁLVAREZ

ASESOR:



---

Dr. GUSTAVO ALMAGUER VARGAS

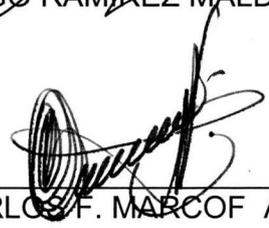
PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE AVENA FORRAJERA ENTRE DURAZNO: “UNA OPCIÓN AGROFORESTAL PARA CLIMA TEMPLADO”

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Mario Ramírez Delgadillo autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, estuvo constituido por:

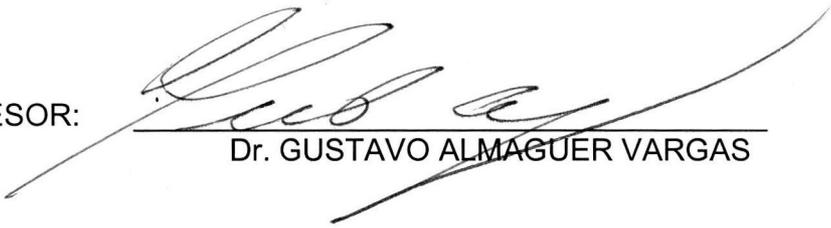
PRESIDENTE:

  
Dr. HUGO RAMÍREZ MALDONADO

ASESOR:

  
Dr. CARLOS F. MARCOF ÁLVAREZ

ASESOR:

  
Dr. GUSTAVO ALMAGUER VARGAS

## DEDICATORIA

A mis padres:

Rodolfo Ramírez R. y Lucila Delgadillo C., por su amor, comprensión y por su invaluable esfuerzo y apoyo durante toda mi vida. Así como por su activa participación en mi formación como persona.

A mis hermanos:

M<sup>a</sup>. Gabriela, Julio Ausencio, Juan José y Angel., por su apoyo y significado en mi vida. Así como su sencillez, mediante la cuál me han demostrado que todas las metas que uno se fija pueden ser alcanzadas.

A mi novia:

M<sup>a</sup> del Mar., por su invaluable apoyo y amor durante nuestra relación. Así como por su sencillez, comprensión y amor con lo cual me ha demostrado que todo cuanto se proponga se puede alcanzar.

A mis amigos:

Como muestra de respecto en la amistad que nos une.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Dios por haberme permitido lograr una más de las metas fijadas.

A mi alma mater la Universidad Autónoma Chapingo por forjarme como un ser útil a la patria en el campo de la agronomía.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para mis estudios de posgrado.

A la coordinación de la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Particularmente al Dr. Hugo Ramírez Maldonado, por todo el apoyo profesional brindado.

Al centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, por su apoyo financiero a través de la Subdirección de Investigación. Especialmente al Dr. Krishnamurthy.

Al Dr. Hugo Ramírez Maldonado.

Al Dr. Carlos F. Marcof Álvarez.

Al Dr. Gustavo Almaguer Vargas.

Por el apoyo brindado y su ardua participación en la revisión de esta tesis.

A todas aquellas personas que de alguna manera, ya sea directa o indirectamente participaron activamente en la realización de esta tesis.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY .....	X
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS PARTICULARES.....	3
3. HIPÓTESIS.....	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1. AGRICULTURA BASADA EN MONOCULTIVOS.....	6
4.2. CULTIVOS COMBINADOS .....	8
4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CULTIVOS COMBINADOS .....	9
4.4. AGROFORESTERÍA .....	12
4.5. COMBINACIONES DE CULTIVOS Y PLANTACIONES.....	12
4.6. PRINCIPALES CULTIVOS DE FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO.....	16
4.7. GANADERÍA.....	17
4.8. IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN.....	18
4.8.1. NECESIDADES DE MATERIA SECA.....	18
4.8.2. NECESIDADES DE FIBRA.....	18
4.8.3. NECESIDADES DE PROTEÍNAS.....	19
4.8.4. NECESIDADES DE MINERALES.....	20
4.9. VALOR NUTRITIVO DE LAS PASTURAS TEMPLADAS .....	20
4.10. AVENA.....	22
4.10.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	23
4.10.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	24
4.10.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	25
4.10.4. CLIMA .....	26
4.10.5. FOTOPERIODO.....	27
4.10.6. SUELO.....	27
4.10.8. LATITUD.....	27
4.10.9. HUMEDAD.....	28
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
5.1. LOCALIZACIÓN.....	29
5.1.1. CLIMA .....	32
5.1.2. VEGETACIÓN.....	32
5.1.3. SUELOS.....	32
5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA HUERTA DE DURAZNO .....	34
5.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS CULTIVOS DEL EXPERIMENTO .....	34
5.3.1. DURAZNO.....	34
5.3.2. VARIEDADES DE AVENA .....	34
5.4. ESTABLECIMIENTO.....	37

5.5. DISEÑO DE TRATAMIENTOS.....	37
5.6. VARIABLES A EVALUAR .....	40
5.6.1. LA PRODUCCIÓN DE LA BIOMASA POR VARIEDAD DE AVENA Y FASE FENOLÓGICA .....	40
<i>Producción de Materia Verde y Materia Seca</i> .....	40
5.6.2. LA CALIDAD DEL FORRAJE PRODUCIDO.....	41
<i>Contenido de Proteína Cruda</i> .....	41
<i>Contenido de Fibra Detergente Neutro y Detergente Ácido</i> .....	41
<i>Contenido de Calcio y Fósforo</i> .....	42
5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	43
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>9. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. DETERMINACIÓN DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO .....	33
CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS DENDOMÉTRICAS DE LOS ARBUSTOS DE DURAZNO ( <i>PRUNUS PERSICA</i> ) .....	44
CUADRO 3. EFECTO DE LA VARIEDAD, DISTANCIA DEL ARBUSTO Y SOMBREADO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE (T/HA) .....	45
CUADRO 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE DE AVENA, EFECTO DE LA VARIEDAD Y ETAPA FENOLÓGICA .....	49
CUADRO 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE DE AVENA, EFECTO DE LA DISTANCIA DE LOS ARBUSTOS .....	52
CUADRO 6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE DE AVENA, EFECTO DEL SOMBREADO .....	53
APÉNDICE 1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE EMBUCHE ENTRE VARIEDADES .....	65
APÉNDICE 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE EMBUCHE CON Y SIN EXPOSICIÓN DEL SOMBREADO .....	66
APÉNDICE 3. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE EMBUCHE ENTRE DISTANCIAS .....	67
APÉNDICE 4. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE HOJA BANDERA ENTRE VARIEDADES .....	68
APÉNDICE 5. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE HOJA BANDERA CON Y SIN EXPOSICIÓN DEL SOMBREADO .....	69
APÉNDICE 6. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE HOJA BANDERA ENTRE DISTANCIAS .....	70
APÉNDICE 7. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE INICIO DE FLORACIÓN ENTRE VARIEDADES .....	71
APÉNDICE 8. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE INICIO DE FLORACIÓN CON Y SIN EXPOSICIÓN DEL SOMBREADO .....	72
APÉNDICE 9. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO PARA LA FASE DE INICIO DE FLORACIÓN ENTRE DISTANCIAS .....	73

## RESUMEN

### PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE AVENA FORRAJERA ENTRE DURAZNO: “UNA OPCIÓN AGROFORESTAL PARA CLIMA TEMPLADO”

La presente investigación se realizó en el Campo Agrícola Experimental (CAE) de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, en la tabla agrícola “San Martín”, en el lote "M-9". El CAE está situado en la región oriental del Valle de México. Se evaluó el comportamiento productivo y la calidad del forraje de avena, obtenido en un sistema agroforestal de **combinación de cultivos forrajeros y plantaciones** en zona templada, utilizando un cultivar de durazno y tres variedades de avena. Se sembró avena en las calles de los árboles de durazno. Se evaluó el rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca y valor nutritivo por variedad de avena, por efecto de sombreado y por fase fenológica para estudiar el efecto de su cercanía del árbol. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio. Se encontró que la avena obtiene el mismo valor nutritivo, estadísticamente ( $\alpha \leq 0.05$ ) en el testigo como en combinación con el durazno. En el sistema combinado no hay diferencia estadística significativa con la presencia o ausencia del sombreado de los árboles, así mismo entre variedad y distancia del árbol.

**Palabras clave:** *Prunus persica*, *Avena sativa*, Combinaciones de cultivos y plantaciones, Valor nutritivo, Agroforestería.

## SUMMARY

### THREE VARIETY PRODUCTION OF FORAGE OATS IN ASSOCIATION WITH PEACH TREE: “AN AGROFORESTAL OPTION TO WARM WETHER”

This work was performed in the Experimental Agricultural Field (CAE) of Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, in the agricultural table: “San Martín”, in the plot “M-9”. The CAE located east side of México Valley. The objective was a evaluation of the peach and production tree-oats agroforestry system in temperate zone, using a peach tree culture and three variety of oasts, on the basis of forage quality produced. Oats between peach tree lines was sowed as alleycropping. Outputs of green matter, dry matter and nutritional value were evaluated. It was evaluated considering the effect of shadow and the phenological phase to study the influence of the vecinity of the trees. An totally random experimental desing was used. It was found that the oats gets statistically the same nutritional value ( $\alpha \leq 0.05$ ) in the control and with the peach tree combination. In the combinated system there was not significant statistical difference with or without the tree shadow, also between variety and distance from the tree.

**Key words:** *Prunus persica*, *Avena sativa*, Culture and plantation combinations, Nutritional value, Agroforestry.

## 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, el uso de la tierra se ha basado en el cultivo del producto de mayor valor o más conocido, sin tomar en cuenta la presencia de otros recursos y sus interacciones, provocando el agotamiento del recurso suelo.

En las zonas templadas el sistema de producción predominante y mejor definido es el agrícola. En estas zonas existen amplias áreas productoras de monocultivos anuales, mientras que las áreas dedicadas al pastoreo y ramoneo, así como a los bosques, son pequeñas.

En los últimos años las condiciones climatológicas en la región de los Valles Altos de México han sido más irregulares, sobre todo en lo que se refiere a la cantidad y distribución de la precipitación, lo que ha generado mermas en el rendimiento de los cultivos tradicionales y por consiguiente pérdidas para los productores y problemas para satisfacer la demanda regional. Para hacer frente a estos problemas se debe disponer de cultivos emergentes que permitan la obtención de cosechas aceptables, aún en condiciones adversas (Espitia *et al.*, 1999).

En los Valles Altos es muy importante la producción de forrajes, ya que se utilizan como materia prima para la producción de leche y/o carne, alimentos indispensables para la alimentación humana (Espitia *et al.*, 1999).

Ante un gran deterioro de los recursos naturales, particularmente los forestales debido en parte a la necesidad de producir más alimentos, se han promovido acciones tendientes a encontrar formas de uso del suelo que pueden satisfacer dos

aspectos fundamentales como: 1) producir bienes para las necesidades humanas, 2) minimizar el deterioro de los recursos naturales renovables.

Las prácticas agrosilvícolas en México, específicamente en zonas templadas y frías son escasas a pesar de que éstas se realizaban desde el florecimiento del Imperio Azteca.

Los frutales juegan un papel importante en diversos sistemas de producción agrícola, ya que se presentan que en la mayor parte del país. La fruticultura es una actividad que se combina con la producción de otros cultivos, (Maldonado, 1989).

Una de las alternativas que se piensa puede contribuir al sostenimiento de un agroecosistema es la aplicación de la Agroforestería. Una de las razones por la que no se ha promovido esta forma de uso del suelo es la falta de estudios en México, sobre todo en las regiones templadas, que indiquen qué sistemas pueden ser los más apropiados para determinadas condiciones ecológicas y socioeconómicas.

El estudio de la combinación de cultivos permite identificar algunas de las ventajas de las técnicas agroforestales. Es por ello que este estudio tuvo como objetivo principal, evaluar el sistema agroforestal **combinaciones de cultivos y plantaciones** en zona templada, utilizando la variedad de durazno Flordamex-1 y las variedades de avena Cevamex, Karma y Saia, con base en el valor nutritivo del forraje producido.

