

29 29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

DESCRIPCION VARIETAL DE 10 CULTIVARES
DE AVENA (*Avena sativa* L.) BAJO CONDICIONES
DE LABORATORIO E INVERNADERO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE;
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :

MARTIN GERARDO MARTINEZ VALDES

DIRECTOR DE TESIS:
DR. AQUILES CARBALLO CARBALLO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	Pág.
INDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	11
2.1 Origen de la avena	4
2.2 Taxonomia	5
2.3 Morfologia de la avena	10
2.3.1 Raíces, tallos y hojas	10
2.3.2 Inflorescencia	11
2.4 Etapas de desarrollo de la planta	13
2.4.1 Germinación	14
2.4.2 Emergencia de la plántula	15
2.4.3 Crecimiento de raíces	15
2.4.4 Amocollamiento	15
2.4.5 Aparición de panoja	16
2.4.6 Elongación del tallo	17
2.4.7 Floración	17
2.4.8 Madurez del grano	18
2.5 Descripción varietal	18
2.5.1 Importancia y usos de la descripción varietal	22
2.5.2 Efecto del ambiente en la descripción varietal	23
2.5.3 Clasificación de caracteres y parámetros empleados en la descripción varietal	24
2.6 Métodos para la identificación de variedades	27
2.6.1 Método de parcela de campo	28
2.6.2 Método de invernadero o cámara de crecimiento	30
2.6.3 Método de laboratorio	31
2.6.3.1 Observación visual de semillas ...	32
2.6.3.2 Prueba de luz ultravioleta	34

	Pág.
2.6.3.3 Pruebas químicas y bioquímicas ...	36
2.6.3.4 Número de cromosomas	37
2.6.3.5 Métodos citológicos	40
2.6.4 Métodos complementarios para identificación de variedades	40
III. MATERIALES Y METODOS	45
3.1 Localización del experimento	45
3.2 Material genético	45
3.3 Métodos	45
3.3.1 Pruebas de invernadero	47
3.3.2 Pruebas de laboratorio	47
3.3.2.1 Prueba de imbibición	48
3.3.2.2 Prueba de fenol	48
3.3.2.3 Prueba de luz ultravioleta	49
3.3.3 Características medidas en la semilla y en plántula	49
3.3.4 Análisis estadístico	52
3.3.5 Tamaño de muestra en la estimación de pará metros estadísticos de caracteres cualitá tivos y cuantitativos	53
IV. RESULTADOS	55
4.1 Pruebas de laboratorio	55
4.1.1 Caracteres morfológicos de semillas	55
4.1.1.1 Color de lemma y palea	55
4.1.1.2 Color de pericarpio, forma y cubrimiento de semilla	55
4.1.1.3 Vellosidad de lemma y palea (VLP), vellosidad de la parte basal (VBPS) y de la parte terminal de la semilla (VPTS)	57
4.1.1.4 Peso de 1000 semillas	58
4.1.1.5 Longitud, anchura y espesor de semilla	59
4.1.1.6 Peso y cantidad de cáscara	61
4.1.1.7 Tamaño de semilla	62
4.1.2 Pruebas fisiológicas y químicas	64
4.1.2.1 Prueba de imbibición	64
4.1.2.2 Prueba de fenol	68
4.1.2.3 Prueba de luz ultravioleta	71

	Pág.
4.2 Prueba de invernadero	72
4.2.1 Análisis de varianza	72
4.2.2 Dias a emergencia	74
4.2.3 Materia seca (raíz, parte aérea y total) .	76
4.2.4 Longitud de coleoptilo	78
4.2.5 Altura de planta	79
4.2.6 Color de hoja	80
4.2.7 Aparición de primera hoja extendida	80
4.2.8 Vellosoidad de la hoja y vellosoidad del culmo	81
4.2.9 color de coleoptilo	82
4.3 Descripción general de las variedades bajo estudio	86
 V. DISCUSION	
5.1 Pruebas de laboratorio	87
5.2 Pruebas de invernadero	91
5.3 Consideración conjunta de las pruebas	92
VI. CONCLUSIONES	94
VII. BIBLIOGRAFIA	96
VIII. APENDICE	103

INDICE DE CUADROS

CUADRO		Pág.
1	Clasificación de especies según Holden	7
2	Clasificación de especies de avena según O'Mara .	8
3	Clasificación de las especies según Coffman	9
4	Genealogía, uso y método de obtención de las 10 variedades de avena utilizadas en la investigación	46
5	Color de lemma y palea en 10 variedades de avena	56
6	Color de pericarpio, forma y cubrimiento de la semilla	57
7	Vellosidad de lemma y palea, y de la parte basal y terminal de la semilla	58
8	Peso de 1000 semillas	59
9	Largo, ancho y espesor de semilla en 10 variedades de avena	60
10	Peso de porcentaje de cáscara de 10 variedades de avena	62
11	Porcentajes en tamaños de semilla de 10 variedades de avena	63
12	Porcentaje acumulativo de agua en imbibición por variedad	64
13	Horas y porcentajes coincidentes por grupo de horas en porcentaje acumulativo de agua en el proceso de imbibición	65
14	Hora y porcentaje coincidente entre repeticiones en el porcentaje de agua imbibida por hora	66
15	Peso inicial y peso final de agua imbibida, y absorción de agua por hora en la prueba de imbibición	67
16	Porcentaje de agua en peso total acumulado en la semilla en la prueba de imbibición	68
17	Relación de tonalidad tomada por variedad en semilla de 10 variedades de avena bajo el tratamiento de fenol	69
18	Reacción diferencial al tratamiento de fenol en la semilla	70
19	Presencia de fluorescencia, porcentaje y zona fluorescente en semilla de 10 variedades de avena	71
20	Análisis de varianza para las variables medidas .	73
21	Velocidad de germinación, porcentaje de germinación y número de plantas emergidas por variedad	75
22	Promedio de días de emergencia, rango de días de emergencia y número de plantas emergidas por variedad	76
23	Promedios y porcentajes de materia seca de raíz de parte aérea y, de materia seca total en cada variedad	77
24	Parámetros por variedad para el carácter longitud de coleoptilo	78

CUADRO

Pág.

25	Parámetros por variedad para el carácter de altura de plántula	79
26	Días de aparición de primera hoja ligulada desde emergencia	81
27	Caracterización de 10 cultivares de avena en estado de semilla y plántula	82
1a	Peso de semilla (g) durante el proceso de imbibición	104
2a	Porcentaje de agua imbibida por hora, en la semilla de cada variedad	106
3a	Comparación de medias para velocidad de germinación (Tukey, 0.01 y 0.05).....	107
4a	Comparación de medias para longitud de coleoptilo (Tukey, 0.01 y 0.05)	108
5a	Comparación de medias para materia seca de raíz (Tukey, 0.01 y 0.05)	109
6a	Comparación de medias para materia seca de parte aérea (Tukey, 0.01 y 0.05)	110
7a	Comparación de medias para materia seca de plántula (Tukey, 0.01 y 0.05)	111
8a	Comparación de medias para altura de plántula (Tukey, 0.01 y 0.05)	112

RESUMEN

La descripción varietal es un elemento de gran importancia en el control de la calidad de la semilla, que permite establecer diferencias entre variedades para distinguirlas dentro de una especie o género; además de que es un factor primordial en la pureza genética en trabajos de fitomejoramiento, ya que la uniformidad, estabilidad y diferenciación que presente las variedades, conllevan a tener y obtener mejores materiales que responda a las exigencias de los diferentes ambientes de producción.

Con el fin de lograr una identificación adecuada de cultivares de avena de México, la presente investigación tuvo como objetivos: a) establecer los caracteres de semilla y plántula que permitan la identificación de 10 variedades mejoradas de avena; b) analizar los descriptores posibles a nivel de laboratorio e invernadero, a modo de establecer cuales son los más útiles para la descripción varietal en avena; c) determinar si las variedades de avena bajo estudio, responden en su consideración como tal, en el sentido de ser diferentes y ello permita su identificación en estado de semilla y plántula.

Se describieron 23 caracteres totales en el estudio; 14 utilizados en estado de semilla en laboratorio, además de establecer tres pruebas químicas y fisiológicas (de fenol,

imbibición y de luz ultravioleta); y 9 descriptores aplicados en invernadero en estado de plántula. Para la medición de los caracteres cuantitativos se utilizaron la estadística media (\bar{X}) desviación estándar (S), coeficiente de variación (CV) y rango (R), y la frecuencia relativa (FR%) para caracteres cualitativos; asimismo se realizó análisis de varianza para los caracteres cuantitativos tomados en invernadero en estado de plántula.

Los resultados permiten llegar a las siguientes conclusiones: En laboratorio, de los 13 descriptores utilizados, 11 permiten identificar a las variedades; en forma individual el color de lemma y palea, y el tamaño de la semilla; en forma grupal velloso de lemma y palea, de la parte basal y terminal de la semilla, la forma y longitud de la semilla, peso de 1000 semillas y porcentajes de cáscara; con el color del pericarpio y el cubrimiento de la semilla pueden separarse especies; por último anchura y espesor de semilla no permiten separación alguna de variedades.

En invernadero, de los 9 descriptores utilizados, días a emergencia, materia seca y aparición de primer hoja extendida permiten identificar variedades en forma individual tomando los valores extremos; mientras que en forma grupal deben de tomarse los valores intermedios; velloso de hoja y culmo color de hoja no mostraron significancia alguna para una dife

renciación en estado de plántula; longitud y color de coleoptilo y altura de plántula no permiten ninguna diferenciación.

Las pruebas de imbibición, de fenol y de luz ultravioleta, permiten la identificación de variedades en forma grupal e individual, siendo útiles en la descripción varietal de la avena.

La descripción varietal bajo condiciones de laboratorio e invernadero, no permiten una diferenciación completa, por lo que su utilidad se reserva a la separación por grupos de variedades, quedando las pruebas como apoyo a las parcelas de campo.

Bajo las condiciones del estudio se establece una diferenciación de las variedades de avena por tener al menos una característica que permiten separarlas.

I. INTRODUCCION

La generación de materiales que permiten mayor producción agrícola en nuestro país, lleva consigo grandes planes y programas por parte de instituciones y personas que intervienen en el desarrollo de investigaciones en fitomejoramiento y en semillas. Este desarrollo tiene su base en los requerimientos de producir y promover la cantidad suficiente de semillas de buena calidad, toda vez que el factor semilla es uno de los componentes tecnológicos que más contribuye a elevar la producción en el agro.

La liberación de una variedad al mercado, trae consigo su revisión por medio de un control de calidad existente en la producción de semillas, con el fin de garantizar que la variedad que se introducirá sea la misma que el fitomejorador liberó en ciclos anteriores. Debido a que los materiales tienen progenitores comunes, se da lugar a que las diferencias sean muy sutiles, pudiéndose confundir, y se requiere por lo tanto, que sea descrita con precisión para establecer su identidad, tomando como base características morfológicas cuyos rasgos permitan diferenciarlas de las variedades existentes.