## 2. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el comportamiento productivo y la calidad del forraje de avena, obtenido en un sistema agroforestal de **combinación de cultivos forrajeros y plantaciones** en zona templada, utilizando un cultivar de durazno y tres variedades de avena.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar la calidad del forraje de tres variedades de *Avena sativa* L. (Cevamex, Karma, y Saia) cultivadas con el durazno bajo la técnica de combinación de cultivos y plantaciones.
- Evaluar el efecto de la distancia al frutal en la producción y calidad del forraje, en tres diferentes etapas fenológicas de *Avena sativa*.
- Evaluar el efecto del sombreado sobre la producción de *Avena sativa* en el sistema agroforestal, **combinaciones de cultivos forrajeros y plantaciones.**

### 3. HIPÓTESIS

- En la producción de las variedades de avena bajo el sistema agroforestal, **combinaciones de cultivos forrajeros y plantaciones**, la producción y calidad de la avena disminuye en comparación con su monocultivo.
- En el sistema agroforestal durazno-avena, la producción de avena, es menor en la superficie más cercana al frutal.
- Bajo el sistema agroforestal, **combinaciones de cultivos forrajeros y plantaciones** la variedad saia presentará una mayor producción de biomasa por ser una variedad cien porciento forrajera.

#### 4. REVISIÓN DE LITERATURA

Las experiencias agroforestales en México son escasas y muchas de ellas obtenidas a nivel experimental, como en el caso particular del sistema taungya, el cual se ha recomendado social y económicamente, como sistema ideal de reforestación (Verduzco, 1970).

Como parte de los sistemas silvopastoriles se tiene la utilización de árboles forestales de alto potencial forrajero, como *Leucaena leucocephala* y *Brosimum alicastrum* en la alimentación de ganado.

Con respecto a cercos vivos se ha detectado que *Bursera simaruba* (mulato) y *Gliricidia sepium* (cocoite), son de uso común como postes vivos (Pennigton y Sarukan, 1968).

En relación con los sistemas agrosilvopastoriles, y en especial en el huerto familiar, destacan los estudios realizados en la Península de Yucatán, donde las especies arbóreas son utilizadas para diversos fines (fruta, madera, etc.), y también son objeto de mejoramiento genético (Hernández X., 1959).

Para la adopción efectiva de la alternativa de combinación de plantaciones, se debe tomar en cuenta algunos requisitos como:

- No alterar significativamente el sistema existente.
- Presentar ventajas adicionales a lo largo del tiempo, manteniendo y/o mejorando la productividad de los componentes del sistema.

- Ser viable técnica y económicamente, o sea, las inversiones de capital, mano de obra e insumos deben ser recompensados (Montoya y Baggio, 1992).

En algunas regiones del mundo, particularmente de América tropical, Asia y Oceanía, desde hace ya varias décadas está implementándose el cultivo de forrajes de corte en plantaciones, para disminuir los gastos del control de malezas. Estos sistemas también se utilizan para aumentar los ingresos económicos por hectárea por su diversidad de productos y con ello lograr mayor estabilidad y resistencia de las unidades de producción ante las recurrentes crisis económicas y fenómenos naturales imprevistos.

#### *4.1. AGRICULTURA BASADA EN MONOCULTIVOS*

De acuerdo con Márquez (1977), el monocultivo significa que en un área agrícola, o al menos en la mayor parte, se siembra siempre el mismo cultivo, año tras año en la estación de crecimiento. Por razones sociales, el monocultivo anual resulta fundamental para algunas especies cultivadas. Se explica bien para el caso de algunos granos, como es el caso del monocultivo del maíz, que es imperativo social porque en donde se practica prevalece una agricultura de subsistencia en su mayor parte; por lo que el campesino está obligado a sembrar algo que le garantice su alimentación familiar.

La agricultura de monocultivo ha presentado desde siempre serios riesgos, tanto desde el punto de vista económico como ecológico. Económicamente, en una economía no planificada, el monocultivo hace una región fuertemente dependiente

de las fluctuaciones del mercado, pues los campesinos y agricultores no tienen otras alternativas de comercialización cuando el precio es desfavorable. Por otra parte, ecológicamente existe el riesgo inherente a la siembra de un solo cultivo en grandes áreas agrícolas, donde pueden propagarse más fácilmente los parásitos de las plantas cultivadas, pues la constante presencia de las mismas especies permite la continua reproducción de esos parásitos, al presentarse los ciclos reproductivos prácticamente ininterrumpidamente (Márquez, 1977). Sin embargo, el sistema en monocultivo tiene una ventaja principal, que es el grado de perfeccionamiento al que se puede llegar en su realización tanto en aspectos técnicos como comerciales, haciendo un uso más eficiente de los recursos físicos y humanos.

Con base en lo anterior y en busca de mejores opciones para los campesinos que viven de agricultura de subsistencia principalmente, en la que Márquez (1977) hace mención de que desde hace tiempo se han cultivado bajo un sistema combinado dos de los principales cultivos básicos, como son el maíz y el frijol, ocupando el 57.8% del total del área dedicada a esos cultivos en México, lo cual refleja la importancia que siempre han tenido los cultivos combinados dentro de la agricultura mexicana. De manera que, para una agricultura de subsistencia y con una producción de autoconsumo básicamente, los cultivos combinados son una alternativa viable.

La competencia por la luz entre los árboles y el estrato herbáceo, como producto de la sombra excesiva, pudiera afectar la composición florística y su rendimiento, en particular el de las gramíneas heliofilas. Estos efectos se pueden atenuar con la regulación de la entrada de luz, mediante una adecuada densidad de árboles y la

utilización de aquellos que proyecten sombras difusas y de plantas como el pasto (*Panicum maximum*) y otras que respondan bien a determinada intensidad de luz (Howard-Borjas, 1998).

#### 4.2. CULTIVOS COMBINADOS

Los cultivos combinados han sido definidos y clasificados por diversos autores, que también los han denominado múltiples, multicultivos, policultivos, cultivos intercalados y más recientemente, es lo que viene a ser la agroforestería cuando se involucra un cultivo perenne.

Márquez (1977b) define a los cultivos combinados como agroecosistemas en los que dentro de la misma parcela o lote se siembran dos o más cultivos, coexistiendo en alguna forma regular o irregular, o en una mezcla completa.

Krishnamurthy *et al.* (1984), afirman que cultivos múltiples es un término descriptivo general que incluye varios tipos de producción agrícola tales como: cultivos secuenciados, "Ratoon cropping" (por ejemplo los cultivos de caña de azúcar, plátano, etc.) y cultivos asociados de varios tipos (mezclados, intercalados, en franjas, etc.). La asociación de cultivos denota aquí la práctica en la cual dos o más cultivos crecen simultáneamente en la misma unidad de tierra. El uso moderno del término "Intercropping" hace referencia al sistema de producción de alimentos donde la competencia entre cultivos se da durante todo o parte del período de crecimiento, sin tomar en cuenta su arreglo espacial. El término "asociación de cultivos" es usado como sinónimo de "Intercropping" e incluye tanto a los cultivos intercalados (Mixed cropping) como a los asociados (Row cropping).

El sistema de **combinaciones de cultivos y plantaciones** en pequeñas propiedades conduce a un uso más eficiente de la tierra y de otros recursos disponibles, generando así, un mayor rendimiento en la producción conjunta de los cultivos combinados. Esto será posible siempre y cuando las especies involucradas se manejen adecuadamente, para poder cubrir las expectativas del pequeño productor.

#### *4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CULTIVOS COMBINADOS*

Una de las principales razones por las que los agricultores adoptan los sistemas de cultivos combinados, es por que con ellos frecuentemente obtienen mayores rendimientos en una unidad de área, que si la destinaran a establecer unicultivos (Liebman, 1988; citado por Flores, 1992).

Además de las ventajas en el rendimiento y los consecuentes beneficios económicos de este tipo de cultivos, también se le atribuye una serie de propiedades que se resumen en: reducción de riesgo de fracaso del cultivo, baja variabilidad del rendimiento entre un ciclo de cultivo y otro, presentan patrones diferenciales de crecimiento y consecuentemente una uniforme distribución de las labores en el tiempo, se obtiene una menor susceptibilidad a plagas, enfermedades y malezas, se logra una mejor calidad en los productos agrícolas y se asegura un ingreso sostenido y disponible en aquellos casos donde los cultivos destinados al consumo alimenticio se mezclan con cultivos de valor económico (Krishnamurthy et al., 1984).

Glissman (1971) señala que los cultivos múltiples presentan ciertas ventajas y algunas desventajas físicas y biológicas.

### **Ventajas**

- > El suelo es usado de modo más eficiente en su espacio vertical y horizontal por los sistemas radicales.
- > Los nutrimentos son extraídos de las partes profundas hacia la superficie mediante la asociación de árboles o arbustos con herbáceas.
- > Mayor aportación de materia orgánica al suelo.
- > Mejor adaptación a los ambientes cambiantes.
- > Disminución en la evaporación del agua de la superficie del suelo.
- > Aumento de la actividad microbiana del suelo.
- > Protección contra la erosión.
- > Mayor eficiencia en la absorción de fertilizantes.
- > Control físico de malezas.
- > Aporte de nutrimentos de algunas plantas.

### **Desventajas**

- > Posible competencia entre cultivos por luz, agua y nutrimentos principalmente.
- > Sobreextracción de nutrimentos.
- > Dificultad para la mecanización de las labores y cosecha del cultivo.
- > Incremento en la pérdida de agua por transpiración.
- > Daños mecánicos causados por la caída de hojas, ramas, frutos y goteo del componente más alto sobre el pequeño.

Desde el punto de vista económico, Gliessman (1971) señala algunas ventajas y desventajas de los sistemas de cultivo múltiple sobre el monocultivo.

### **Ventajas**

- > El agricultor cuenta con varios cultivos, de manera que las fluctuaciones de precio y mercado, los siniestros de clima, plagas y enfermedades o altas producciones no afecten drásticamente la economía del productor.
- > Variados productos útiles se obtienen como: leña, miel, material para construcción y autoconsumo, reduciendo la dependencia del exterior e incrementando la calidad de la dieta del campesino.
- > Mayor flexibilidad en la distribución del trabajo durante el año.
- > Uso de mano de obra en regiones con alto desempleo, sobre todo tipo familiar.
- > Es posible recuperar la inversión en menor tiempo, especialmente en producción combinada de perennes (frutales) con cultivos agrícolas de ciclo corto.
- > Se promueve actividades interdisciplinarias dentro del grupo o comunidad.
- > Disponibilidad de cosecha en un período más largo.
- > Promueve el regreso del agricultor a la tierra al permanecer más en ella.

### **Desventajas**

- > En ciertos casos los rendimientos pueden ser bajos, sólo obteniéndose producción a nivel de subsistencia.
- > En general, el sistema de explotación múltiple requiere mayor mano de obra.

- > En ciertos casos puede resultar económicamente ineficiente, debido a la complejidad de las actividades que lo hacen funcional.
- > Su aceptación puede ser difícil por controvertir un sistema social, económico y político preestablecido.

#### *4.4. AGROFORESTERÍA*

Agroforestería es el conjunto de técnicas de manejo de la tierra que indica la combinación de árboles con cultivos o con animales domésticos, o la combinación de los tres. Tal combinación puede ser simultánea o secuencial, manteniendo el principio de rendimiento sustentable, que implica que se mantiene indefinidamente en el tiempo. En esta combinación debe haber una interacción significativa entre los componentes, para poder hablar de agroforestería (Budowski, 1993).

Existe otro concepto pero que aun se encuentra en proceso de definición, es el más actualizado y completo realizado por Krishnamurthy y Ávila (1999): "La agroforestería se refiere a una amplia variedad de sistemas de uso de la tierra donde los árboles y arbustos se cultivan en una combinación interactiva con cultivos y/o animales para múltiples propósitos y se considera como una opción viable para el uso sostenible de la tierra".

#### *4.5. COMBINACIONES DE CULTIVOS Y PLANTACIONES*

Nair (1997) menciona que este tipo de sistema, donde las plantaciones son la base para el desarrollo de prácticas integrales que incluyen combinaciones de cultivos, está limitado, excepto durante las primeras fases del establecimiento de la

plantación, porque este sistema de cultivo lleva consigo un objetivo mercantil, de tal forma que, la utilización de los recursos para usos múltiples en plantaciones en gran escala, limita en la práctica el objetivo final del sistema, que es la producción en gran escala. Las estrategias de producción diversificada dificultan la modernización y la eficiencia de las tecnologías tradicionales de manejo de las plantaciones. Así que, no hay razón para la producción diversificada en áreas de plantación. La tecnología no se ha desarrollado adecuadamente para hacer económicamente atractivo este sistema de producción.

Los trabajos bajo el sistema combinaciones de cultivo-plantación se han desarrollado particularmente en las zonas tropicales y subtropicales. Este sistema implica una agricultura en combinación donde se incluyen una gran variedad de cultivos y plantaciones. La mayoría de estos trabajos son descripciones cualitativas de los sistemas combinados y no contienen datos cuantitativos experimentales (Nair, 1997).

Las prácticas de cultivos combinados implican un uso intensivo de la tierra, por lo que es necesario que se realicen estudios serios que apoyen ésta forma de producción, para que los resultados sean exitosos.

La principal razón para el énfasis en los trópicos, es que la Agroforestería y los sistemas tradicionales agroforestales, como un enfoque para el uso integrado de la tierra, tradicionalmente han tenido más relevancia y aplicación potencial que en las zonas templadas, los trabajos realizados en esas regiones son muchos más numerosos, están más difundidos y han dado solución a muchos problemas y

restricciones de esas regiones. Sin embargo, como en los trópicos hay una larga tradición, en las zonas templadas también, para satisfacer las necesidades de la gente mediante combinación de árboles, cultivos y animales y de un uso eficiente de los ecosistemas naturales.

Los sistemas agroforestales practicados en las zonas templadas según Nair (1997), son dos los más comunes; el uso *agrisilvicultural* donde se ubica a los frutales solos, como cortinas rompevientos para evitar la erosión del suelo en las llanuras o en combinación con otros cultivos, para hacer un uso más eficiente de la tierra y las *prácticas silvopastoriles* con ganado en sistemas de llanuras y de bosque.

En éste tipo de sistemas, se maneja a las plantaciones con árboles frutales y otras prácticas agrícolas entre las calles de las hileras de los árboles, solo que éstas en nivel de plantaciones comerciales frecuentemente han sido excluidas, particularmente en algunas provincias de los Estados Unidos, ya que sólo se limitan a la producción de forraje para el pastoreo dentro de las plantaciones de frutales. Sin embargo, la preocupación acerca de la sostenibilidad económica y la ecológica está conduciendo actualmente a los agricultores de Estados Unidos y Canadá a la diversificación y al intercalado de cultivos dentro de la plantación. Por ejemplo, maíz y fresas dentro de las plantaciones de durazno en Ontario, Canadá; en algunas plantaciones de manzano de Nueva York se cultiva avena; y se han plantado papas, granos, soya, calabaza, y duraznos en las plantaciones de nogal en el sur de los Estados Unidos (Williams y Gordon, 1991; citados por Nair, 1997).

La técnica de combinación de cultivos, también llamada de cultivos múltiples, policultivos, intercultivos, de cultivos intercalados o de cultivo asociados; es una

técnica que puede practicarse en diferentes zonas, que van desde las de clima tropical hasta las de clima árido (Musálem, 1998). En zonas templadas ha sido probada con una serie de cultivos, que incluye cereales (maíz, arroz de tierras altas), leguminosas de grano (garbanzo, soya, frijol), cultivos de raíces y de tubérculos (mandioca, ñame), plátano y verduras (Budelman, 1991; Kass *et al.* 1992; Kang *et al.* 1990 y Palada, 1992; citados por Kang *et al.* 1994).

En zonas templadas el sistema de combinaciones de cultivos y plantaciones está enfocado a la diversificación de productos tales como frutos, madera, granos y hortalizas, mediante el mejor aprovechamiento del espacio. Un ejemplo son los frutales como manzana, durazno, pera y ciruela, combinados con maíz, frijol, alfalfa y hortalizas en el estado de Puebla (Duarte, 1992). De igual manera en el estado de México, se tienen combinaciones de pera con haba y maíz (Quiñones, 1996). En esta zona existen diversos trabajos que se han realizado bajo esta tecnología como una técnica tradicional de frutales con cultivos anuales. Sin embargo, son pocos los trabajos que han sido documentados y evaluados (Musálem, 1998).

Con el propósito de fortalecer éste tipo de trabajos que se realizan en zonas templadas, se planteo la realización del presente estudio, el cual una vez analizadas las diferentes técnicas de cultivo, quedó bajo la clasificación de sistema agroforestal combinaciones de cultivos y plantaciones (Nair, 1997; Young, 1997; citados por Krishnamurthy, 1999). En este sistema se utilizó una plantación de durazno (Variedad Flordamex-1), en combinación con tres variedades de avena (Cevamex, Karma y Saia).

#### 4.6. PRINCIPALES CULTIVOS DE FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO

A pesar de las serias limitantes que la fruticultura nacional ha tenido para su desarrollo, es ésta una actividad que representa un renglón económico de gran magnitud y consideración. La fruticultura es una actividad bondadosa, generadora de grandes beneficios y susceptible de ayudar notablemente al desarrollo del medio rural, puede lograr la obtención de muy altos ingresos por unidad de superficie, de índole mucho mayor que la generalidad de los cultivos anuales (Almaguer, 1991).

Determina un mejor aprovechamiento de la tierra al obtenerse más altos ingresos de la explotación de pequeñas superficies, proporciona una solución parcial al agudo problema de la escasez de tierras para un mayor número de campesinos, que determina forzosamente la existencia del minifundio, problema que cada vez va siendo más acentuado en la República Mexicana.

México por su estratégica situación geográfica es un importante país productor de frutas tropicales, subtropicales como de clima templado y frío, ya que cuenta con climas y microclimas, que hacen posible que se puedan cultivar especies tan diferentes (Aserca, 1996).

Con base en el VII Censo Agropecuario realizado en 1991 INEGI (1994), la superficie total ocupada con frutales a nivel nacional fue 2.7 millones de hectáreas, de las cuales 323,337.200 ha, están ocupadas con frutales de clima templado, localizadas en su mayoría en las zonas altas de los estados del norte y centro del

país, el resto, 2,400,972.336 ha la ocupan los frutales de clima tropical, situadas mayoritariamente en los estados del centro norte, sur y sureste del país.

De la superficie total, en producción se reportan 2,147,679.120 ha. de las cuales aquellas con frutales de clima templado representan el 11.96% y con tropicales el 88.04%. Sin embargo, existen áreas importantes en desarrollo, 65,830.869 ha. de frutales de clima templado y 510,411.406 ha. de frutales tropicales-subtropicales, y que indican que la fruticultura es una actividad en proceso de expansión.

Según INEGI (1994) los frutales de clima templado que mayormente se cultivan en México son: manzana, durazno, ciruela, nuez y nopal. Estos frutales están indicados en orden de importancia por la superficie que ocupan, y constituyen el 90.17 % de la superficie en producción con frutales caducifolios. Los principales estados productores de estas especies caducifolias están situados en el norte y centro-norte del país, y son en orden de importancia, en cuanto a superficie cultivada: Chihuahua, Puebla, Coahuila, Michoacán, México y Nuevo León.

#### *4.7. GANADERÍA*

En México, la alimentación de las especies zootécnicas se basa, fundamentalmente, en el consumo de plantas forrajeras que cuando no son la única fuente de nutrimento, constituyen la mayor parte de la dieta consumida. En consecuencia, la producción pecuaria de esta región depende, en gran medida, de la disponibilidad y el valor nutritivo de los forrajes.

#### 4.8. IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN

La alimentación destaca porque es la herramienta más poderosa de la que el hombre se sirve para mejorar la productividad de sus animales. Y de la misma dependen en gran parte la rentabilidad o nó, de la empresa.

La producción puede ser limitada por todos los componentes de la nutrición, como son la energía, la proteína, y, por lo menos en forma indirecta, los minerales y vitaminas.

##### 4.8.1. NECESIDADES DE MATERIA SECA

El consumo de materia seca, se calcula en general sobre la base del porciento de peso vivo del animal, y este valor variará dependiendo de la raza, tipo de animal, producción, estado fisiológico y su manejo.

La capacidad del rumiante para ingerir forrajes convenientemente se estima por la cantidad de materia seca consumida. Esa cantidad se calcula en porciento del peso vivo.

##### 4.8.2. NECESIDADES DE FIBRA

El contenido porcentual de fibra en la ración, depende grandemente de la calidad del forraje. El contenido de fibra del forraje es el principal factor que determina si éste es óptimo para la dieta.

La mayoría de los nutriólogos han cambiado a la práctica de diseñar sus raciones utilizando la fibra detergente neutro, pues desde principios de la década de 1980 se demostró que era una medida más consistente para satisfacer los requerimientos de fibra de los animales, que la fibra detergente ácido.

Si la ración contiene demasiada fibra detergente neutro (FDN), se limitará su consumo del alimento, si por el contrario, la dieta contiene muy poca fibra, habrá un exceso de producción de ácidos de la fermentación con la consecuente falta de amortiguación del pH debida a una disminución en la secreción de saliva, se limitará el consumo de materia seca y, en ambos casos se perderá condición corporal.

Cuando los forrajes se cosechan con un nivel de FDN inferior al 38%, se puede reducir el consumo de energía si se utiliza como único forraje de la ración Allen (1995).

#### 4.8.3. NECESIDADES DE PROTEÍNAS

Las proteínas son el principal constituyente del cuerpo del animal y son continuamente utilizados para reparación celular y procesos sintéticos. La transformación de proteína alimenticia a proteína corporal, es un importante proceso de nutrición y metabolismo. Las proteínas consisten en aminoácidos y es la base constituyente de todas las células del organismo.

Las proteínas por lo tanto son vitales para el mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción del animal.

No es recomendable utilizar forrajes con menos del 6% de proteína, ya que la toma de los alimentos será reducida, esto nos da una combinación de deficiencia de energía y proteína. Esta deficiencia reduce las funciones del rumen y disminuye la eficiencia en la utilización del alimento Allen (1995).

#### 4.8.4. NECESIDADES DE MINERALES

El requerimiento de minerales depende de la edad, sexo, velocidad de crecimiento, estado fisiológico, forma en que se encuentra el elemento, balance de minerales en la ración y clima.

##### **Calcio y Fósforo.**

Ambos son los componentes más importantes del esqueleto y también están presentes de manera significativa en los tejidos blandos.

El calcio es abundante en los forrajes, de ahí que muy rara vez se observen carencias en los animales en pastoreo, al existir deficiencias se reduce mucho la producción.

La deficiencia de fósforo se manifiesta por crecimiento lento y gusto depravado. La relación calcio-fósforo más usual es de 2:1.

#### 4.9. VALOR NUTRITIVO DE LAS PASTURAS TEMPLADAS

La productividad animal en los sistemas pastoriles depende en gran medida del valor nutritivo del forraje aportado por las pasturas cultivadas, pastizales naturales y

verdeos estacionales. El valor nutritivo del forraje será a su vez función del consumo, de la digestibilidad del forraje consumido y de la eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos por parte del animal (Elizalde *et al.*, 1992<sup>a</sup> y 1992<sup>b</sup>).