A través de los esfuerzos que se han desarrollado en los programas de fitomejoramiento, en forma relevante se han establecido criterios para que las variedades se registren como tales, debiendo reunir la condición de ser diferentes, estables y uniformes, a fin de identificar alguna característica que indique de la variedad de que se trata.

La gran diversidad de genotipos generados y su relación hacen problemática la identificación de variedades en los lotes de producción, obligando a desarrollar técnicas y métodos que permitan la identifica

ción y conservación de la pureza genética. En la identidad varietal se debe recurrir a características de diagnóstico de la planta y semilla, las cuales deben de ser observables ya sea en laboratorio, invernadero o en parcelas de campo que permitan establecer su autenticidad.

La descripción varietal no sólo presenta una problemática en cuanto al establecimiento de técnicas para la identidad varietal, sino que se ve influenciada por la acción del medio ambiente, número y tipo de caracteres a tomar, sitios mínimos de descripción y número óptimo de plantas a describir, que representan algunos factores importantes que se deben de tomar en cuenta para realizar una caracterización adecuada.

Observando la problemática de la descripción varietal, el presente trabajo pretende contribuir a la caracterización de variedades de avena considerando métodos de laboratorio e invernadero que permitan establecer caracteres y pruebas que ayuden a una descripción varietal adecuada para la especie; para tal fin se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis.

Objetivos

- 1.- Analizar los descriptores posibles a nivel de laboratorio e invernadero, a fin de establecer cuales son los mas útiles para la descripción varietal de avena.
- 2.- Describir 10 variedades de avena en base a características de semilla y plántula.
- 3.- Determinar si las variedades de avena bajo estudio, responden en su consideración como tal en el sentido de ser diferentes.

Hipótesis

- 1.- Toda variedad liberada tiene al menos una característica que le permite diferenciarse de otras ya establecidas, por lo que las variedades mexicanas de avena liberadas para uso comercial responden a la condición de ser diferentes.
- 2.- Las técnicas de laboratorio e invernadero, permiten diferenciar variedades de avena, en base a características de semilla y de plántula.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen de la Avena

No se conoce en la actualidad, el área exacta donde la avena fue usada por primera vez como grano o planta cultivada (Cox, 1930; Poehlman 1971; Metkalfe, y Elkins, 1980; Brown 1980). Metkalfe y Elkins (1980) mencionan que las avenas cultivadas aparentemente fueron conocidas en el antiguo Egipto y China; no obstante, Cox (1930) indica que las avenas ya eran usadas en la prehistoria, aunque no como cultivo; Sampson (citado por Coffman, 1961) señala que probablemente los granos de avena mas antiguos fueron asociados en Egipto con remanentes pertenecientes a la doceava dinastía (2000-1788 años A.C.); aunque Coffman (1961) menciona que para el año 1500 A.C. las avenas ya se conocían y cubrían la mayor parte de Europa; arqueológicamente los hallazgos principales se encontraron en Alemania, Holanda, Inglaterra, Suiza, Suecia y Checoslovaquia.

Poehlman (1971) y Aguado, y Benier (1978), menciona que la avena puede ser originaria del sur de Europa y de la región del Asia Menor; De Candolle (citado por Díaz 1953) indica que la avena es originaria de Europa Oriental, asegurando que la cuna es Galitzia al Norte de el Cárpatos en la zona del Mediterraneo; aunque en estas zonas se encontraba mezclada con cultivos como trigo y cebada tomándose como mala hierba (Brown, 1980).

Vavilov (citado por Mercado, 1988) marca los centros de origen de la avena como sigue:

- a) China: Avena nuda (avena desnuda)
- b) Región del Cercano Oriente: Avena byzantina (avena cubierta)
- c) Región del Mediterráneo: Avena strigosa (avena cubierta)

Aunque la Avena strigosa se identifica originalmente en Egipto (Coffman, 1961), actualmente se conoce como avena Portuguesa o Brasileira (Poehlman, 1971) teniendo la única variedad en América con el nombre de Saia (Jiménez, 1979). Esta especie fue la que primeramente se usó, ocupándose más tardíamente la Avena sativa en conjunto con la Avena fatua.

A través de su domesticación la avena tomó gran importancia en Europa, cubriendo la mayor parte de las regiones donde existían las condiciones favorables para su cultivo, hasta aparecer en América alrededor de 1600 (Metkalf y Elkins, 1980; Coffman, 1961), introducida a los Estados Unidos y distribuida por el continente, trayéndose a México por misioneros españoles.

2.2 Taxonomía

Las primeras especies conocidas de avena fueron descritas por Linneo y el botánico Swedish alrededor de 1750 (Metkalf y Elkins, 1980). La clasificación taxonómica de avena según Robles (1978) y Martínez (1969) se presenta a continuación:

Reino	: Vegetal
División	: Tracheophyta
Subdivisión	: Pterostida
Clase	: Angiospermae
Subclase	: Monocotyledoneae
Orden	: Graminales
Familia	: Poaceae (Gramíneas)
Tribu	: Aveneae
Género	: Avena

Martínez (1969) incluye en la clasificación el Phylum como Spermato-
phyta.

Las avenas son clasificadas citológicamente en diploides, tetra-
ploides y hexaploides; Holden (citado por Poehlman, 1971) las clasifica
en tres grupos, de acuerdo al número de cromosomas (Cuadro 1); en tanto
que O'Mara (citado por Martínez, 1969) las clasifica según se indica en
el Cuadro 2; por otra parte Coffman (1961) las subdivide en dos subsec-
ciones (Cuadro 3), la primera es la Aristulatae conteniendo al grupo
Diploide y Tetraploide; la segunda subsección es la Denticulata la cual
tiene el grupo hexaploide; la diferencia en el agrupamiento de las espe-
cies en que Coffman (1961) y O'Mara (citado por Martínez, 1969) incluy-
en a la especie wiestii en el grupo tetraploide y de Holden (citado
por Poehlman 1971) la ubica en el grupo diploide.

Por otra parte Rajhathy y Thomas (citados por Brown, 1980) clasifi-
can a la avena dentro de 19 especies taxonómicas; partiendo con un núme-
ro base siete, en 10 diploides ($2n=14$), cinco tetraploides ($2n=28$) y
cuatro hexaploides ($2n=42$); dividiendo los 19 taxas en once grupos de ge-
nomas representando especies biológicas con siete diploides, tres tetra-
ploides y un hexaploide.

Dentro de las especies clasificadas, Coffman (1961) y, Metkalfe y
Elkins (1980), mencionan que posiblemente la avena roja A. sterilis, es
el progenitor de las avenas, y que A. sativa y A. fatua se originaron de
formas aberrantes de A. byzantina; aunque la especie a la que pertenecen
la mayoría de las variedades de avena es la común o la blanca (A. sati-
va). En cuanto a la relación que se obtiene entre las especies en el
mejoramiento, las hexaploides cultivadas A. sativa y A. byzantina y sus

vestres *A. fatua* y *A. sterilis* son comunes en muchos programas (Brown, 1980; Leist, 1981); sólo una o algunas especies son las que forman híbridos fértiles, en donde en una u otras generaciones subsecuentes, exhiben una variación en la forma de las flores; aunque Cooper (1979) establece una relación de las diferencias posibles entre las especies a nivel morfológico con el propósito de establecer cruzamientos incompletos y materiales estériles.

Cuadro 1. Clasificación de las especies de avena según Holden (Poshlman, 1971)

Especies diploides ($2n = 14$)

Avena brevis, avena corta

Avena wiestii, avena del desierto

Avena striosa, avena de arenales

Avena nudibrevia, avena de semilla pequeña

Especies tetraploides ($4n = 28$)

Avena barbata, avena delgada

Avena abyssinica, avena Abisinia

Especies hexaploides ($6n = 42$)

Avena sativa diffusa, avena arbórea común

Avena sativa orientalis, avena común de oriente

Avena byzantina, avena roja

Avena nuda, avena grande desnuda

Avena fatua, avena silvestre común

Avena sterilis, avena silvestre roja

Cuadro 2. Clasificación de especies de avena según O'Mara
(Martínez, 1969)

Diploides n=7	Tetraploides n=14	Hexaploides n=21
<i>claude</i>	<i>barbata</i>	<i>fatua</i>
<i>silosa</i>	<i>wientii</i>	<i>sativa</i>
<i>longiglumis</i>	<i>veviloviana</i>	<i>nuda</i>
<i>ventricosa</i>	<i>abyssinica</i>	<i>sterilis</i>
<i>strigosa</i>		<i>byzantina</i>
		<i>orientalis</i>
		<i>ludoviciana</i>

Cuadro 3. Clasificación de las especies de avena según Coffman
(1961)

Subsecciones	
I. Aristulatae	II. Denticulatae
Grupo diploide (2n = 14)	Grupo hexaploide (2n = 42)
Serie 1. Inaequaliglumes	6. <i>Avena fatua</i> , sens. ampl
1. <i>Avena clauda</i>	ssp 1) septentrionalis
2. <i>Avena pilosa</i>	2) nodipilosa *
Serie 2. Stipitatae	3) meridionalis
3. <i>Avena longiglumis</i>	4) macrantha *
4. <i>A. ventricosa</i> sens. ampl.	5) futua
spp 1) ventricosa	6) sativa
2) bruhnsiana	7) cultiformis
Serie 3. Eubarbatae	8) praegravis *
5. <i>Avena strigosa</i> , sens. ampl	7. <i>Avena sterilis</i> , sens. ampl
spp 1) hirtula	ssp 1) ludovicina
2) strigosa *	2) pseudo-sativa *
Grupo tetraploide (2n = 28)	3) trichophylla
spp 3) barbata	4) nodipubescens *
4) wiestti	5) macrocarpa *
5) vaviloviana	6) byzantina *
6) abyssinica *	

* Pueden ser derivadas de especie silvestre

2.3 Morfología de la Avena

2.3.1. Raíces, tallos y hojas

Las avenas son cultivadas como plantas anuales, llegando a medir de 0.6 a 1.5 m ó más; poseen una raíz fuerte, de carácter fibrosa y abundante, llegando a penetrar a una profundidad de 0.9 a 1.5 m (Díaz 1953; Robles, 1978; Aguado y Benier, 1978; Metkalf y Elkins, 1960). La planta tiene un tallo o culmo herbáceo, erguido, estriado, de una altura aproximada de 0.6 a 1.0 m o más; el tallo está compuesto por nudos e internudos; los internudos son elongados que terminan en gruesos nudos; el tallo maduro es hueco en el centro, pero en estado temprano de desarrollo vegetativo los internudos son sólidos o sólo muestran una delgada indicación de una hendidura en la médula; la avena en su crecimiento normal posee de 3 a 5 o más tallos huecos concentrándose su crecimiento en el cuello de la planta, recibiendo el nombre de macollos o ahijamiento (Bonnett 1961); los tallos varían de 0.32 a 0.64 cm. de diámetro. En cada entrenudo se encuentra la hoja formada por la vaina y el limbo. La vaina se inicia en el nudo inferior del entrenudo correspondiente y no abraza enteramente al tallo (Aguado, 1978); al madurar la planta, la vaina de la hoja encierra a toda una porción arriba del internudo elongando (Bonnett 1961), uniendo a la lámina foliar a la vaina en la cual se encuentra una pequeña prolongación o apéndice membranoso llamado ligula la cual es de una forma oval (Díaz, 1953; Aguado y Benier, 1978; Robles, 1978), presentando un borde libre dentado, de color blanquesino, esta se extiende en forma ascendente y envuelve al tallo (Staton; citado por Bonnett, 1961), aunque Díaz (1953) menciona que la ligula no posee ganchos que abracen el tallo, por

ticularidad que permite su diferenciación con la cebada y trigo.