El consumo de pastura constituye sin duda el principal componente a tener en cuenta cuando se pretende maximizar la producción en los sistemas pastoriles, y el mismo estará determinado tanto por factores nutricionales y no nutricionales. Entre los primeros, las características morfológicas y estructurales de la pastura, como altura, resistencia al corte, composición de la pastura, distribución de especies y partes de las plantas en la pastura, etc. son las que determinarán en gran medida el consumo animal. Dentro de los factores nutricionales que afectan el consumo, el más importante es la digestibilidad del forraje ofrecido, aumentando el consumo a medida que la misma aumenta.

La eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos dependerá de lo balanceado que resulte la dieta principalmente en términos de energía y proteína. Las pasturas templadas de alta calidad presentan una gran variación en el contenido proteico dependiendo éste de las especies y de su estado de crecimiento.

Una pastura a pesar de mantener su digestibilidad, puede variar substancialmente su valor nutritivo en las distintas épocas del año y su etapa de desarrollo según sea su contenido de proteína y de carbohidratos solubles.

El consumo de pastura constituye sin duda el principal componente a tener en cuenta cuando se pretende maximizar la producción pecuaria en los sistemas

silvopastoriles, y el mismo estará determinado tanto por factores nutricionales y no nutricionales. Entre los primeros, las características morfológicas y estructurales de la pastura, como altura, resistencia al corte, composición de la pastura, distribución de especies y partes de las plantas en la pastura, etc. son las que determinarán en gran medida el consumo animal (Beever, 1984).

Las pasturas templadas de alta calidad presentan una gran variación en el contenido proteico, dependiendo de las especies y de su estado de crecimiento. La concentración de amoníaco ruminal dependerá de la cantidad y degradabilidad de la proteína de la dieta y de la tasa de utilización del  $\text{NH}_3$  por parte de las bacterias ruminales.

Las elevadas concentraciones amoniacaes registradas con animales consumiendo pasturas de clima templado, si bien satisfacen los requerimientos bacterianos, afectan la eficiencia de utilización de los compuestos nitrogenados por parte del animal ya que importantes cantidades de  $\text{NH}_3$  son absorbidas por las paredes del rumen, metabolizadas a urea por el hígado y luego excretados a través de la orina (Beever, 1984).

#### 4.10. AVENA

El cultivo de avena destaca en México como una fuente importante de alimento para la industria pecuaria, se destina cerca del 80% de la producción nacional para su consumo como forraje verde, forraje henificado, grano y alimentos balanceados.

El establecimiento de especies forrajeras es de vital importancia ya que se pretende aumentar el valor nutritivo de las mismas, mediante un mejor uso, proporcionándoselas a los rumiantes de manera combinada y separada de acuerdo a las etapas fenológicas y fisiológicas, respectivamente.

Según INEGI (1990), en México se dedican al cultivo de la avena una superficie muy variable que en promedio fluctúa en 150, 000 has, las cuales son de temporal, debido a ello los rendimientos son muy bajos. En México; Chihuahua se considera la zona avenera, le siguen Durango y el Edo. de México, respectivamente en segundo y tercer lugar.

#### 4.10.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Según Sampson (1954; citado por Maldonado 1989), dice que es muy probable que los más antiguos granos de avena fueron encontrados en Egipto (2000 años AC). Esta avena egipcia fue originalmente identificada como *A. sterilis*. Muchas de las especies conocidas hoy en día, fueron descritas por Lineo en 1750.

Según De Candolle citado por Díaz (1953) la avena es originaria de Europa Oriental y fue introducida en México por los españoles.

López (1991) menciona que el cultivo de la avena ocupa el 5º lugar en la producción mundial de cereales, teniendo la producción de grano poco interés, ya que únicamente un 5% de la producción es industrializada. Es de mayor importancia su utilización en la alimentación del ganado, se aprovecha tanto el

grano como el forraje, en pastoreo directo o conservada, sola o en asociación con otras gramíneas o leguminosas.

#### 4.10.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

De acuerdo con López (1991) comprende la siguiente clasificación:

Familia: Gramineae (Poaceae)

Subfamilia: Festucoideae

Tribu: Aveneae

Especies cultivadas:

Diploides ( $2n = 14$ ): *A. strigosa*, *A. brevis* y *A. nudibrevis*.

Tetraploides ( $2n = 28$ ): *A. abyssinica*, *A. barbato*.

Hexaploides ( $2n = 48$ ): *A. sativa*, *A. fatua*, *A. byzantina*, *A. sterilis* y *A. nuda*.

La clasificación de las avenas hexaploides se basa en la articulación de la primera y segunda flor de la espiguilla, el carácter desnudo o vestido del grano y la morfología de la arista López (1991). Según cita este autor *A. sativa* pudo originarse de la avena silvestre (*A. fatua*), mientras que *A. byzantina* se originó de *A. sterilis*, ambas hexaploides.

La *Avena sativa*, que es la más importante y la que mayor número de variedades ha dado, de panoja floja y granos de cubierta de colores variables, puede diferenciarse por el color de su pericarpio; distinguen avenas blancas, negras, grises, amarillas y rojas, etc. Por la longitud del grano, avenas largas, medianas y

cortas. Por la duración del período de vegetación, avenas precoces y tardías (Flores 1983; citado por Maldonado, 1989).

#### 4.10.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Merlo y Robles (1990) describen a la avena como una planta anual C3. Tiene una raíz fibrosa más larga que otros cereales, entre 10 y 25 cm de profundidad. Tallo herbáceo y erguido, de aproximadamente 60 cm de largo en estado vegetativo y 90 cm en estado reproductivo; nudos llenos y entrenudos huecos cuyo diámetro varía de 0.32 a 0.64 cm. Sus hojas (5 a 10 por tallo), en promedio miden 25 cm de largo y 1.6 cm de ancho, son de color verde intenso y con lígula membranosa de forma oval, sin aurículas. Su inflorescencia es una panoja de 25 a 35 cm de largo, compuesta y sus espiguillas (de 23 a 25 mm) se componen de dos a cuatro flores, de las cuales dos son fértiles.

Usualmente son de 20 a 100 espiguillas por panícula; la avena es una planta de fecundación autógena.

La floración se inicia en las espiguillas superiores y pueden requerirse de 5 a 6 días para que tenga lugar la floración de toda la panícula. La mayor parte de la floración tiene lugar entre dos y cinco de la tarde, aún cuando algunas espiguillas pueden florear a otra hora.

La flor está envuelta por dos brácteas, la lema y la palea. Lo normal en la avena, es que se produzca la autopolinización y el cruzamiento natural rara vez excede de  $\frac{1}{2}$  o 1 %.

La cáscara constituye del 25 al 30 % del peso total del grano (Robles, 1983; citado por Maldonado, 1989).

#### 4.10.4. CLIMA

Básicamente la avena se caracteriza por desarrollarse en la estación del año fría, se obtiene la mayor producción en climas templados fríos, secos o húmedos, sin llegar a los extremos, recomendándose cultivarse durante el invierno. Un clima cálido y húmedo impide un buen comportamiento productivo de la avena, debido a que favorece la incidencia de organismos patógenos. La planta deja de crecer cuando la temperatura alcanza los 0° y empieza a darse la mortalidad a los -10°C para las variedades de primavera y de -14°C para las de invierno, la temperatura mínima, óptima y máxima para su crecimiento son 4.8, 25-31°C, respectivamente (López, 1999).

La altitud óptima para el cultivo de la avena en el mundo se encuentra a los 304.8 m y 609.6 m de altura. El clima caliente y seco produce un llenado pobre cuando el grano se está formando y por lo tanto, un bajo rendimiento. Un clima cálido y húmedo favorece el desarrollo de organismos patógenos a los cuales es susceptible la avena en particular (Hill, 1973; citado por Maldonado, 1989).

En climas templados, es preferible hacer el cultivo durante el invierno y conviene retrasar la fecha de siembra de modo que las heladas tardías no sorprendan al cultivo en plena floración que es el estado crítico de la planta.

#### 4.10.5. FOTOPERIODO

De la fase de emergencia al espigado la avena requiere que la relación horas luz sea baja, la duración de horas luz óptima va a depender de la variedad, mientras que para la fase reproductiva se necesitan de 15 a más horas luz. La duración de cada fase del ciclo productivo es también influenciada por la temperatura (López, 1991).

#### 4.10.6. SUELO

La avena tiene la particularidad de que es una de las plantas menos exigentes en cuanto concierne a la naturaleza y fertilidad del suelo. Se le ve prosperar en terrenos de diversa textura. En general, se puede decir que se da en terrenos de cualquier naturaleza y se desarrolla con más vigor que las plantas semejantes, como la cebada.

En comparación con otros cultivos forrajeros ésta se adapta mejor a suelos ácidos, compactados o sueltos, pH entre 5 y 7, no resiste suelos salinos, se tiene las mayores producciones en suelos limosos y de aluvión (Merlo y Robles, 1990; López, 1991).

#### 4.10.8. LATITUD

Entre los 65° Latitud Norte y 45° Longitud Sur, exceptuando las regiones ecuatoriales cálidas y/o húmedas (Robles, 1983; citado por Maldonado, 1989).

#### 4.10.9. HUMEDAD

La avena es más exigente en humedad del suelo que el trigo y la cebada, esto se debe a que la avena consume más agua que cualquier otro cereal para la síntesis de materia seca. Se reportan datos que requiere de una precipitación de 378-1124 mm (Coffman, 1961; citado por Maldonado, 1989).

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México; en la tabla agrícola "San Martín", en el lote "M-9", se localiza dentro del área de influencia de Chapingo, situada en la región oriental del Valle de México y se encuentra aproximadamente entre los 19°21'00" y 19°48'27" latitud Norte y entre los 98°48'27" y los 98°57'30" de longitud Oeste y a una altitud de 2240 msnm, (Figura 1).

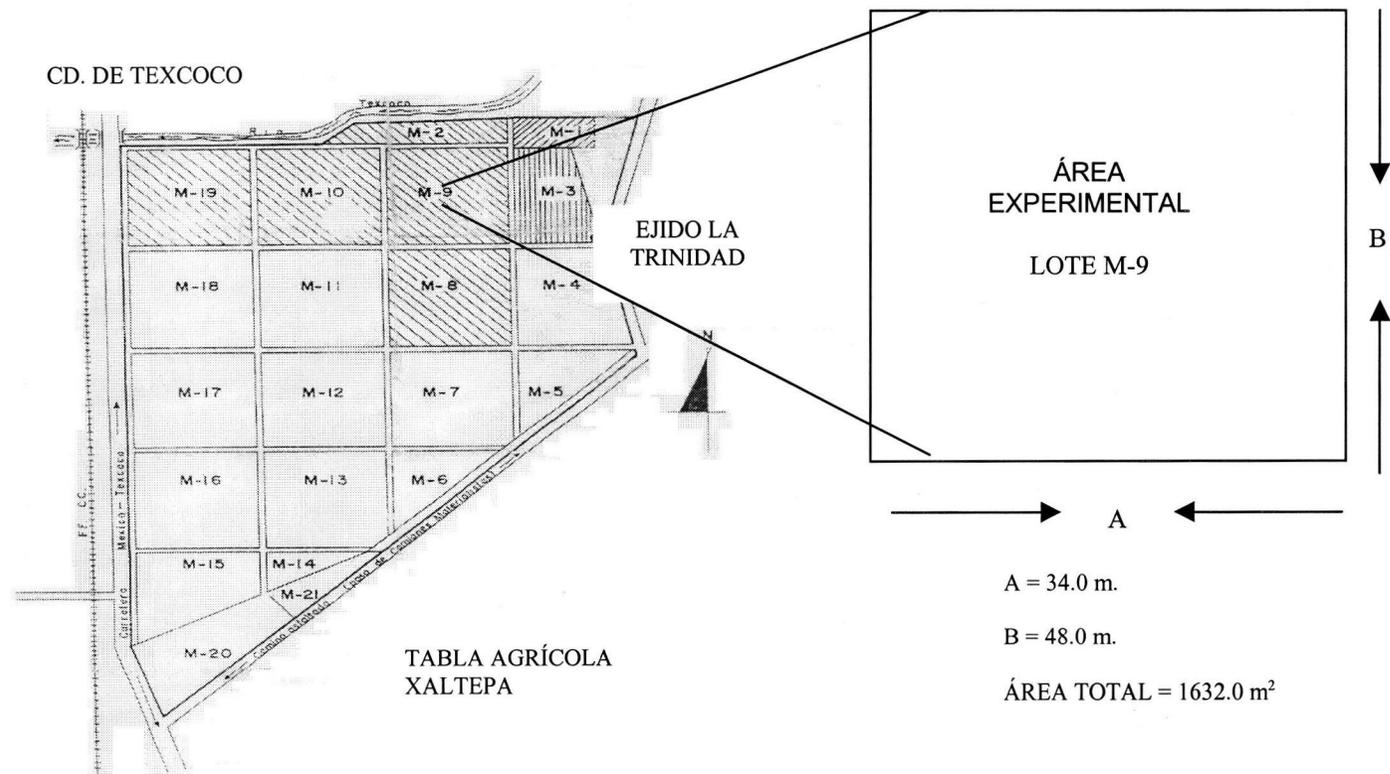


FIGURA 1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

### 5.1.1. CLIMA

De acuerdo con la clasificación climática de Köeppen, modificada por García, la fórmula climática de la región de estudio es Cb (w<sub>0</sub>) (w) (i')g, correspondiendo a un clima templado con verano fresco largo, con una temperatura media anual entre 12 y 18°C y la del mes más caliente entre 6.5 y 22°C; un cociente precipitación/temperatura menor a 43.2, por lo que constituye el subtipo más seco de estos climas, con una precipitación del mes más seco menor a 40 mm y menos del 5% de la lluvia total corresponde al período invernal, con poca oscilación de la temperatura media mensual (entre 5 y 7°C) y marcha de la temperatura tipo ganges. La precipitación anual es de 636.5 mm y temperatura media anual de 15.2°C, siendo Mayo el mes más caliente (17.9°C) y Enero el mes más frío (11.8°C) (García, 1988).

### 5.1.2. VEGETACIÓN

En la mayoría de los terrenos planos de esta zona se cultivan básicos, tales como: maíz para grano y forraje, frijol; así como algunos forrajeros, como: alfalfa, sorgo, cebada, avena y girasol.

### 5.1.3. SUELOS

Los suelos de esta región, son profundos, que presentan un estrato superficial con texturas medias y colores pardos. A medida que se profundiza aumenta el

contenido de arcillas y el desarrollo de la estructura, finalmente se presenta un estrato con texturas gruesas.

El experimento se condujo en un suelo de textura arenosa-limosa, utilizándose un área total de 1 632.0 m<sup>2</sup>. la cual se dividió en 12 parcelas de 136.0 m<sup>2</sup> cada una (34.0 \* 4.0 m) y 84 subparcelas de 12 m<sup>2</sup> cada una (4.0 \* 3.0 m), lo cual nos da un área útil de 1008 m<sup>2</sup>. Así mismo se realizó un análisis del suelo el cual se presenta a continuación:

**Cuadro 1. Determinación de algunas características químicas del suelo**

<b>pH</b>	<b>M.O %</b>	<b>Ni mg t</b>	<b>P mg t</b>	<b>K mg t</b>
7.53	2.15	28	106.65	1584

Utilizándose las metodologías siguientes:

pH: Potenciometro relación suelo-agua 1:2

M.O: Walkley and Black

Ni: Extraído con cloruro de potasio 2N y determinado por arrastre de vapor

P: Olsen

K: Extraído en acetato de amonio 1.0N pH 7.0 relación 1:20 y determinado por Espectrofotometria de emisión de flama

De acuerdo al análisis se observa que este suelo presenta propiedades que no afectan el establecimiento y desarrollo de las variedades de avena a evaluar, sin embargo es necesario hacer notar que el contenido de P es altísimo ya que un suelo con 11 ppm tendría un contenido alto de dicho elemento.

## 5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA HUERTA DE DURAZNO

El área de la huerta de durazno donde se estableció el experimento está constituida por el cultivar de durazno (*Prunus persica* L.), Bastch c.v. Flordamex-1, con una edad de 8 años. Los árboles son regados mediante un cañón y se aplica una dosis de fertilización de 120 kg. de nitrógeno, 100 kg. de fósforo y 100 kg. de potasio por hectárea por cada dos años, aplicados a 50 cm de la base del tronco.

## 5.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS CULTIVOS DEL EXPERIMENTO

### 5.3.1. DURAZNO

El cultivar Flordamex-1 es un material para mesa, que presenta pulpa amarilla de hueso pegado; la coloración de la cáscara es 75% roja con el fondo amarillo, el peso del fruto es de 95 a 100 g. Tiene un período de desarrollo de fruto de 110 días; es un cultivar que requiere de 425 Unidades Frío y es resistente a cenicilla.

### 5.3.2. VARIEDADES DE AVENA

Las tres variedades de avena que se probaron se describen enseguida:

#### 5.3.2.1. CEVAMEX

Esta variedad fue formada por recombinación genética y liberada por el INIFAP; es adecuada para la producción de grano y forraje en verde, en siembras de riego durante el invierno; es de ciclo tardío de 120 a 140 días a la madurez fisiológica, la planta es de porte alto 109 a 145 cm y con buena capacidad de amacollamiento.

Tallos gruesos y moderadamente susceptibles al acame; su paja es de color amarillo medio, panícula grande y con regular cantidad de grano de color café claro y de tamaño grande; es resistente a roya del tallo y a la hoja roja.

Se puede sembrar en temporal del 20 de Mayo al 25 de Junio y bajo condiciones de riego en invierno, del 15 de Octubre hasta el 15 de Noviembre. Su potencial de rendimiento es moderado, puede producir hasta 4.2 toneladas de grano por hectárea. El rendimiento potencial en forraje henificado en siembras de temporal es alrededor de 11 t/ha (Espitia *et al.*, 1998).

#### 5.3.2.2. KARMA

Fue formada por recombinación genética y liberada por el INIFAP; tiene mayores cualidades para la producción de grano; sin embargo, también es adecuada para la producción de forraje en verde en siembras de riego durante el invierno. Es de ciclo intermedio, de 116 a 135 días a madurez fisiológica, de porte medio (de 100 a 126 cm), con buena capacidad de amacollamiento y buena cantidad de hojas.

Sus tallos son medio delgados y moderadamente resistentes al acame; su paja es de color amarillo claro, su panícula es de tamaño grande con alta cantidad de grano de color amarillo y de tamaño mediano. Es resistente a roya de la hoja, al desgrane, a la hoja roja, y es moderadamente resistente a roya del tallo.

Se recomienda sembrar durante el temporal del 20 de Mayo al 30 Junio. Puede producir hasta 5.1 toneladas de grano por hectárea. Se sugiere sembrar del 15 de

Octubre al 15 de Noviembre bajo riego. El rendimiento potencial en forraje henificado en siembras de temporal es alrededor de 8.7 t/ha (Espitia *et al.*, 1998).

#### 5.3.2.3. SAIA

Es una variedad brasileña introducida de Minnesota, E.U.A. Tiene un hábito juvenil semirrastrero.

Desde el punto de vista agrícola es una variedad rústica, de desarrollo juvenil lento que le confiere resistencia al ataque de ciertas plagas, pero su rendimiento en grano es pobre (Armero, 1980).

Es una variedad de ciclo tardío, madura en condiciones de temporal a los 130 días o más, tiene buen amacollamiento, su altura va de 120 a 160 cm bajo condiciones de temporal y hasta 170 cm bajo condiciones de riego; sus hojas son angostas de menos de 1.5 cm glabras y con lígula, de un color verde claro. Sus tallos son delgados de textura muy fina y muy frágiles con 5 a 6 nudos; es susceptible al acame, posee resistencia a la roya del tallo y de la hoja, susceptible a la cenicilla, se considera una variedad forrajera (Jiménez, 1992).

Se puede sembrar durante el temporal del 10 al 20 de mayo y bajo condiciones de riego durante el invierno del 15 de octubre al 15 de noviembre.

Su potencial de rendimiento es bajo, puede producir hasta 1.5 toneladas de grano por hectárea. El rendimiento potencial en forraje henificado en siembras de temporal es alrededor de 10.6 t/ha.

#### 5.4. ESTABLECIMIENTO

Para llevar acabo el establecimiento del sistema agroforestal, **combinaciones de cultivos forrajeros y plantaciones**, sé realizaron las actividades siguientes:

En la preparación se realizaron las labores siguientes: barbecho, rastreo y tabloneo. La siembra se llevó acabo el 7 de mayo del 2000, se hizo al voleo sobre terreno seco, se utilizó una densidad de siembra de 110 Kg/ha y la semilla se tapó con una rastra de ramas.

La fórmula que se aplicó en la fertilización fue de 60-00-00 al inicio del amacollamiento, para cada tratamiento.

#### 5.5. DISEÑO DE TRATAMIENTOS

Para probar la hipótesis de que en el sistema agroforestal, **combinaciones de cultivos forrajeros y plantaciones**, la producción y calidad del forraje es menor que en los monocultivos, se establecieron los tratamientos de los monocultivos (Tratamiento I = variedad Cevamex, Tratamiento II = variedad Karma, Tratamiento III = variedad Saia) y las combinaciones durazno-avena que cumplan la condición de que cada cultivo estuviese en situación de posible competencia interespecífica completa. La distribución de las unidades experimentales se presenta en la figura 2. Para someter a prueba las hipótesis de que la calidad del forraje de avena disminuye bajo el sistema agroforestal durazno-avena, en comparación con su monocultivo, y que tal disminución es mayor en el área más cercana al frutal, se

diseñaron los tratamientos (combinaciones) de las variedades de avena cultivadas entre dos hileras de árboles de durazno.

Para poder llevar a cabo ambas hipótesis se realizaron muestreos con y sin sombra en tres etapas fenológicas de desarrollo de cada uno de los tratamientos y a tres diferentes distancias del frutal.

## 5.6. VARIABLES A EVALUAR

Para determinar la producción y calidad del forraje en seco por hectárea, se realizó el corte de la avena en cuadrantes de 0.30 m<sup>2</sup> cada uno, a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo. Los muestreos se realizaron a los 45, 65 y 85 días después de la siembra. Fechas en las cuales las fases fenológicas en la que se encontraba la avena eran amacollamiento, hoja bandera e inicio de floración, respectivamente. Para poder determinar si existía alguna variación en la calidad del forraje producido cuando se tenía la influencia de la sombra de los árboles, se realizaron los cortes a tres distancias del frutal: 15, 75 y 135 cm.

### 5.6.1. LA PRODUCCIÓN DE LA BIOMASA POR VARIEDAD DE AVENA Y FASE FENOLÓGICA

#### **Producción de Materia Verde y Materia Seca**

Para determinar la materia seca parcial (MSP) todas las muestras se secaron en estufa de aire forzado a 72°C durante 48 hrs, hasta que se evaporada toda su agua libre momento en el cual las muestras mantenían un peso constante. Posteriormente se molieron en un molino de cuchillas, con una rejilla con tamaño de orificios de 1 mm.

## 5.6.2. LA CALIDAD DEL FORRAJE PRODUCIDO

### **Contenido de Proteína Cruda**

Los análisis de proteína cruda (PC) se efectuaron por el método de microKjeldahl. El material que se iba analizar primero se digirió en una mezcla concentrada de  $H_2SO_4$  que convierte el N en  $NH_4SO_4$ . Luego se enfría esta mezcla, se diluye con agua destilada y se neutraliza con NaOH, que transforma al N en una forma de Amoníaco Ionizado. Posteriormente se destila la muestra y el destilado se titula con ácido. Para la determinación de nitrógeno total, expresado en porcentaje (Sosa, 1979). Utilizando el factor 6.25 para estimar el contenido de proteína cruda.