Las hojas son un poco más anchas que las de cebada, midiendo alrededor de 25 cm de largo, 1.6 cm de ancho; estas son solitarias, alternadas, en dos líneas (dispuestas) y sésiles (Bonnett, 1961). El limbo o lámina es elongada, lisa, angosta y linear, de color verde más o menos obscuro, con tonos rojizos sobre todo al comienzo del desarrollo de la planta, es áspera y en su base lleva numerosas vellosidades; al margen es entero con una inclinación aguda; las nervaduras o nervios de la lámina son paralelos y bastante marcados.

2.3.2 Inflorescencia

La inflorescencia de la avena (*Avena sativa* L.) es una panoja compuesta, abierta libre (Díaz, 1953; Bonnett, 1961), que consiste en un eje principal el cual es una prolongación del tallo y el fin de las espiguillas, del cual se originan ramificaciones laterales axilares agrupadas alternadamente a los lados en los nudos del eje principal; la disposición de los grupos de las ramificaciones es alterna y las espiguillas pecioladas, simples, solitarias, alternadas en dos filas levantadas desde el eje principal. Tanto el eje principal como las ramificaciones laterales terminan en una espiguilla lateral única. Las ramificaciones se levantan desde el eje principal, siendo designadas de primer orden; momentáneamente se levantan las ramas laterales siendo designadas de segundo o tercer orden. La mayor parte de las ramas basales de las ramificaciones y el número de ramificaciones en cada nudo decrece partiendo de la rama basal o de primer orden (Bonnett, 1961; 1983; Brown 1980).

Las flores son hermafroditas, autógamas y perfectas; poseen tres estambres con anteras en forma de X y un ovario ligeramente alargado y puntiagudo con dos estigmas plumosos; cada lodículo se localiza entre la base del pistilo y la lemma, aumentando su tamaño a causa de la antesis y abertura floral, posterior a la antesis el lodículo se colapsa.

Los órganos reproductores están cubiertos por dos glumelas; la inferior, lemma, que es la más desarrollada, es aquillada y termina en punta. Las variedades aristadas llevan una arista dorsal que arranca de la mitad de la glumela, que en la base está enrollada sobre sí misma y con frecuencia acodada. La superior o palea es más estrecha y menos rígida con dos quillas vellosas localizadas en el lado del eje floral próximo a la raquilla.

Las flores se agrupan formando espiguillas las cuales consisten en dos glumelas vacías (brácteas) dentro de la raquilla con inclinación y una gluma extendida ligeramente alrededor de la otra; cada espiguilla está formada por dos o más flores, pero usualmente sólo dos flores basales en cada espiguilla son fértiles, ya que la florecilla primaria produce el grano más grande, una secundaria el grano chico y una terciaria con producción rudimentaria, aunque la fertilidad de las tres flores es ocasional. Las flores van dispuestas sobre un pequeño raquis o raquilla en cuya base existen dos glumas. Las glumas son membranosas, de color variable según las variedades y pueden ser blancas, o amarillas, rojizas, grises o negras; termina en punta y tiene de tres a siete nervios bien patentes, y una quilla muy poco pronunciada. El número de espiguillas por panícula puede ser aproximadamente, de 20 a 50, de 20 a

100 o de 20 a 120 dependiendo del genotipo y de las condiciones de crecimiento (Bonnett, 1961; Robles, 1978; Metkalf y Elkins, 1980; Brown, 1980).

La semilla en la avena se encuentra encerrada entre la lemma y palea; el grano es estrecho, alargado, terminado en punta y recubierto de vellos, aunque en algunas variedades es glabro; las variedades de grano cubierto se encuentran cubiertos por las glumelas; los bordes de la glumela inferior están soldados a las quillas de la superior (Aguado y Benier, 1976).

2.4 Etapas de Desarrollo de la Planta

El ciclo de vida de la planta de avena, desde germinación hasta madurez del grano, puede ser dividido en cuatro estados: 1) vegetativo, 2) transición, 3) reproductivo, y 4) semilla (Bonnett; citado por Coffman, 1961). Cada estado puede distinguirse de otros por los eventos que en él ocurren. En el estado vegetativo las hojas, el renuevo axilar (vástago) y el sistema permanente de raíces (raíces adventicias), son iniciadas y desarrolladas; el ápice en el vástago mayor y los vástagos permanentes cortos y los internudos del tallo, son usualmente muy cortos. El estado de transición es de corta duración y dificulta la identificación, puesto que sólo consiste en una ligera elongación de los renuevos principales, precedido a la iniciación de la panícula. Durante el estado reproductivo la panícula y otras partes se diferencian y desarrollan, y el internudo y tallos se elongan. El estado de semilla empieza con la fertilización y termina con la maduración de la semilla; cada etapa termina parcialmente una vez que inicio la otra. La International Board Plant Genetic Resources (IBPGR, 1985) y el Centro Internacional de

Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1966) establecen 10 etapas dentro de la fenología de la avena, con propósitos de descripción:

Germinación, crecimiento de la planta desde semilla, macollamiento, elongación del tallo, brotación, emergencia de la inflorescencia, antesis, desarrollo lechoso, desarrollo masoso y maduración.

Algunas etapas de desarrollo más importantes en la planta de avena se describen enseguida:

2.4.1 Germinación

La germinación es fundamentalmente el desarrollo de la raíz y de las regiones correspondientes a los brotes del embrión a expensas de las reservas alimenticias contenidas en el endospermo (Gill y Vear, 1965). Conforme al agua penetra en la semilla, esta se expande e incrementa su peso alrededor de 60%. La temperatura óptima para la germinación es de 25 °C aproximadamente; la mínima es de 3.9 a 5 °C. Si la temperatura asciende considerablemente sobre el óptimo, se produce una germinación irregular. En el suelo, bajo condiciones favorables la germinación se inicia en cuatro o cinco días, pudiendo haber diferencias en la velocidad de germinación (Reeves y Sraon, 1976; Wilsie, 1966.)

2.4.2 Emergencia de la plántula.

Cuando la plántula alcanza la superficie del suelo, la semilla se convierte rápidamente en una mera cápsula, conteniendo sustancias alimenticias; en la germinación la plántula produce tres raíces embrionarias, además de que en la región inferior, en donde se origina el coleótilo crece y se proyecta por encima de la superficie del suelo. Las raíces adventicias y los tallos secundarios se desarrollan a partir de

los nudos de la corona (Coffman, 1961; Milthorpe y Moorby, citados por Medina, 1989).

2.4.3. Crecimiento de raíces

Como en otros cereales, el sistema principal de raíces brota en forma adventicia de los nudos a nivel del suelo. Las raíces de la avena son de dos clases, seminales y adventicias; las raíces seminales emergen del embrión la raíz seminal primaria es la radícula de cuyo margen se desarrolla un par de raíces laterales, para hacer un total de tres raíces embrionales (Coffman, 1961; Gill y Vear, 1965). Las raíces adventicias se desarrollan a partir de los nudos del tallo principal y de los tallos secundarios, este proceso se inicia con la formación de un par de raíces que emerge del tallo principal; las raíces adventicias son más largas y gruesas que las seminales, al principio se encuentran sin ramificar y cubiertas en casi toda su longitud con pelos radicales, posteriormente aparecen numerosas ramificaciones y conforme estas crecen, se tornan más delgadas y de color café, mientras que los pelos radicales desaparecen, excepto hacia el extremo de la raíz (Coffman op. cit.; Leonard y Martín, citados por Medina, 1989.)

2.4.4. Amacollamiento

Este da comienzo en el momento que el tallo principal incrementa su tamaño y aumenta el número de hojas; el amacollamiento es el desarrollo de la yemas en las axilas de las hojas para formar brotes, cuyos entrenudos permanecen muy cortos, al igual que aquellos del tallo de los que procedan (Coffman, 1961). El tallo de avena atraviesa por dos estadios de desarrollo; en el primero, el ápice del vástago permanece corto se diferencian primordios foliares, las hojas crecen, y se desarrollan

las yemas que originan macollos en las axilas de las hojas en la base del tallo. Durante el segundo estadio se elongan los entrenudos del vástago y se diferencian y desarrollan las ramificaciones en espiguillas y piezas florales (Bonnett, 1983). Muchos factores pueden influir sobre el amocollamiento, como son las características varietales, las densidades de siembra, tamaño de la semilla, fertilidad y humedad del suelo, al igual que las bajas temperaturas del suelo y la aereación al principio del ciclo del cultivo (Chapman y Carter, 1976; Reeves y Sraon, 1976).

2.4.5 Aparición de panaja

Cerca del término del estado de amocollamiento, las puntas de crecimiento de la planta dejan de producir hojas y cambian a la forma reproductiva. Cada planta tiene, durante el periodo del desarrollo vegetativo, un meristemo caulinar cónico, del cual continuamente se desarrollan nuevas hojas; sin embargo, llega el momento en que el ápice caulinar cambia de esta condición vegetativa y produce en su lugar una inflorescencia rudimentaria. Después de este cambio, cesan de producirse nuevas hojas por la planta y la última que se origina es la llamada hoja bandera. La panícula inicia su formación cerca de 22 a 36 días después de la siembra, dependiendo de la variedad, la fecha de siembra y las condiciones después de siembra. Aparentemente la precocidad de la variedad aunada al fotoperíodo y la temperatura son los factores principales que determinan la iniciación de la panícula (Hill, 1965; Reeves y Sraon *op.cit.*)

2.4.6. Elongación del tallo.

Una vez que ha tenido lugar el cambio de la condición vegetativa a la reproductiva, su desarrollo posterior se caracteriza por un incremento de las estructuras ya existentes. Las hojas jóvenes se desarrollan hasta alcanzar su tamaño total; la panícula, que se encuentra en la vaina de la hoja bandera, aumenta considerablemente en tamaño; al mismo tiempo se produce el alargamiento de los entrenudos inferiores; cada entrenudo comienza su desarrollo antes de que el de abajo haya cesado, normalmente se alargan al mismo tiempo dos o tres entrenudos, incrementándose en forma progresiva el tallo. La elongación de los entrenudos superiores, empuja la cabezuela fuera de la hoja bandera. El entrenudo más extremo (pedúnculo) del tallo, normalmente se elonga considerablemente y eleva la panícula por encima de la hoja bandera; el pedúnculo en ocasiones iguala al resto del tallo en longitud (Reeves y Sraon, op.cit.; Hill, op.cit.).