### **Contenido de Fibra Detergente Neutro y Detergente Ácido**

Los análisis de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se efectuaron por el método descrito por Van Soest, reportado por Sosa (1979), expresándose en porcentaje. Estos análisis dividen los nutrimentos que se encuentran en los tejidos vegetales, los nutrimentos en un primer grupo (contenido celular) que generalmente se encuentra fácilmente disponible para los animales y en un segundo grupo (paredes celulares) los cuales son mucho menos disponibles. Esto se logra con la extracción del material a prueba con soluciones detergentes neutrales. Si se extrae el alimento con una solución ácido y detergente, el material insoluble (celulosa, lignina, y sílice) se denomina fibra detergente ácido. En ambos casos se agrega la solución correspondiente y se digieren, posteriormente mediante vacío se les extrae el residuo de la solución en la que fueron digeridas, se secan en mufla de aire forzado durante 12 hrs a  $100^{\circ}C$  y se pesan las muestras.

## Contenido de Calcio y Fósforo

Para poder de llevar a cabo los análisis de fósforo y Calcio, fue necesario llevar las muestras a cenizas y estas son el residuo que quedó después de que todo el material combustible fue incinerado (oxidado completamente) en una mufla a 500°C durante 12 hrs. Los análisis de Fósforo (P) se efectuaron a través del Spectrometer ultravioleta (Perkin Elmer, Lambda 2), con una dilución de 5000. Estos análisis se efectúan al colocar una muestra en un receptáculo donde ésta se irradia con los rayos infrarrojos. La luz que se refleja penetra en el instrumento y los cambios que produce la muestra se detectan y se relacionan con la composición de la muestra por medio de una computadora acoplada. Los análisis de Calcio (Ca) se efectuaron mediante el Spectrophotometer Atomic Absorption (Perkin Elmer 4000), con una dilución de 2500. En el manejo de estos instrumentos, los materiales son incinerados y resuspendidos en líquido, el cual es posible introducir directamente en el aparato. La solución pasa a través de una flama que sirve para dispersar las moléculas en átomos individuales. La radiación de una lámpara catódica pasa a través de la flama y los átomos absorben parte de esta radiación en unas longitudes específicas de onda.

## 5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos de la calidad del forraje de avena, identificando los tratamientos formales, las variedades, así como otras influencias como distancia al árbol fueron analizados estadísticamente utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) bajo un modelo completamente aleatorio con 3 tratamientos y 4 repeticiones. También se llevó a cabo comparaciones de medias usando el método de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

El modelo estadístico fue el siguiente:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = respuesta que puede ser cada uno de los indicadores de la calidad del forraje que se determinaron observado en la  $j$ -ésima unidad experimental del  $i$ -ésimo tratamiento o factor

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento o factor o influencia

$E_{ij}$  = error experimental asociado a  $Y_{ij}$

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características dendométricas del durazno

El sistema establecido y evaluado en el presente trabajo, puede ser analizado como una variante del pastoreo en plantaciones de árboles frutales, descrito por Pezo e Ibarahim (1999), en donde los arbustos tuvieron una apariencia homogénea, con una distancia entre hileras de 4.0 m y la distancia entre arbustos, dentro de la hilera, fue de 3.0 m.

**Cuadro 2. Características dendométricas de los arbustos de Durazno (*Prunus persica*)**

Parámetros dendométricos	Promedios
Altura total del arbusto (m)	2.80
Longitud de copa (m)	1.71
Altura del fuste (m)	1.09
Diámetro de copa (m)	2.45
Densidad de población (arbustos /ha)	833

### Niveles de producción de forraje de avena

En el cuadro No. 3 se muestran los niveles de producción obtenidos para las tres variedades de avena en estudio, así como el efecto que tuvo la distancia de los arbustos y el sombreado sobre la producción del forraje.

Las variedades en estudio no difirieron significativamente ( $P>0.05$ ) en cuanto a los niveles de producción de forraje para ninguna de las tres fases fenológicas analizadas; tampoco se encontró efecto de la distancia de los arbustos ni del sombreado.

**Cuadro 3. Efecto de la variedad, distancia del arbusto y sombreado sobre la producción de forraje (t/ha)**

Indicadores	Materia Verde			Materia Seca		
	Fases fenológicas					
	I	II	III	I	II	III
Variedades:						
Cevamex	23.2a	23.6a	32.4a	5.1a	6.3a	7.9a
Karma	20.2a	19.1a	29.5a	4.2a	5.1a	7.4a
Saia	20.6a	22.2a	25.4a	5.2a	5.6a	5.6a
Distancia del arbusto (cm):						
15	22.9a	26.1a	33.8a	5.5a	6.4a	8.2a
75	19.5a	17.4a	26.7a	4.1a	5.0a	6.1a
135	21.6a	21.4a	26.8a	5.0a	5.0a	6.6a
Efecto del sombreado:						
Con sombra	20.7a	20.9a	25.5a	4.8a	5.6a	6.2a
Al sol	21.8a	22.6a	32.6a	4.9a	6.0a	7.8a

Medias con letras diferentes, en una misma columna, difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

I: Fase fenológica amacollamiento

II: Fase fenológica hoja bandera

III: Fase fenológica iniciode floración

Los valores obtenidos en este trabajo son algo superiores a los indicados por Robles (1990), para la variedad ICA-Soraca, cosechada entre los 90 y 105 días, que oscilaron entre 20-25 t/ha.

Flores (1991), al realizar una revisión de la producción de forraje en verde y en seco de 17 variedades de avena forrajera plantea rangos de 37.3 a 56.9 t/ha para el forraje verde y de 9.7 a 15.4 t/ha para el forraje secado al sol.

Bogdan (1997), citando resultados publicados por Crowder *et al.* (1970), plantea que en Colombia el cultivo de avena forrajera se utiliza en zonas altas, arriba de 1600 m de altitud, con producciones de forraje verde entre 10 y 15 t/ha; este mismo autor encontró que en Madagascar sembrando tempranamente en suelos bien fertilizados se pueden producir hasta 52 t/ha de forraje fresco.

Jiménez (1989) indica niveles de producción promedio para la avena, como cultivo forrajero en México, bajo muy diversas condiciones ambientales y de manejo, que oscilan en un rango de 15 y 60 t MV/ha/año y de 2 a 10 t MS/ha/año.

En el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Morales (1995) al evaluar tres cultivares de avena forrajera bajo condiciones de pastoreo obtuvo producciones netas de forraje que variaron entre 3.7 y 4.2 t MS/ha; uno de los cultivares evaluados fue SAIA el cual produjo 3.9 t MS/ha en tres pastoreos. Esos niveles de rendimiento resultaron menores que los obtenidos en el presente experimento.

En términos generales se puede concluir que los niveles de producción de biomasa obtenidos en la presente investigación, al evaluar la producción de avena forrajera en plantaciones de árboles frutales se encuentran dentro del rango de valores indicados en la literatura.

se observan diferencias significativas ( $P>0.05$ ), para ninguno de los indicadores analizados.

**Cuadro 4. Composición química del forraje de avena, efecto de la variedad y etapa fenológica**

Fase Fenológica	Variedad	Composición química (% en base seca)					
		MS	PC	FDN	FDA	Ca	P
I	Cevamex	24.2ab	7.1a	75.40a	49.60a	0.36a	0.47a
	Karma	25.5a	6.7a	74.07a	51.20a	0.29a	0.45a
	Saia	22.2b	5.9a	73.05a	45.40a	0.35a	0.48a
II	Cevamex	22.2a	6.8a	68.30a	52.00a	0.34b	0.49b
	Karma	22.5a	5.6a	68.40a	51.10a	0.33b	0.45b
	Saia	23.9a	7.7a	65.10a	52.30a	0.53a	0.62a
III	Cevamex	27.1a	7.0a	63.40a	59.00a	0.27ba	0.33b
	Karma	27.7a	6.5a	76.00a	63.80a	0.22b	0.37b
	Saia	27.6a	7.9a	65.30a	56.90a	0.39a	0.44a

Medias con letras diferentes, en una misma columna, difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

MS: Materia seca

PC: Proteína cruda

FDN: Fibra detergente neutro

FDA: Fibra detergente ácida

Ca: Calcio

P: Fósforo

El contenido de proteína cruda varió de 5.6 a 7.9 % en base seca. Estos valores son bajos con relación a los indicados en gran parte de la literatura revisada.

Según McDowell (1975), el nivel óptimo de proteína cruda en las gramíneas debe ser de 7% aun que este mismo autor señala como límite el 6%, para que no se vea afectada la actividad bacteriana del rumen de los animales domésticos.

Jarrige (1989) indica un contenido medio de PC para el forraje de avena, al inicio de la floración, de 10.1 % de la MS; Crampton y Harris (1974) plantean que el

contenido proteínico del forraje de avena oscila entre 27.6 y 8.3 % de la materia seca, en dependencia de su estado de madurez.

Para las condiciones de México, Jiménez (1989) señala valores que oscilan de 7.9 hasta 18.2 % en base seca. En las condiciones concretas del Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Morales (1995), al evaluar tres variedades de avena bajo condiciones de pastoreo, obtuvo contenidos de proteína cruda que oscilaron entre 10.9 y 12.9 % en base seca.

Sin embargo, el rango de valores obtenido en el presente trabajo coincide con los resultados obtenidos por Peñúñuri *et al.* (1981) al evaluar 6 variedades de avena (Nora, Texas, Cuahémoc, Cimarrón, Bronco y Walken) en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. Los valores de proteína cruda obtenidos por los mencionados investigadores oscilaron entre 5.68 % para la variedad Cuauhtemoc y 7.28 % para la variedad Texas.

Los niveles de proteína obtenidos en el forraje de avena, en el presente trabajo, comprometen la calidad del forraje producido y el comportamiento productivo de animales alimentados a base de éste, si solamente este forraje es utilizado como único alimento.

Según Van Soest (1993), cuando el forraje ofrecido a los animales tiene un nivel de proteína cruda de 7 %, el consumo de forraje se ve significativamente afectado. En este sentido Hodgson (1994), menciona que el consumo de forraje puede limitarse seriamente cuando existe una importante deficiencia de nitrógeno en la dieta; sin embargo Humphreys (1991) considera que el valor crítico de nitrógeno en un

forraje, para que no se afecte negativamente el nivel de ingestión es de 1.1 a 1.3 %, lo cual equivalente a 7-8 % de PC.

El análisis estadístico efectuado muestra que en ningún caso hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ), para Ca y P. Sin embargo para estos mismos nutrientes en el cuadro No. 4 no se observa diferencias significativas ( $P>0.05$ ) al evaluar el efecto de la composición química sobre la variedad y la etapa fenológica.

El contenido de fósforo varió de 0.33 a 0.62 % en base seca. Ribaski (1999), al estudiar la influencia del algarrobo (*Prosopis juliflora*) en contenido de P en el forraje de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en la región semiárida brasileña, no encontró efecto del sombreado sobre el contenido de P, los resultados obtenidos en el presente experimento coinciden con lo manifestado por dicho autor. Así mismo los resultados encontrados para Ca, tienen una misma tendencia que el fósforo con relación al efecto del sombreado.

Castro (1996, citado por Ribaski, 1999), trabajando con seis gramíneas forrajeras encontró conclusiones contradictorias a la anterior, ya que la tendencia de sus resultados fue el aumento del calcio cuando se tenía una exposición de sombreado. En los cuadros No. 5 y 6 se muestran los resultados del efecto de la distancia de muestreo y del sombreado, respectivamente, sobre la composición química del forraje de avena. El análisis estadístico efectuado muestra que en ningún caso hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ), para ninguno de los indicadores evaluados.



Con relación al efecto del sombreado sobre los niveles de rendimiento de la avena, en ninguna de las fases de crecimiento estudiadas en esta investigación se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los niveles de producción al sol y bajo condiciones de sombreado, igualmente se observó que no existió diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para los niveles de producción de forraje en dependencia de la distancia entre los arbustos y el sitio de muestreo.

Shelton *et al.* (1997) sostienen que el principal factor que limita el crecimiento de pasturas en los sistemas silvopastoriles es el nivel de sombreado ejercido por los árboles y arbustos; para Pezo e Ibrahim (1999), el efecto de la sombra sobre el estrato herbáceo se refleja en cambios morfológicos y fenológicos, reducción en la producción de fitomasa y cambios en la calidad nutritiva.

Según Ribaski (1999), la presencia de un árbol en un estrato vegetal herbáceo puede influir en el desarrollo de dicho estrato en diferentes formas: sus raíces compiten con las raíces de las plantas herbáceas por agua y nutrientes en el suelo y en la copa por la intercepción de luz necesaria para la fotosíntesis. Este autor, al estudiar la influencia del algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la disponibilidad del forraje de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en la región semiárida brasileña, encontró un efecto significativo por la presencia del componente arbóreo sobre la producción de forraje de la gramínea; el rendimiento promedio de la materia seca forrajera obtenido en las praderas bajo la influencia del algarrobo fue siempre menor y significativamente diferente ( $P < 0.05$ ) de la producción encontrada en la pastura cultivada a pleno sol.

**Cuadro 5. Composición química del forraje de avena, efecto de la distancia de los arbustos**

Fase Fenológica	Distancia (cm)	Composición química (% en base seca)					
		MS	PC	FDN	FDA	Ca	P
I	15	24.4a	6.2a	75.3a	48.3a	0.38a	0.48a
	75	22.9a	7.1a	70.9a	70.9a	0.35a	0.46a
	135	24.5a	6.4a	76.2a	76.2a	0.26a	0.44a
II	15	21.6a	7.6a	72.0a	54.2a	0.41a	0.53a
	75	23.5a	5.2a	66.1a	51.3a	0.38a	0.52a
	135	23.6a	7.3a	63.7a	50.1a	0.41a	0.51a
III	15	28.5a	8.2a	69.7a	61.7a	0.28a	0.38a
	75	25.8a	6.1a	65.6a	56.6a	0.30a	0.39a
	135	28.0a	6.6a	69.7a	61.4a	0.30a	0.37a

Medias con letras diferentes, en una misma columna, difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

Pezo e Ibraim (1999) afirman que el sombreado afecta la calidad nutritiva de los forrajes, pero que en algunos casos esos efectos pueden estar mediados por cambios anatómicos o morfológicos que sufren las plantas. De acuerdo con estos autores, las plantas forrajeras que crecen a la sombra poseen: hojas más largas y menos gruesas, menor desarrollo radicular, floración tardía o inhibición de la misma, elongación de los tallos, menor formación de vástagos y menor ramificación; la mayor longitud de las hojas trae como consecuencia un incremento en la capacidad de captación de la luz solar, el menor grosor de las hojas repercute en una disminución de la tasa de respiración. El resto de los cambios morfológicos repercuten en: menor tolerancia a la sequía, menor anclaje de la planta, menor tolerancia al pisoteo, menor persistencia, etc.

**Cuadro 6. Composición química del forraje de avena, efecto del sombreado**

Fase Fenológica	Sombreado	Composición química (% en base seca)					
		MS	PC	FDN	FDA	Ca	P
I	Con	24.3a	6.2a	76.7a	51.2a	0.37a	0.49a
	Sin	23.5a	6.9a	71.5a	46.3b	0.29a	0.43b
II	Con	23.6a	6.6a	71.0a	52.3a	0.40a	0.53a
	Sin	22.2a	6.8a	63.6a	51.4a	0.40a	0.50a
III	Con	27.3a	7.1a	68.4a	62.3a	0.31a	0.39a
	Sin	27.6a	7.2a	68.1a	57.4a	0.28a	0.37a

Medias con letras diferentes, en una misma columna, difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

Según Pezo e Ibahim (1999), el sombreado de las plantas forrajeras, repercute sobre la calidad nutritiva de las mismas, de la forma siguiente:

- Bajo la sombra, los forrajes presentan mayores niveles de proteína cruda y más bajos niveles de carbohidratos no estructurales (azúcares y almidones).
- No ha habido consistencia, en cuanto al efecto de la sombra sobre el contenido y la composición de las fracciones fibrosas constituyentes de la pared celular, ni sobre la digestibilidad.
- En algunos forrajes, como kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), guinea (*Panicum maximum*), var. Trichoglume y Riversdale, así como en *Brachiaria decumbens* var. Basilisk, los animales tendieron a consumir menos forraje que crecía bajo sombra.

A diferencia de los resultados obtenidos en el presente trabajo, Ribaski (1999) encontró un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) con la presencia de árboles sobre el nivel de MS de la gramínea estudiada; el contenido de MS aumentó alrededor de 4.6 puntos porcentuales, sobre los niveles encontrados en el zacate buffel en condiciones de monocultivo. A pesar de ello, este autor afirma que existe suficiente

evidencia en la literatura mundial para esperar que las gramíneas cultivadas a la sombra sean más suculentas y por consecuencia, posean menores niveles de materia seca.

El contenido de proteína cruda varió de 5.6 a 7.9 % en base seca. Estos valores son bajos con relación a los indicados en gran parte de la literatura revisada.

En el presente trabajo el sombreado no influyó sobre los contenidos de PC, FDN y FDA. Bajo condiciones tropicales y evaluando la influencia del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la disponibilidad y calidad del forraje de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en la región semiárida brasilera, Ribaski (1999) encontró mayores niveles de nitrógeno y por consecuencia, de proteína cruda ( $P > 0.05$ ), tanto en época de seca como de lluvia, para el forraje cultivado bajo la copa de los árboles.

Las diferencias encontradas con relación a la influencia de la sombra sobre el contenido de nitrógeno en el forraje, pueden relacionar con los factores que modifican el efecto de la sombra sobre el desarrollo de las gramíneas forrajeras (Pezo e Ibrahim, 1999); La forma y consecuentemente altura de copa y arbusto del durazno, así como la densidad y distribución espacial de los arbustos no propiciaron un sombreado permanente, lo que unido a las características de la avena, como planta con vía fotosintética  $C_3$ , demandante de menor intensidad luminosa para su actividad fotosintética, puede haber modificado sustancialmente el efecto de la presencia de los arbustos sobre la producción y calidad del forraje.

Los niveles de fibra, en el forraje de avena, no estuvieron tampoco influenciados por la presencia de los arbustos, sin embargo, está descrito por Pezo e Ibrahim

(1999) la no consistencia en cuanto al efecto de la sombra sobre el contenido y la composición de las fracciones fibrosas constituyentes de la pared celular, ni sobre la digestibilidad del forraje. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ribaski (1999), quien no encontró efecto del sombreado sobre el contenido de FDN. Bajo otras condiciones, Norton *et al.* (1991) no indican diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para los contenidos de celulosa y lignina en forrajes tropicales cultivados al sol o la sombra (con 50 % de interferencia de la luz solar).

## 7. CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones particulares en las cuales se realizó el presente trabajo, las variedades evaluadas no difirieron significativamente ( $P>0.05$ ) en la producción de biomasa y calidad, cuando se tenía la influencia del sombreado de los árboles o sin ella.
2. Bajo las condiciones específicas en las cuales se llevó a cabo esta investigación la producción y calidad de las variedades estudiadas no difirieron significativamente ( $P>0.05$ ) al realizar los cortes del forraje a diferentes distancias de separación del frutal.
3. La variedad Karma tendió a ser la más precoz, precediendo Cevamex, siendo la variedad Saia la de mayor ciclo fisiológico. Existiendo una diferencia de 20 días a madurez fisiológica entre Karma y Saia.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Las tendencias reportadas en la presente investigación permiten establecer un orden de preferencia provisional a la recomendación de variedades de avena para un sistema agroforestal. El orden es hacia Cevamex en primer término, seguida por Saia y por último Karma.
2. La mejor época de utilización como forraje para las tres variedades estudiadas es al inicio de la floración, ya que es cuando estas variedades presentan un mayor valor nutritivo.
3. Sobre la base de los resultados obtenidos en esta investigación y bajo las condiciones específicas en las cuales se realizó, el forraje de las variedades estudiadas no recomienda suministrar como único alimento, ya que se reportan valores bajos en proteína, lo cual podría incidir sobre la digestibilidad del mismo.

## 9. LITERATURA CITADA

- Almaguer, V. G. 1991. Fruticultura General. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 370 p.
- Allen M. 1995. El uso de forrajes de calidad como elemento clave para una producción de leche superior. *In:* Memoria del tercer encuentro nacional de ganaderos lecheros. 16-18 de marzo. Torreón, Coahuila. 71 p.
- Armero, T. J. E. 1980. Estudio de rendimiento para producción de forraje y grano en 5 densidades de siembra de avena, variedad saia (*Avena strigosa*), Apodaca, N.L. en el ciclo 1978-1979.
- Aserca. 1996. La pera Mexicana, posibilidades y perspectiva. Claridades Agropecuarias. 35:3-22.
- Beever, D. E. 1984. Utilization of the energy and protein components of forages by rumiantes A United Kingdom perspective. National Wheat Pasture Symposium Proceeding Oct. 1983. Oklahoma State University.
- Bogdan F.L.S. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. AGT editor, S.A. México, D.F. 461 p.
- Budowski, G. 1993. Agroforestería: una disciplina basada en el conocimiento tradicional. Revista Forestal Centroamericana. CATIE Turrialba, Costa Rica. 2(3):14-28.
- Castro, R.T.C. 1996. Tolerancia de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento. Vicosa, Minas Gerais, Brasil, 247 pp Tese Doutorado. Universidade Federal de Vicosa.

- Cortez, A. J. 1998. Pastoreo de la asociación avena (*Avena sativa* var. cocker) raigrás anual (*Lolium multiflorum*) para la producción invernal de leche. Tesis de Maestría. Chapingo estado de México. 148 p.
- Crampton E. W. y Harris L. E. 1974. Nutrición aplicada. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 756 p.
- Daniel O, Couto L. 1998. Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con eucalipto en Brasil. Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en latinoamérica.
- Duarte, L. E. 1992. Evaluación Financiera de los sistemas agroforestales tradicionales en la región central de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 95 p.
- Ehrenreich, J. H. y Crosby J. S. 1958. Herbage production is related to hardwood crown cover. *Journal of Forestry*, Bethesda 58: 564-565
- Elizalde, J. C; Santini, F. J. y Pasinato, A. M. 1992<sup>a</sup>. Digestión de forraje fresco de avena. I. Materia orgánica y síntesis proteica ruminal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 12 Sup. 1. pp 17.
- Elizalde, J. C. Santini, F. J. y Pasinato, A. M. 1992<sup>b</sup>. Digestión de forraje fresco de avena. II. Proteína bruta. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 12 Sup. 1. pp 18.
- Espitia, R. E; T; Villaseñor, M. H. E. Y Márquez, G.C. 1998. Karma nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Inifap. Folleto Técnico núm. 11. 14 p.
- Espitia, R. E; T; Villaseñor, M. H. E. Y Márquez, G.C. 1998. Cevamex nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Inifap. Folleto Técnico núm. 12. 14 p.

- Espitia, R. E; Tovar, G. M. R. Y Villaseñor, M. H. E. 1999. Variedades de avena grano-forraje para siembras de temporal en México. Inifap. Bol. Téc. Núm. 9. 6 p.
- Flores, A. R. 1992. Comportamiento de la Asociación Maíz (*Zea mays* L.)-frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con relación a la fertilización con nitrógeno y fósforo: una reevaluación. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 149 p.
- Flores M. A. J.1991. Manual de la alimentación animal. Ediciones ciencia y técnica, S.A. México, D.F. 518 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones climáticas de la Republica Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México. 252 p.
- Gliesman, S. R. 1971. Sistemas de cultivos múltiples: Una base para el desarrollo de alternativas agrícolas. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Tabasco, México.
- Hernandez, X. E. 1959. La agricultura. En Enrique Beltran (Ed) Los recursos del sureste y su aprovechamiento. 2a. Parte INIREB. México. Tomo III. pp. 1-58.
- Hodgson J. 1994. Manejo de pastos. Teoría y práctica. Ed. Diana. 252 p.
- Howard-Borgas. 1998. Los árboles y arbustos en la ganadería. *In*: Memoria del III taller internacional silvopastoril. 25-27 de noviembre. Matanzas, Cuba. 275 p.
- Humpheys L. R. 1991. Tropical pasture utilisation. Cambrigde University Press. Melbourne, Australia. 206 p.
- Inegi. 1994. Análisis de la situación frutícula en México. VII Censo Agropecuario, 1991. México. 171 p.
- Jarrige R. 1989. Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables. Jhon libbey eurotext Londo-Paris. 389 p.