2.4.7. Elocación

La inflorescencia inicial puede ser observada en un estado avanzado de plántula, pero la panoja no emerge de la vaina de la hoja envolvente sino hasta seis o siete semanas después (Coffman, 1961). La floración se inicia en las espiguillas superiores y pueden requerirse de 5 a 7 días para que tenga lugar en toda la panícula ocurriendo la mayor parte entre las 2 y 5 horas de la tarde, aún cuando algunas espiguillas pueden florecer a otra hora (Poehlman, 1971). La porción superior de la panícula es la primera en florecer; después, se va hacia abajo por la parte externa de la panícula, hasta las flores inferiores de la inflorescencia (Reeves y Sraon, 1976). Los estigmas son usualmente recepti

vos un día antes de la antesis y permanecen receptivos por un tiempo de tres a cinco días; aunque puede acortarse con las altas temperaturas. El polen en la avena es de alta calidad, previa o durante la antesis natural (Brown, 1980). La avena se reproduce por autopolinización y el cruce natural no excede de 0.5 a 1.5% (Metkalf y Elkins, 1980; Poeslman, 1971).

2.4.8 Madurez del grano.

En la madurez una sola planta puede producir más de 100 semillas viables, dependiendo de la variedad y de las condiciones prevaletientes en el medio. Las semillas pueden ser de color amarillo, claro o blanco, con las envolturas amarillas, rojas o negras (lemma y palea), (Chapman y Carter, 1975). Después de la polinización y fructificación correspondiente, el grano se desarrolla rápidamente; se va llenado con las sustancias nutritivas provenientes de hojas y tallos. La traslocación de materiales de las partes nutritivas hacia la semilla, cesa cuando el contenido de humedad de éste es inferior a un 40%; dado que en condiciones de campo la madurez y el secado no son uniformes, la materia seca de la semilla puede continuar incrementándose hasta que el contenido promedio de humedad disminuye de un 30 a 35% (Coffman, 1961; Reeves y Sraon op.cit.).

2.5 Descripción Varietal

La calidad genética de una semilla depende de su identidad y pureza varietales. El número cada vez mayor de variedades mejoradas que se obtienen en muchos países, ha hecho necesario que el término de semilla de alta calidad, implique los conceptos de identidad y pureza varietales, identificándose en parte a través de las características de semilla (FAO, 1961); observándose esta identificación si la semilla en cuestión tiene las características que representan a la variedad (Justice, 1972), además de ser la pureza varietal uno de los más importantes atributos para tener buena calidad en la semilla (Banerjee y Chandra, 1977).

La identidad y la variedad se deben de controlar y mantener dentro de los límites aceptables en la variación natural de una variedad (George; citado por Rivas, 1988), entendiéndose por variedad a un grupo de individuos dentro de una especie, que se distinguen por su forma o función u otras formas similares e individuales (Allard, 1967); aunque Brauer (1979) define a la variedad como un grupo de individuos de una misma especie que difieren en caracteres menores del resto de la especie, siendo las variedades agronómicas el producto de la selección humana y sus diferencias corresponden a características de importancia económica las cuales se pueden entrecruzar libre o artificialmente; por otro lado el International Code of Nomenclature of Cultivated Plants (citado por Weiss y Little, 1961), denota el término variedad como una colección de cultivos individuales, los cuales se distinguen por algún carácter morfológico, fisiológico, citológico, químico u otro, en forma significativa, con el propósito de agricultura, silvicultura u horticultura, los cuales cuando son reproducidos sexual o asexualmente retienen

las características que las distinguen, permitiéndose diferenciar.

La Asociación de Agencias Oficiales de Semillas (AOSCA, citada por CIAT, 1983) definen a una variedad como "una subdivisión de una clase que es diferente, estable y uniforme: diferente, en el sentido de que la variedad se puede identificar por una o más características morfológicas, físicas o de otro tipo que la distinguen de las otras variedades ya conocidas; uniforme, en el sentido de que se puede describir la variación de las características esenciales y típicas; y estable en referencia de que la variedad permanecerá sin cambios y tendrá un grado razonable de confiabilidad en sus características esenciales y típicas, y en su uniformidad al producirla o reconstruirla según exigen las diferentes categorías de la variedad"; ya que para cada especie y aun para cada variedad, difieren los caracteres varietales que pueden determinar la identidad, la uniformidad y la estabilidad; lo importante es que la descripción registrada sea útil para definir estas funciones. Thompson (1979) consideró que no sólo los cultivares deben de ser diferentes, uniformes y estables, si no que se debe incluir el desempeño agronómico y el valor de la producción, como requerimiento en la generación de cultivares, tomando como desempeño agronómico la caracterización de la producción por hectárea en términos de la maduración, firmeza en la paja, respuesta a fertilización, reacción a las condiciones adversas del medio ambiente y resistencia a enfermedades e insectos, siendo las características atractivas para el agricultor; y como valor de la producción, la producción referida a la calidad de cosecha. Copeland (1976) señala que debido a la similitud en características morfológicas es difícil distinguir entre variedades de plantas, lo cual es el reflejo del cercano parentesco genético, ya que muchas veces las pequeñas diferen

cias genéticas pueden ser la base para la formación de nuevas variedades.

Por otra parte, en los estudios de pureza varietal se establece el término descriptor, el cual se toma de cada término descriptivo que tenga la planta en cuestión; los descriptores son una parte esencial, ya que dependiendo de su buena caracterización o definición se permitirá establecer la diferencia en las variedades. EL CATIE (1979) define a los descriptores como el término que describe o sintetiza alguna característica del cultivo o planta, en donde el estado del descriptor será el grado o valor del mismo. Cada aspecto que permita establecer en forma relevante una diferenciación en las variedades, dará el avance en el desarrollo de una propiedad varietal, ya que su adición establecerá caracteres diferenciables que indiquen la distinción de una variedad con otra.

Dentro de la calidad genética de una semilla, la descripción varietal es una herramienta importante para su mantenimiento; Muñoz (1983) la define como un conjunto de observaciones que permiten distinguir y caracterizar a una población de plantas que constituyen a una variedad; o se define como una fotografía por escrito de las características en donde el fenotipo observado depende del potencial genético de cada planta y de su expresión fenotípica, acorde con los efectos ambientales (Poey, citado por Gatica 1987); así también puede decirse que la descripción varietal, es un resumen de las características generales de la variedad, la cual es necesaria para efectuar depuraciones en diferentes fases de crecimiento (Rivas, 1988); el hecho es que se toman las características morfológicas y fisiológicas que constituyen a la planta para establecer las diferencias entre las variedades, resaltando algunas o

alguna de estas para su posible identificación, tomando en cuenta el medio ambiente; es por esto que no es fácil distinguir variedades estrechamente relacionadas dentro de las especies, por no existir algún acuerdo en cuanto al grado de variación requerida para justificar la creación de un nombre varietal diferente; sin embargo los caracteres deben de ser detectados para asegurar la calidad genética.

2.5.1. Importancia y usos de la descripción varietal

La importancia de la identificación de semillas queda manifiesto por la mayor diversidad y similitud que se establece entre especies, considerándose la variación debido a los diferentes estados de desarrollo de la semilla (Jensen, 1979).

De acuerdo al CIAT (1983), la utilidad de una descripción varietal se puede determinar por la precisión que requieran los objetivos de los usuarios. Así, para estudios genéticos y evolutivos se necesitan datos tomados con exactitud de muchas características botánicas; la descripción con fines de promoción comercial, en cambio, sólo necesita realzar las características de intereses agronómico y comercial de importancia para el agricultor. Entre estos dos extremos se encuentra la descripción varietal, cuyos objetivos son: controlar la pureza genética y física de cada variedad y provocar credibilidad en el comercio de semillas, pudiendo en casos más específicos ser auxiliar para efectuar depuraciones en distintas fases de crecimiento de la variedad multiplicada, mantener la pureza genética durante varios ciclos de multiplicación, y contribuir a solucionar conflictos que puedan surgir en los campos de producción y en el registro y comercialización de variedades.

CATIE (1979) considera que la descripción sistemática permite:

1. Caracterizar los cultivares, (variedad y líneas genéticas).
2. Diferenciar entradas con números idénticos y similares en la caracterización, en cuanto al modelo.
3. Identificar entradas para ciertos caracteres deseables.
4. Clasificar las variedades comerciales.
5. Establecer relaciones entre características de grupos cultivares.
6. Estimar la variación, dentro de la colección de un cultivo.

2.5.2. Efecto del ambiente en la descripción varietal.

El medio ambiente se define como un conjunto de condiciones exteriores e influencias que afectan la vida y desarrollo de un organismo, siendo este medio dinámico donde la intensidad de los factores cambian seleccionando a individuos que genéticamente pueden perpetuarse y que sobresalgan, estableciéndose por consiguiente una relación gen ambiente. Wilsie y Watkin, (citados por Muñoz, 1983) determinan tres tipos de relación gen-medio: i) relación aditiva, donde el fenotipo permanece constante en todos los medios; ii) relación no aditiva (A) donde diferencias cuantitativas en valores fenotípicos cambian con los diferentes medios, pero su rango u orden no cambian y por tanto no existe interacción en el medio; iii) relación no aditiva (B), donde se distingue el revés del rango fenotípico al cambiar el genotipo con otros medios. Este medio prevaeciente en un ambiente de producción y estas relaciones, van a determinar que tanto las variedades interaccionan, para que manifiesten una variabilidad posible o cuando respondan igual a cambios ambientales; considerándose que el establecimiento de la veracidad de una variedad se complica debido a la influencia de factores del medio, por lo que consecuentemente los métodos para pruebas de campo tienen que

basarse sobre caracteres diagnóstico (Justice, 1972; CIAT, 1983).

Para controlar la pureza varietal interesa solo el componente genético, ya que los efectos ambientales no se transmiten por semilla y una segregación genética está causada por un efecto debido a un cambio en el genotipo y no a un ambiental. Por lo que es imprescindible identificar las causas de las variaciones observadas en las plantas (García, 1984); sobre todo cuando las condiciones son muy favorables para su buena expresión, teniendo como aspecto importante la precisión de la descripción en una función del mayor número de localidades y fechas en que se describe la variedad, tomándose en cuenta, variables como temperatura, luminosidad, humedad; para establecer en forma exacta el rango de expresión.

2.5.3. Clasificación de caracteres y parámetros empleados en la descripción varietal

Los caracteres descriptivos que se establecen son fijos y variables; los fijos dependen de uno o de pocos genes que determinan una característica de distribución discreta; es decir, de fácil diferenciación entre las posibles alternativas fenotípicas, como por ejemplo el color donde se utilizan tablas o bien definiciones geométricas. Los caracteres descriptivos variables dependen generalmente de un número mayor de genes y se manifiestan genotípicamente como una distribución continua donde aparecen en ámbito variable en la expresión fenotípica. Estos caracteres descriptivos variables reciben el nombre de cuantitativos y son más afectados por el medio y se expresan en la unidad de medida usada (ton/ha, cm), (CIAT, 1983; Brauer, 1979; CATIE, 1979).

Cabe recalcar que la pureza varietal no indica necesariamente homocigosis o uniformidad; lo que indica es que la semilla multiplicada reproducirá fielmente el fenotipo característico de la variedad, y supone más bien identificación de ámbitos o de variaciones que resulten consciente o inconscientemente del trabajo de mejoramiento al momento de liberar una variedad (CIAT, op.cit); o bien la caracterización consiste en registrar esas características de alta heredabilidad que se puede observar visualmente y se expresan en todos los ambientes (IRPGR, 1985).

El CIAT (op.cit) estima que las características cualitativas deben describirse según sus expresiones fonotípicas, las cuales no se pueden medir por unidades, salvo en frecuencias relativas (%). Las frecuencias de las posibles excepciones sí pueden medirse y su valor debe de considerarse en la descripción varietal, primero especificando la expresión predominante del carácter, después se obtiene en una muestra adecuada el porcentaje con la expresión predominante cuantificando así el carácter. Cuando se trata de caracteres cuantitativos que puedan ser medidos se describirán en base a la media (\bar{x}) y a la variación expresada en términos de desviación estándar (S), coeficiente de variación (CV) y rango (R); aunque para lograr una mayor confiabilidad en la descripción se debe de tomar en cuenta: 1) el número óptimo de individuos para la muestra que debe describirse y, 2) el coeficiente de variación como estimador que compensa el efecto ambiental.

Analizando los estimadores, a la varianza Rivas (1988) la relaciona con la distinción de caracteres que mantienen su uniformidad en ambientes diferentes, además que con esta medida de dispersión puede conocerse en forma cuantificable la distribución de los individuos en la población.

blación muestra, y en ciertas etapas del mantenimiento de la pureza genética puede hacerse uso de la estadística para eliminar individuos segregantes o mezclas; además en cuanto al coeficiente de variación, lo estima como una medida de dispersión relativa de los datos, que toma en cuenta su magnitud, dado que es independiente de las unidades de medición; resulta entonces un estadístico adecuado para comparar la variabilidad de dos conjuntos de datos o de unidades experimentales, que involucren diferentes tamaños de parcela y de unidades de medida. Por otro lado Muñoz (1983) indica que en los descriptores cuantitativos, si existen medias diferentes y coeficiente de variación menor a 10% pueden servir como criterio de identidad de la variedad; un descriptor con coeficiente de variación alto (15% o más) podrá servir igualmente como criterio de identidad en caso de que sea contrastante con otras variedades de esta manera el coeficiente de variación y la media se tornan en importantes herramientas en el proceso de descripción varietal, sobre todo para la uniformidad en donde los coeficientes de variación deben de ser menores de 10%.

Por último es muy importante el muestreo de las plantas, en las cuales se harán las observaciones varietales y su medición; el muestreo debe hacerse aleatoriamente en poblaciones sembradas en condiciones y lugares típicos de la región donde se recomienda la variedad. El número de observaciones deberá ser tal que incluya varias veces la probabilidad de expresión, ya sea de una alternativa poco frecuente pero que forma parte de la variedad si se trata de caracteres cualitativos, o bien de toda variabilidad existente si se trata de características cuantitativas (CIAT, 1983).

2.6. Método para la Identificación de variedades

En términos generales los proyectos de certificación de semillas, tienen como objetivo el control de las razas o especies trabajadas; las a través de normas, regulación y distribución de la semilla mantienen al cultivar con sus características y sobre todo la pureza evitando la contaminación por otros cultivares en los lotes de producción; esto, conduce a pruebas para la identificación de variedades y determinación de pureza (Pauksens, 1978). Para determinar la identidad varietal se debe recurrir a las características de la planta y semilla; para ello, los métodos que se usen deben de estar basados en características de diagnóstico que no sean afectadas por fuerzas ambientales; o mediante métodos que las controlen o compensen. Debido a tales influencias ambientales, es evidente que cualquier método que se use para especificar la autenticidad de una variedad, debe de ser aprobado cuidadosamente para determinar su validez antes de usarlo, ya que algunos no han sido aceptados como confiables, debido a que no tienen suficiente evidencia en cuanto a la magnitud de como son afectadas dichas características, como el genotipo (Rivas, 1988).

Las características diferenciales entre variedades pueden ser de naturaleza química, fisiológica o morfológica y al menos teóricamente, debería ser posible desarrollar una o más pruebas o técnicas para detectar y cuantificar tales diferencias (McKee, 1973).

Cuando se iniciaron los análisis de semillas, estos fueron conducidos con relativa simpleza apoyados en dos bases principales:

1) Por el uso de menos variedades y, 2) las diferencias eran más claras; sin embargo debido a los sucesos en las modernas plantas de semillas, han surgido numerosas variedades, muchas de las cuales están muy

relacionadas, y es por esto que el análisis de semillas se ha visto obligado a encontrar caminos nuevos y más sofisticados para distinguir entre variedades. Los métodos están cambiando, de observaciones visuales de semillas y de la morfología de plántulas, a detalladas pruebas de campo, o al uso de métodos bioquímicos y citológicos (Copeland, 1976).

Justice (1972), Olsen (1975), ISTA (1966), Palmer y Bathgate (1976), dividen los métodos usados para la determinación de pureza e identificación de variedades, en tres grupos: (a) Método de parcela de campo; (b) Método de invernadero o cámara de crecimiento y, (c) Método de laboratorio; cada método tiene sus ventajas y desventajas, en combinación es usada con frecuencia para trabajos de descripción.

2.6.1. Método de parcela de campo.

Es la más común de las pruebas y puede ser usada para casi cualquier tipo de semilla sin necesidad de desarrollar técnicas especiales, además de que las plantas permanecen en la parcela de prueba hasta la maduración; de tal forma que el rango total de las características de las variedades pueden ser observadas (Justice, 1972). Mediante este método, es posible examinar con costos bajos un gran número de parcelas donde cada una presenta un número de plantas bastante grande, y las plantas se examinan durante todo el período de crecimiento, siendo en este caso, el tiempo un factor crucial en la identificación, por lo que son más factibles que las basadas en la semilla o la plántula (Copeland 1976); aunque cuando encontramos estaciones de clima desfavorable, las características habituales de la planta pueden no expresarse y ocasionan que la prueba falle; ya que el uso de métodos morfológicos para tra

bajos de cultivares, representan una extensión de las clásicas técnicas taxonómicas para especies (Justice, 1972; Keefe y Draper, 1986).

Los objetivos principales de las parcelas de campo se sitúan en términos de:

- 1) Revisar qué tan cuidadosamente fueron las inspecciones en campo en los procesos de multiplicación.
- 2) Examinar las diferencias morfológicas entre diferentes variedades.
- 3) Obtener información previa del comportamiento en el campo del lote de producción.
- 4) Entender los cambios de alguna característica que se pueden presentar en algunos materiales que se han multiplicado. (García, 1984)

Es importante que se establezca en una fecha óptima debido a que algunas características son expresadas en tiempos distintos del año, además de trabajar durante varios ciclos por lo diferencial del comportamiento, existiendo el inconveniente de que los resultados sean más tardados (Olsen, 1975). Algunas características determinadas en la planta son, la coloración de hoja, color y largo de corona, venación en hoja y vaina, longitud de entrenudos, pubescencia, altura de planta, y otros. Bajo este método los cultivares autógamos (cereales) pueden ser distinguidos de otros por diferencias en la morfología y fisiología, en las características que son estables y de naturaleza altamente uniforme; en este método la discriminación depende únicamente del alto nivel de homogeneidad que define la claridad de un cultivar en un carácter (Tinman y Stewart, 1979).

2.6.2. Método de invernadero o cámara de crecimiento.

Cuando el tiempo es un factor crucial para la identificación varietal, la prueba que se lleva a cabo es la de invernadero (Copeland, 1976); método que no varía en los principios del de las parcelas de campo, si no más bien en la misma metodología; sin embargo la ventaja es que da más control a las condiciones, y por lo tanto, en algunos casos, tienden a diferenciar mejor algunos caracteres, además de que permite trabajar casi el total del año, por el crecimiento estacional más corto; además, los resultados se disponen más rápidamente, siendo la limitante que el número de plantas examinadas es muy pequeño (Olsen 1975).

Muchas de las pruebas de la identificación varietal han sido desarrolladas en plántulas; su utilidad se debe a que proporcionan más información que la proveniente de semillas sin germinar, no requiriéndose de mucho tiempo como las de parcela de campo para la obtención de datos, ya que el desarrollo de mejores condiciones de luz y temperatura permiten la producción de diferencias máximas entre las plantas; los cambios de crecimiento se determinan o amortiguan con el control de las condiciones (Copeland, 1976; Justice, 1972; Olsen, 1975).

Algunas de las investigaciones que se realizan mediante este método, Nittler (1973) las agrupa en siete categorías:

- a) Observación cuidadosa de las plántulas para detectar características en las cuales difieren las variedades.
- b) Manipulación del ambiente para inducir a las plántulas a expresar sus diferencias genéticas de manera que puedan detectarse.

- c) Inducción de diferencias morfológicas mediante la aplicación de sustancias químicas.
- d) Inducción de diferencias morfológicas manipulando la nutrición mineral.
- e) Defoliación de plántulas para inducir a las variedades a diferenciarse morfológicamente.
- f) Provocación de la floración o la producción de frutos en un lapso corto, para hacerlos susceptibles de observación y ;
- g) Probar la resistencia de las plántulas a las plagas o patógenos.

Justice (1972) menciona que bajo condiciones controladas, las especies forrajeras pueden tener buen comportamiento en la diferenciación varietal; asimismo bajo esta técnica se pueden estudiar resistencia a enfermedades con inoculación del patógeno y su observación. En cebada (Jensen, 1971) y avena (Nittler, 1968) se han obtenido buenos resultados en la diferenciación de cultivares manejando variación de nutrientes, en combinación con manejo de fotoperiodo y temperatura, tratando de desarrollar pigmentos antociánicos en diferentes partes de la planta (en coleoptilo, largo de la vaina de la hoja), y con ayuda de otros caracteres como pubescencia de la hoja. Las pruebas de invierno por lo regular se efectúan conjuntamente con las de semilla y planta a fin de verificar los resultados obtenidos (Copeland, 1976).

2.6.3. Métodos de laboratorio .

Relativamente son pocos los géneros que pueden ser probados para la veracidad de variedades en el laboratorio ordinario de semillas,

aunque muchas determinaciones de especies son posibles; los métodos son aplicados para una rápida selección y para detectar la mayor diferencia en la pureza de los cultivares (Justice, 1972; Pauksens y Dhesi, 1978) siendo por regla general que estos métodos sean rápidos y por ende se demanden técnicas que permitan ser más exactas en los resultados. Algunas ventajas de estos métodos son: (1) los resultados se entregan en forma rápida y (2) todos los exámenes son hechos en el mismo año; las desventajas son: (1) se limita el número de individuos a estudiar y, (2) los métodos de laboratorio sólo permiten la separación de cultivares por grupos (Olsen, 1975); siendo esta diferencia la más relevante, debido a que la separación individual es difícil, y es por esto que se están desarrollando investigaciones para establecer nuevos métodos para determinar, en laboratorio, la pureza y la identidad varietales, perfeccionando las ya existentes (FAO, 1961).

Pauksens y Dhesi (1978) dividen los métodos de laboratorio en tres categorías: (a) examinación de caracteres morfológicos de semilla, (b) color de reacción a ciertos tratamientos químicos o pruebas bioquímicas y, (c) características de la plántula con control de estímulos de crecimiento y condiciones ambientales. Las pruebas más conocidas y usadas en laboratorio son: Observación visual de semillas, prueba de luz ultravioleta, pruebas bioquímicas y químicas, conteo de cromosomas y otros métodos citológicos (Copeland, 1976).

2.6.3.1. Observación visual de semillas. - Este es un procedimiento simple en la pureza varietal y probablemente la primera en ser usada; aunque todavía se desarrolla en los laboratorios de análisis de semillas, no es exacta para la identificación positiva de variedades, y su utili-

dad se da más bien en combinación con otras pruebas. Algunas características de la semilla que se usan para identificación de ciertas especies son: color, forma, características de lemma y palea, presencia o ausencia de pubescencia en la semilla, grado de maduración y contenido de agua; pudiendo ser el principal elemento que se relaciona con el flósculo (Copeland, op. cit.; Schmidt. 1975).

En forma general esta observación en el laboratorio tiene dos usos: 1) cuando se desconoce la variedad en cuestión para la cual se propone realizar una llave o código y, 2) se evalúa la muestra para identificar semillas atípicas, las cuales se determinan mediante la descripción varietal (García, 1984). Es importante considerar que los caracteres de la semilla pueden alternarse o perderse debido a ciertos tratamientos químicos (Cooke; citado por Rivas, 1988); es por esto que se debe asegurar que la semilla que se utiliza para la pureza varietal, se exponga a este tipo de efectos, a modo de que permita obtener datos confiables y establecer la variación pertinente con motivos de identidad.

Un ejemplo de la observación de la semilla, es el efecto que tiene el color de lemma con la calidad del grano (Plourde, et al., 1986); así, se menciona que las avenas rojas pueden tener más alta calidad que las avenas blancas implicando esto la asociación mencionada; esta asociación puede influir en la selección de la alta calidad de avenas, siendo este rango fácilmente identificable, pudiendo servir como criterio de selección en la pureza varietal; además de que se compara, en dos ciclos de producción, avenas blancas y negras (lemma y palea), en asociación, con caracteres agronómicos como porcentaje de cáscara, peso de testa, peso de 1000 semillas, porcentaje de proteína y aceite.

2.6.3.2 Prueba de luz ultravioleta - Exponiendo semilla seca de diferentes variedades a la luz ultravioleta negra (3500 unidades Armstrong), puede o no puede mostrar fluorescencia y la respuesta ha sido usada para distinguir en semilla cubierta o en plántulas, con resultados variables (Palmer y Bathgate, 1976; Copeland, op. cit.). También ha sido útil para distinguir especie de Lolium multiflorum y L. perenne, debido al hecho de que las raíces de la plántula de la primera, muestran fluorescencia y la segunda no (la sustancia es ancolina); sin embargo, se han liberado variedades emparentadas de las dos especies cuyos niveles de fluorescencia varían desde 0 hasta 100%, por lo cual pueden caracterizarse; por otro lado para Poa pratensis y Orzyza sativa, se han utilizado las semillas, sometiéndolas a un tratamiento de imbibición con solución al 2% de hidróxido de potasio por dos horas, para posteriormente exponerlas a la luz ultravioleta, lo cual ha dado resultado en la separación de cultivares de esta especie (Elekes, 1975; Palmer y Bathgate, 1976). Específicamente para avena, que es el cultivo donde más se ha estudiado este efecto, se establecen diferencias en un grado más o menos distinguibles en sus bases, y diferenciables en las características de el grano. Distintas variedades o grupos de variedades pueden ser clasificados de acuerdo al color del grano que puede ser blanco, amarillo, gris o negro, sometiendo los granos a la luz ultravioleta (ISTA, 1976); siendo esta determinación útil para la pureza de cultivares, aunque la prueba, en cierto modo, puede limitar su utilidad debido a que muchas variedades de avena muestran respuestas parecidas. La separación de avenas blancas con amarillas es la más común, ya que las avenas blancas son las que presentan fluorescencia y las amarillas no; esta diferencia se observa en la lemma y palea

(Copeland, op cit.; Justice, 1972); aunque esta misma fluorescencia se puede correlacionar con alto peso de 1000 semillas. Lawes (1986) relaciona alto peso con no fluorescencia y bajo peso con fluorescencia de la semilla, siendo con color de lemma amarillo y blanco respectivamente; adicionalmente algo muy relevante en esta investigación es la generación de materiales ya que se ha observado que la fluorescencia puede ser heredable, indicándonos que esta procede de un gen dominante y la no fluorescencia de un gen recesivo; por lo que su integración a las nuevas variedades se siguen estudiando, ya que la no fluorescencia con fiere un 20% de granos más grandes; estableciéndose como marcador genético fácilmente identificable (Reeves y Van de Crommert, 1983).

2.6.3.3. Pruebas químicas y bioquímicas - La variedad ideal se puede llevar a la exposición de la semilla a sustancias químicas, debiendo ser posible desarrollar una o más pruebas o técnicas para detectar y cuantificar las diferencias entre variedades pareciendo que no existe una gama de pruebas, pues actualmente y exceptuando la prueba de fenol, los métodos químicos y bioquímicos no se han usado extensivamente para caracterizar variedades (Mckee, 1973; Copeland, 1976). Larsen (citado por Mckee, 1973) plantea que las manifestaciones morfológicas inherentes a las diferencias varietales debían tener una diferencia bioquímica, aunque no todas las diferencias bioquímicas se reflejan morfológicamente, siendo que estas deberían ser más numerosas que las morfológicas. Aquí el problema es encontrar y evaluar las diferencias químicas y bioquímicas entre variedades, ya que algunos compuestos se hallan en concentraciones demasiado bajas y es muy difícil aislarlos e identificarlos.

Entre las pruebas químicas y bioquímicas más utilizadas se encuen

tran las siguientes: Contenido de elementos químicos, pruebas de color y moteado, ceras cuticulares, serología, cromatografía y electroforesis.

Contenido de elementos químicos.- Está bien documentado el hecho de que diferentes genotipos de especies de plantas, acumulan más o menos una cantidad de un determinado elemento que otros genotipos. Sin embargo, esta posibilidad no ha sido evaluada para un probable uso en caracterización varietal. Desafortunadamente el contenido de la mayoría de los elementos en la planta está influido en alto grado por efectos edáficos, climáticos y bióticos (McKee, 1973).

Pruebas de color y moteado.- Muchas pruebas de color se han propuesto para diferenciar variedades de especies cultivadas. Desafortunadamente estas pruebas sólo sirven para separar variedades en dos o algunos grupos, conteniendo cada uno, de pocas o muchas variedades. Entre las pruebas se puede mencionar el uso de una solución de hidróxido de potasio al 5% para separar variedades de trigo de grano blanco de aquellas de grano rojo; o una solución de ácido hidroclicórico al 10% para diferenciar variedades de avena de grano blanco de las de grano amarillo. Una variante de este enfoque es la evaluación de diferencias varietales mediante la actividad enzimática, reflejada en pruebas de color. Tal vez la más conocida sea la prueba de fenol, que se usa para ayudar en la identificación de variedades de trigo, zacate azul, cebada, avena y centeno (Copeland, *op. cit.*; Justice, 1975). La prueba de fenol se basa en una actividad de oxidación fenólica, con la exposición de la semilla durante cuatro horas a fenol al 1% después de una preimbición por 16 horas. Las enzimas presentes en el perij

carpio, en la aleurona y en otras estructuras de la semilla, oxidan a los fenoles; esta reacción es determinada por genes controladores de la actividad enzimática (Banerjee y Chandra, 1977); las diferencias isoenzimáticas de los progenitores y las diferencias cuantitativas en varios ácidos grasos y las que existen en las células epidérmicas imprimen características que sirven como herramientas para la identificación y separación de cultivares (Pauksens y Dhesi, 1978). La prueba de fenol fue descrita por Walls en 1965 (citado por Pauksens y Dhesi, op. cit.); quien indica que la evaluación se hace de acuerdo a la intensidad de tinción, formándose por unos pigmentos coloreados, insolubles (melaninas), como resultado de la oxidación enzimática; dependiendo de la intensidad, será la característica del cultivar, la cual está determinada por la enzima tirosina, y bajo el control de un pequeño número de genes (Olsen, 1975). Las cantidades y clases de los varios tipos de enzimas fenol-oxidaza presentes en la semilla, causan variaciones en los grados de coloración del pericarpio; las variedades pueden ser teñidas en el área del embrión o en todo el grano; la prueba separa a los cultivares en grupos, ya que muestran distintos tonos en diferentes semillas, pero la separación es típica del cultivo o grupo (Copeland, 1976; Banerjee y Chandra, 1977)

Ceras cuticulares.- La cutícula es un complejo de tejidos y compuestos de los cuales las ceras y los lípidos son sólo una parte. Varios investigadores han intentado usar los constituyentes cuticulares especialmente la fracción de lípidos, en estudios taxonómicos a nivel de especie y aún más detallados. La edad de la planta, el estado de desarrollo y el ambiente, sólo afectan en forma ligera a los constituyentes de la cutícula. Sin embargo, pocos estudios indican que esta

técnica sea útil en la caracterización varietal (Mckee, 1973).

Serología.- Las técnicas serológicas son quizá el mejor acercamiento a la comparación de complejas mezclas de proteínas, debido a que los anticuerpos generalmente reaccionan sólo con antígenos similares a los que estimulan la producción. La técnica ha sido ampliamente usada a nivel de taxonomía de especies, y hay pocos informes respecto a su aplicación en las plantas, para delinear diferencias varietales e intraespecíficas (Mckee, *op. cit.*). La aplicación del método es especialmente importante en las semillas de granos y mezclas semejantes morfológicamente; un ejemplo de esto es entre *Avena sativa* y *A. fatua*, debido a la relación genética y la identidad serológica en su proteína; además de ser usada para detectar organismos patógenos (virus y bacterias) en semilla (Konarev, *et al.*, 1981).

Cromatografía.- La cromatografía en sus variadas formas es una poderosa herramienta analítica capaz de separar pequeñas cantidades de mezclas químicas muy complejas. Por tanto, parecería ser de posible utilidad en la caracterización de variedades, y algunos investigadores han usado esta posibilidad (Mckee, 1973). Tanto la cromatografía de capa delgada como la de papel pueden ser usadas para diferenciar variedades, las cuales se observan fácilmente en las capas delgadas en la banda cromatográfica, sobre todo en pastos como rye grass y, variedades de soya, observándose en forma menor en variedades de avena. Este método de capas sólo puede usarse para distinguir en bandas suaves a trigos duros y algunos géneros de *Trifolium*. La técnica es limitada en cuanto a su uso ya que requiere un tiempo largo, y las diferencias no siempre se observan en las bandas (Copeland, 1976); aunque esto puede

salvarse, algunas veces, mediante el refinamiento de la técnica con el uso de absorbentes y mediante el uso de la luz ultravioleta para ayudar a distinguir diferencias (Rivas, 1966).

Electroforesis.- Es una de las pruebas más exactas, ya que se distinguen variedades a través de sus proteínas e isoenzimas, pudiendo ser usadas en semillas o en otra parte de la planta; en la electroforesis se aplica una corriente eléctrica a través de un medio de soporte. La corriente eléctrica acelera la movilidad diferencial y en consecuencia hay una separación de compuestos tales como mezclas de proteínas, las cuales se marcan o imprimen a un lado o al final del medio de soporte; dentro del medio, al establecerse el campo eléctrico, las proteínas se arreglan según su polaridad, forma que las que tiene carga positiva pueden alinear a un arreglo próximo al polo negativo y viceversa. Posteriormente las proteínas son estabilizadas, pudiendo ser fotografiadas y comparadas con los parientes, conociendo así las variedades (McKee, 1973; Copeland, 1976).

La electroforesis genera mucho interés entre la certificación y control oficial de semillas, particularmente por las necesidades existentes en la identificación, encontrándose solo pocos estudios en variedades de trigo, cebada, avena, soya, maíz y otros granos (Konorev, et al. 1961).

2.6.3.4. Número de cromosomas.- Alrededor de 1960 se liberaron muchos pastos y legumbres tetraploides en los Estados Unidos. El complemento cromosómico duplicado de estas variedades, en contraste con el tipo diploide, proporcionó a los analistas de semillas un método específico

de distinción varietal, mediante el simple conteo de cromosomas en las puntas de la raíz de las plántulas. Como muchas otras pruebas varietales el número de cromosomas no puede usarse para diferenciar variedades dentro de especies; sin embargo, es útil para diferenciar especies de ploidies de tetraploides. Su uso está más limitado para especies de poliploidía mayor, tales como el trigo y los pastos azules, debido a la dificultad en el conteo de los cromosomas y a la complejidad de su poliploidía (Copeland, 1976).

2.6.3.5. Métodos Citológicos.— Este método se utiliza para el estudio de aberraciones cromosómicas en las nuevas variedades de plantas, determinando algunas características que van a ser usadas, aunque no se ha usado extensivamente, puede ser de un potencial considerable; estudiando características como resistencia a enfermedades mediante duplicaciones, inversiones o traslocaciones.

2.6.4 Métodos complementarios para la identificación de variedades.

Dentro de la determinación de especies o cultivares genuinos, el ISTA (1966) establece algunas consideraciones en cuanto a las estaciones donde se debe de llevar a cabo la descripción varietal, siendo:

- a) Donde el personal este familiarizado con las características morfológicas, fisiológicas y otras, de la especie o cultivar en cuestión.
- b) Donde exista equipo conveniente, terreno, etc.
- c) Donde las condiciones de experimentación permitan el desarrollo normal de las plantas en la prueba en parcelas de campo que se requiera.
- d) Donde auténticamente la prueba se norme, a fin de que el cultivar sea útil para comparación.

Estas condiciones pueden generalmente implicar determinaciones parecidas, estableciéndose en el campo el origen del cultivar, siempre que estas condiciones se cumplan.

Existen dentro del ámbito de laboratorio, algunas modalidades que han surgido a través de la investigación, para que se establezcan diferencias entre variedades, la necesidad de establecerlas, es a partir de las mínimas diferencias que se generan en los cultivares, siendo que para su detección se tenga que recurrir a técnicas más elaboradas; algunas de estas son:

Diferencias varietales manejando nutrientes en solución.— Nittler (1968) maneja deficiencias de fósforo en plantas de avena, donde se desarrollan pigmentos antociánicos color rojo en los coleóptilos y a lo largo de la vaina de la hoja bandera, separándose los cultivos por el tejido delgado; por otro lado Jensen y Nittler (1971) variaron nutrientes en solución en 24 variedades de cebada, las cuales se pusieron a crecer en arena con luz continua, aplicando solución con nutrientes completa, y solución faltando nitrógeno y fósforo; aquí observaron colores en algunas áreas de la planta desde necróticos en las primeras hojas, hasta llegar al verde o rojo, o mezclas en las vainas de las hojas. Cada cultivar tendrá algún comportamiento, dependiendo del número de condiciones experimentales establecidas, incluyendo fotoperiodo, temperatura y nutrientes, Las diferencias varietales ocurren cuando las plantas crecen faltando algún nutriente (Nittler 1968). Estas pruebas pueden apoyarse en otras características, como la presencia o ausencia de pubescencia en la hoja, aparición de la primera o segunda hoja. McDaniel y Janke (1973), establecen que la pubescencia de la hoja de avena faci

lita el reconocimiento de líneas derivadas de Avena sterilis y A. byzantina, siendo detectada en forma visual o con el tacto; esta característica morfológica es prominente en muchas especies cultivadas o silvestres de avena, teniendo este carácter gran valor taxonómico para clasificación. Por otro lado Finker (1973), utiliza la heredabilidad del raquis y número de nudos de la inflorescencia de Avena sativa, tanto para generación de materiales, como para diferenciar, ya que con un raquis más largo y un número de nudos más grande, estimula el incremento de espiguillas dando mayor rendimiento por la posible mayor fecundación, estableciendo esta relación como un marcador genético en las variedades.

Resistencia a enfermedades.- Las pruebas de inoculación de patógenos, son usadas para distinguir la susceptibilidad o resistencia a variedades de plantas (IBPGR, 1985). Copeland (1976) establece cinco técnicas para este tipo de pruebas, observando los datos en examinación visual de semillas y plántulas.

- 1.- Prueba de medio de cultivo en agar (para hongos).
- 2.- Técnicas serológicas (para bacterias y virus).
- 3.- Técnica bacteriológica; para establecer diferencias entre dos agentes causales.
- 4.- Prueba de plantas injertadas o inoculadas (para virus, bacterias y hongos).
- 5.- Método del libro para patógenos fúngicos, utilizando antibióticos y observando el crecimiento vegetativo.

Prueba de imbibición.- El IBPGR (1985) establece la incorporación de agua a la semilla, dentro de los descriptores para el reconocimiento de

cultivares para avena. El primer proceso que ocurre durante la germinación es la incorporación del agua por la semilla y se realiza por el proceso de imbibición. La intensidad de dicho proceso está determinada por tres factores : (1) la composición de la semilla, (2) la permeabilidad al agua de la cubierta de la semilla y, (3) la disponibilidad de agua en el ambiente. El proceso de imbibición es un proceso puramente físico y se realiza a favor del gradiente de potencial hídrico. De ninguna manera está relacionado con la viabilidad de la semilla, por lo que ocurre igualmente en semillas vivas, y en semillas cuya viabilidad haya sido dañada por tratamientos con calor u otros medios. El aumento en el contenido de agua de las semillas se caracteriza por tres etapas:

- 1.- Hay una incorporación inicial de agua, que es muy rápida.
- 2.- Se suspende la incorporación de agua.
- 3.- De nuevo hay un aumento en el contenido de agua que corresponde a la emergencia y al crecimiento del embrión.

Durante el primer estadio de imbibición, la velocidad de la respiración en los tejidos de la semilla aumenta rápidamente, quizá provocando una activación de enzimas preexistentes via hidratación. Durante el segundo estadio, se observa un alto cociente respiratorio, o sea que los niveles de CO₂ producidos son superiores a los niveles de utilización de O₂, lo que indica un alto grado de respiración anaeróbica, probablemente debido a la restricción de la incorporación del oxígeno impuesta a la testa. Durante el tercer estadio hay un cambio rápido hacia una mayor utilización de oxígeno y por lo tanto un mayor grado de respiración aeróbica. En conclusión, podemos entender que la imbibición en la germinación, provoca que la semilla latente, con bajo contenido hídrico, muestre un aumento en su actividad metabólica e inicie la for

mación de una plántula a partir del embrión (Grajales y Martínez, 1985, Mosse, 1983). Algo importante en esta prueba es la aplicación que se le puede dar para la distinción de variedades; ya que se puede utilizar para establecer viabilidad y lavado de azúcares en la germinación de cereales; establecer el metabolismo de la semilla en distintas horas de germinación (Abdul Baki, 1969), o establecer la respiración de la semilla durante la imbibición y el crecimiento de plantas de maíz (Woods tock y Grabe 1967); estas aplicaciones y el establecer las tres fases de imbibición, son útiles para la diferenciación de variedades ya que según el genotipo será la respuesta a este proceso fisiológico.

Estas técnicas por su complejidad no se han generalizado en el mundo, ya que los aparatos que se utilizan, así como los gastos que se generan no permite que se lleven a cabo. Algo importante que se debe mencionar es que los métodos de parcela de campo, invernadero y laboratorio, por sí solos, no permiten la identificación de variedades, por lo que la investigación al respecto y su combinación, requieren de más desarrollo y sobre todo que se genere nueva tecnología que permita el reconocimiento de variedades en una forma sencilla, ya que si bien se pueden establecer las diferencias con métodos sofisticados, a nivel de agricultor, que es quien trabaja con ellas; le permita reconocer y establecer esas diferencias para poder mantener la pureza genética, de las variedades, desarrollando así los sistemas de producción de semillas existentes y la conservación del material genético.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del Experimento

La investigación se desarrolló en la Sección de Producción de Semillas del Centro de Genética de el Colegio de Postgraduados, Montecillo México. Se encuentra a 19° 30' Latitud Norte y 98° 51' Longitud Oeste; a una altura sobre el nivel del mar de 2240 m; dentro del área de influencia de Chapingo, el cual tiene un clima C (wo)(wb(i)g); que es templado con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, con verano fresco y largo, la temperatura media anual es entre 12 y 18 °C, la oscilación anual de la temperatura media mensual es de 5 a 7 °C, y el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano (clasificación climática de Köppen, modificada por García, 1973).

3.2 Material Genético

El material que se incluyó en el presente estudio, ha sido desarrollado por los programas de mejoramiento genético de avena en diferentes campos experimentales del INIFAP (Valle de México, Bajío, Sierra de Chihuahua, Costa de Ensenada y Región de Valles Altos de la Mesa Central). La formación de estos materiales tuvo como objetivo la supresión de importaciones de semilla y evitar la introducción a gran escala de variedades comerciales en nuestro país; aunque posteriormente se toman como progenitores para la formación de híbridos los cuales en su mayoría se conformaron a través del método de Selección Genealógica o de Pedigree (Hibridación y Selección), siendo este el principal para la formación de variedades mexicanas de avena (tanto para grano como para forraje).

Se utilizaron diez variedades de avena; siete liberadas por INIFAP, dos variedades introducidas y una línea que se pretende liberar. La relación y descripción de estas variedades se presente en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Genealogía, uso y método de obtención de las 10 variedades de avena utilizadas en la investigación.

Variedades	Genealogía	Uso	Método de Obtención
AB - 177	CI-7149	Forraje	Introducción y selección de línea pura.
Chihuahua	AB-177 XPutnam-61 I-15-11C-1R-2C	Forraje y grano	Pedigree
Cauhtémoc	AB-177XPutnam-61 I-15-SR-3R-1C	Forraje y grano	Pedigree
Diamante R-31	1955-A-39-3-2- Curt/impala/ENA	Grano	Pedigree
Gema	(ArkansasXNo56- AB-177/CurtXNo- daway)-Faun 1	Forraje	Pedigree
Juchitepec	-----	Grano	Pedigree
Páramo	AB-177-Curt-XCurt -Nodaway 3-AB-177	Grano	Pedigree
Sala	CI-7010	Forraje	Introducción
Tarahumara	7114 ChihuahuaX Curt-Nodaway 3/ Toko	Grano	Pedigree
Tulancingo	3034-Tipecanoe/ CurtXOpalo-Curt/ Cauhtémoc	Grano	Pedigree

Fuente: Maldonado y Jiménez (1983)

3.3 Métodos

Para la descripción varietal se establecieron dos tipos de pruebas; la de invernadero (estado de plántula) y de laboratorio (en semilla).

3.3.1. Pruebas de invernadero

Para este caso se estableció un almaciguero con marco de madera de 4.87 m de largo, por 1.37 m de ancho y 15 cm de alto, el cual fue llenado con arena de río a un primer nivel (10 cm) para siembra del material, cubriéndose posteriormente con 1 cm de arena. Las plantas se mantuvieron por 19 días en el almaciguero, el cual se cubrió con una estructura metálica de 5 m de largo por 1.60 m de ancho, con una altura de 50 cm, cubierta con plástico a manera de túnel, para protección por las condiciones del medio prevaletientes, ya que el experimento se llevó a cabo del 15 de Noviembre al 5 de Diciembre; así como para que el crecimiento fuera más favorable.

Las 10 variedades se establecieron bajo el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se destinaron como parcela experimental, dos surcos por variedad; teniendo cada uno 1.37 m de longitud; se colocó la semilla de avena de tal forma que la radícula y plúmula se desarrollaran sin obstrucciones, quedando a una distancia de 5 cm entre semillas y 5 cm entre surcos, completando 80 surcos para las cuatro repeticiones. Se sembraron 50 semillas por variedad, obteniéndose 50 plantas de las cuales se utilizaron 20 tomadas al azar para la obtención de datos; que ocurrió al séptimo día de emergencia (datos posibles de descripción), y al décimo día se extrajeron las plantas del almaciguero para secado a estufa a 72°C por 48 horas.

3.3.2. Pruebas de laboratorio

En esta fase del experimento se tomaron caracteres en estado de semilla; además se realizaron tres pruebas concernientes al reconocimiento de variedades por grupos, siendo:

- a) Prueba de imbibición
- b) Prueba de fenol
- c) Prueba de luz ultravioleta

3.3.2.1. Prueba de imbibición.- Consistió en determinar el lapso de tiempo en que la semilla de cada variedad (mediante el proceso de imbibición) inicia la actividad enzimática (primer estadio) a nivel de aleurona, para la formación de fitohormonas y desdoblamiento de moléculas de un estado complejo a uno más simple para promover el crecimiento del embrión.

Para tal fin se tomaron cuatro muestras de 25 semillas por variedad y se pusieron a imbibir en cajas de petri con papel absorbente húmedo con agua destilada, de tal forma que la semilla captara la suficiente humedad para iniciar el proceso. Se utilizó una báscula con aproximación de centésimas de gramos, a fin de pesar las muestras de semillas de 2, 4, 6, 8, 10, 22 y 24 horas de iniciada la prueba, para así obtener el tiempo en el que el primer estado de imbibición se lleva a cabo para las variedades bajo estudio.

3.3.2.2. Prueba de fenol.- La prueba para diferenciar variedades mediante la actividad enzimática ocurrida en la aleurona de la semilla por medio de la oxidación del fenol (ácido carbólico); la cual muestra la formación de pigmentos coloreados a través de la reacción se llevo a cabo

con cuatro muestras de 50 semillas por variedad, las cuales se pusieron a imbibir por 16 horas en cajas de petri con papel absorbente y agua destilada; posteriormente se expusieron a la solución de fenol al 1 % en papel filtro humedecido por 4 horas; se observaron las tonalidades de color presentadas separando las que tuvieron semejanza. Para preparar la solución de fenol es importante que los cristales se fundan (del ácido carbónico) hasta que se encuentren en forma líquida, cuidando de extraer los gases expulsados, en una cámara, para evitar el contacto con los ojos y vías respiratorias.

3.3.2.3. Prueba de luz ultravioleta.- Esta prueba se dividió en dos fases; la primera consistió en poner semillas desnudas (según metodología de Elek, 1975), con solución de hidróxido de potasio al 2% durante 2 horas, para observar la semilla después del tiempo transcurrido bajo luz ultravioleta y clasificar la semilla en cuanto al grado de fluorescencia que pudiera presentar. La segunda fase consistió en poner semilla con lemma y palea (sin tratamiento) bajo la luz ultravioleta, con cuatro repeticiones de 100 semillas por repetición; separando las semillas que presentaron fluorescencia para establecer el porcentaje por variedad, obteniendo las diferencias entre variedades.

3.3. Características medidas en la semilla y en plántula.

La selección de caracteres se basó en la metodología para descripción de avena del International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1985); aunque podemos mencionar que sólo se tomaron algunos descriptors para estado de plántula y semilla, estimándose algunas pruebas y descriptors que se creyeron importantes.

A continuación se explica la descripción de caracteres de semilla y plántula en avena.

Características de semilla

Color de lemma y palea.- Las glumas fértiles (lemma y palea) presentan diferentes colores, según variedad, cuando las espiguillas maduran.

- | | | |
|------------|--------|---------|
| 1 Blanco | 3 Gris | 5 Negro |
| 2 Amarillo | 4 Rojo | 6 Otro |

Color de pericarpio.- Coloración predominante del pericarpio del grano sin lemma y palea.

- | | | |
|----------|----------|--------|
| 1 Blanco | 3 Café | 5 Otro |
| 2 Crema | 4 Pajizo | |

Forma de semilla.- Es la forma que adquiere la semilla en su desarrollo la que se observa realizando un corte transversal.

- | | | |
|---------|------------|---------------|
| 1 Ovada | 2 Eliptica | 3 Acorazonada |
|---------|------------|---------------|

Vellosoidad de lemma.- Es la observación de las pilosidades en la cubierta del grano.

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 0 Glabra | 5 Moderadamente pubescente |
| 3 Ligeramente pubescente | 7 Altamente pubescente |

Vellosoidad de la parte basal y terminal del grano.- Es la observación de las pilosidades existentes en pericarpio.

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 0 Glabra | 5 Moderadamente pubescente |
| 3 Ligeramente pubescente | 7 Altamente pubescente |

Cubrimiento de la semilla.- Es la observación de si cuenta con estructuras que la protejan o la envuelvan (lemma y palea).

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1 Grano desnudo | 2 Grano cubierto |
|-----------------|------------------|

Longitud de la semilla.- Es la distancia, medida en milímetros, desde la base de la gluma estéril baja hasta el ápice de la gluma fértil más larga, excluyendo la arista; en avena esta medida y las dos siguientes se toman con lemma y palea; además de que en el experimento se tomaron 100 semillas de toda la población.

Anchura de semilla.- Es la distancia, medida en milímetros, entre las nervaduras centrales de la lemma y palea, en el punto más ancho.

Espesor de semilla.- Es la máxima distancia, medida en milímetros, entre las paredes laterales del cariósido.

Peso de 1000 semillas.- Se toman al azar, ocho muestras de 100 semillas cada una, obteniendo su peso en gramos y el promedio de las muestras.

Cantidad de cáscara.- De las ocho muestras anteriores se removió su cubierta (lemma y palea), pesándose el grano desnudo y la cáscara para la obtención del promedio y a la vez obtener el porcentaje estimado.

Tamaño de semilla.- Para tal fin se utilizaron tamices del número 6, 8 y 10 para nueve variedades; para la otra variedad se determinó con tamices del 10, 12 y 14.

Características de estado de plántula.

Días a emergencia.- Es el tiempo que transcurre desde la siembra, hasta que a nivel del suelo surge la punta del coleótilo.

Altura de plántula.- Es la medición, en centímetros, de la punta de la raíz, a la punta de la hoja con máximo desarrollo, después de 10 días transcurridos.

Longitud de coleoptilo.- Este caracter, se estima en milímetros, y se toma a partir de la unión del mesocotilo, hasta la punta de la estructura mencionada.

Materia seca.- Es la estimación, en gramos, del peso de raíz, parte aérea y total, posterior al secado en estufa, a 72 C por 48 horas.

Color de coleoptilo.- Coloración predominante del coleoptilo, por variedad.

1 Verde	3 Blanco
2 Rosado	4 Rojizo

Color de hoja.- Coloración predominante en la estructura morfológica.

1 Verde fuerte	3 Verde claro
2 Verde normal	

Vellosidad de hoja y vaina.- Es la pilosidad existente en las estructuras mencionadas, estimándose en base a la densidad existente.

0 Glabra	5 Moderadamente pubescente
3 Ligeramente pubescente	7 Altamente pubescente

Aperición de primera hoja extendida.- Es la estimación, en días, a partir de la emergencia de la extensión de la primera hoja en un plano vertical, con respecto al tallo, con el motivo de exponerse a la mayor longitud de onda de luz que pueda captar.

3.3.4 Análisis estadístico.

El propósito de utilizar un diseño en la descripción varietal es la de detectar los caracteres de mayor utilidad que diferencien variedades, basándonos en la probabilidad estadística entre tratamientos. Se

realizó el análisis de varianza de acuerdo al diseño de bloques completos al azar, siendo las características medidas: altura de planta, longitud de coleptilo, materia seca de raíz, parte aérea y total, velocidad de germinación. El modelo del diseño es el siguiente.

$$Y_{