- Jiménez, M. A. 1989. La producción de forrajes en México. Universidad Autónoma Chapingo, Banco de México-FIRA. 100 p.
- Jiménez, G. C.A. 1992. Descripción de variedades de avena cultivadas en México. Inifap. 67 p.
- Kang, B. T. 1994. Cultivo en Callejón: logros y perspectivas. *In: Agroforestería en Desarrollo: Educación, Investigación y Extensión. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp. 61-82.*
- Krishnamurthy L. R; Flores A. M. U; Larqué S. 1984. Introducción. *In: Análisis de la estructura, función dinámica y manejo del Agroecosistema de cultivos asociados. Informe Técnico del Proyecto PCAFBNA-0001404 para CONACYT. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 400 p.*
- Krishnamurthy L. y M. Ávila T. 1999. Agroforestería Básica. PNUMA. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. México. 350 p.
- López, B.L. 1991. Cultivos herbáceos, cereales. vol. 1. Mundiprensa. Madrid, España. 539 p.
- Márquez, S. F. 1977. Sistemas de producción agrícola (Agroecosistemas). Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 192 p.
- Márquez, S. F. 1977b. Clasificación tecnológica de los sistemas de producción agrícola (agrosistemas) según los ejes, espacio y tiempo *In: E. Hernández X. (ed). Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp 255-275.*
- Maldonado, G. L. 1989. Prueba comparativa del rendimiento forrajero de cuatro cultivos de invierno en tres fechas de corte: Embuche, Floración y Lechoso-Masoso. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp 3-15.

- Montoya, L. J.; Baggo, A. J. 1992. Estudio economico da introducae de mudas altas apara sombreamento de pastagens. *In: Encontro Brasileiro de Economia e Planeamiento Florestal*, 2. Curitiba, Anais. Colombo: EMBRAPA-CNFlorestas, v.2. pp 17-91.
- Morales, M. B. 1995. Evaluación de tres cultivares de avena forrajera bajo pastoreo en chapingo, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 78 p.
- Musálem, S. M. A. 1998. Cultivos en Callejones *In: Curso de Sistemas Agrosilvopastoriles*. Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Chapingo, México. 15 p.
- McDowell, R. E. 1975. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Ed. Acribia. 692 p.
- Nair, P. K. R. 1997. Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Pennington, T. D. y Sarukan, K.J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. FAO. México, pp 42-46.
- Pezo, D. y Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Centro agronómico de investigación y enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Peñúñuri M., Lizárraga del C., Cabanillas C. y Zapata M. M. A. 1981. Estudio comparativo de ocho cereales evaluados por su calidad y producción forrajera. <http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/forrajef/F81006.html>
- Ribaski, J. 1999. Influencia del Algarrobo *Prosopis juliflora* en la Disponibilidad y Calidad del Forraje de Pasto *Bufo ciliaris* en la Región Semi-árida Brasileira. [www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrof99/ribaski.htm](http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrof99/ribaski.htm)

## **APÉNDICE**

**Apéndice 1. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de embuche entre variedades**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Variedad	2	144.7677	0.69	0.5148
	Error	15	1563.7259		
MSP	Variedad	2	17.3606	1.30	0.3026
	Error	15	100.4694		
PC	Variedad	2	4.2726	0.53	0.6019
	Error	15	61.0151		
FDN	Variedad	2	16.2962	0.21	0.8100
	Error	15	571.8671		
FDA	Variedad	2	106.7368	2.36	0.1284
	Error	15	339.0911		
P	Variedad	2	0.0038	0.92	0.4215
	Error	15	0.0317		
Ca	Variedad	2	0.0153	0.67	0.5259
	Error	15	0.1715		

Valores con ( $r < 0.05$ ) son estadísticamente diferentes.

- Robles S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa. México, D. F: 664 p.
- Quiñones, C. H. 1996. El subsector frutas de clima templado y el mercado exterior de México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 99 p.
- Steel, R.G.D; Torrie J.H. 1988. Bioestadística principios y procedimientos. 2ª ed. McGraHill. México, D. F. 622 p.
- Stolle, M. E. 1993. Estudio comparativo del comportamiento nutrimental de tres familias de durazno (*Prunus persica* Batsch.) bajo las condiciones climaticas de chapingo a través del año. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 5-43.
- Tovar, G. M. R; Espitia, R. E. y Villaseñor M. H. E. 2000. Potencial productivo y nutricional de genotipos de avena para forraje bajo condiciones de temporal en la region de valles altos. In: XXVIII Reunión anual de la asociación mexicana de producción animal. (Universidad Autónoma de Chiapas y Asociación mexicana de producción animal). Tapachula, Chiapas. 27-30 Septiembre del 2000. Universidad Autónoma de Chiapas. 332 p.
- Van Soest, P. J. 1993. Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para rumiantes. En: XVI Simposium de ganadería tropical. IV Ciclo de conferencias sobre bovinos de doble propósito. Veracruz, Veracruz. pp. 85-180.
- Verduzco, G. J. 1970. Incremento de las especies valiosas por el sistema taungya. México, Reimpreso de Bosques 7(1): pp 28-31.
- Villafuerte, L. 1999. Rendimiento de pasturas con y sin sombra en el trópico húmedo de Costa Rica. [www.catie.ac.cr/información/RAFA/rev\\_23/ntc23.htm](http://www.catie.ac.cr/información/RAFA/rev_23/ntc23.htm).

**Apéndice 2. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de embuche con y sin exposición del sombreado**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Arbol	1	229.4082	2.48	0.1347
	Error	16	1479.0855		
MSP	Arbol	1	11.6001	1.75	0.2048
	Error	16	6.6393		
PC	Arbol	1	2.2190	0.56	0.4640
	Error	16	63.0688		
FDN	Arbol	1	122.9312	4.23	0.0565
	Error	16	465.2321		
FDA	Arbol	1	110.3107	5.26	0.0357
	Error	16	335.5171		
P	Arbol	1	0.0174	15.30	0.0012
	Error	16	0.0182		
Ca	Arbol	1	0.0320	3.32	0.0873
	Error	16	0.1547		

Valores con (P<0.05) son estadísticamente diferentes.

**Apéndice 3. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de embuche entre distancias**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Distancia	2	199.8773	0.99	0.3933
	Error	15	1508.6163		
MSP	Distancia	2	15.4575	1.13	0.3483
	Error	15	102.3725		
PC	Distancia	2	2.9949	0.36	0.7031
	Error	15	62.2928		
FDN	Distancia	2	95.5577	1.45	0.2646
	Error	15	492.6055		
FDA	Distancia	2	22.6244	0.40	0.6767
	Error	15	423.2035		
P	Distancia	2	0.0070	1.86	0.1901
	Error	15	0.0285		
Ca	Distancia	2	0.0452	2.40	0.1248
	Error	15	0.1415		

Valores con ( $r < 0.05$ ) son estadísticamente diferentes.

**Apéndice 4. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de hoja bandera entre variedades**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Variedad	2	62.4312	0.65	0.5361
	Error	15	720.3271		
MSP	Variedad	2	3.6002	0.95	0.4097
	Error	15	28.4920		
PC	Variedad	2	13.3987	1.40	0.2759
	Error	15	71.5373		
FDN	Variedad	2	42.6072	0.29	0.7520
	Error	15	1099.8761		
FDA	Variedad	2	4.8705	0.17	0.8419
	Error	15	209.9009		
P	Variedad	2	0.0991	31.10	0.0001
	Error	15	0.0239		
Ca	Variedad	2	0.1469	8.47	0.0035
	Error	15	0.1301		

Valores con ( $r < 0.05$ ) son estadísticamente diferentes.

**Apéndice 5. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de hoja bandera con y sin exposición del sombreado**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Arbol	1	15.1616	0.32	0.5818
	Error	16	767.5966		
MSP	Arbol	1	0.0401	0.02	0.8892
	Error	16	32.0522		
PC	Arbol	1	0.3612	0.07	0.7971
	Error	16	84.5748		
FDN	Arbol	1	245.2374	4.37	0.0528
	Error	16	897.2459		
FDA	Arbol	1	3.8734	0.29	0.5952
	Error	16	210.8980		
P	Arbol	1	0.0037	0.50	0.4880
	Error	16	0.1192		
Ca	Arbol	1	0.00	0.00	1.00
	Error	16	0.2771		

Valores con ( $r < 0.05$ ) son estadísticamente diferentes.

**Apéndice 6. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de hoja bandera entre distancias**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Distancia	2	226.3624	3.05	0.0773
	Error	15	556.3958		
MSP	Distancia	2	3.3059	1.95	0.1772
	Error	15	1.6986		
PC	Distancia	2	21.2536	2.50	0.1153
	Error	15	63.6824		
FDN	Distancia	2	214.8167	1.74	0.2097
	Error	15	927.6666		
FDA	Distancia	2	53.4856	2.49	0.1167
	Error	15	161.2858		
P	Distancia	2	0.0007	0.04	0.9581
	Error	15	0.1223		
Ca	Distancia	2	0.0044	0.12	0.8850
	Error	15	0.2726		

Valores con ( $r < 0.05$ ) son estadísticamente diferentes.

**Apéndice 7. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de inicio de floración entre variedades**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Variedad	2	32.4019	1.01	0.3874
	Error	15	240.4104		
MSP	Variedad	2	2.0077	0.67	0.5258
	Error	15	22.4366		
PC	Variedad	2	5.9563	0.46	0.6389
	Error	15	96.7726		
FDN	Variedad	2	554.7305	11.55	0.0009
	Error	15	360.1232		
FDA	Variedad	2	153.8990	2.45	0.1199
	Error	15	470.8774		
P	Variedad	2	0.0381	14.71	0.0003
	Error	15	0.0194		
Ca	Variedad	2	0.0826	4.04	0.0394
	Error	15	0.1532		

Valores con ( $r < 0.05$ ) son estadísticamente diferentes.

**Apéndice 8. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de inicio de floración con y sin exposición del sombreado**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Arbol	1	4.3512	0.26	0.6175
	Error	16	268.4611		
MSP	Arbol	1	0.7200	0.49	0.4959
	Error	16	23.7244		
PC	Arbol	1	0.0112	0.00	0.9671
	Error	16	102.7177		
FDN	Arbol	1	0.4232	0.01	0.9325
	Error	16	914.4306		
FDA	Arbol	1	108.3882	3.36	0.0855
	Error	16	516.3882		
P	Arbol	1	0.0037	1012	0.3067
	Error	16	0.0538		
Ca	Arbol	1	0.0024	0.17	0.6874
	Error	16	0.2334		

Valores con ( $r < 0.05$ ) son estadísticamente diferentes.

**Apéndice 9. Análisis de varianza del rendimiento y valor nutritivo para la fase de inicio de floración entre distancias**

Variable	Factor	g.l.	C.M.	F	Pr > F
RMV	Distancia	2	35.4602	1.12	0.3519
	Error	15	237.3520		
MSP	Distancia	2	6.9811	3.00	0.0803
	Error	15	17.4633		
PC	Distancia	2	14.1111	1.19	0.3301
	Error	15	88.6178		
FDN	Distancia	2	64.1101	0.57	0.5799
	Error	15	850.7437		
FDA	Distancia	2	99.5320	1.42	0.2721
	Error	15	525.2444		
P	Distancia	2	0.0005	0.08	0.9272
	Error	15	0.0570		
Ca	Distancia	2	0.0021	0.07	0.9351
	Error	15	0.2337		

Valores con ( $r < 0.05$ ) son estadísticamente diferentes.



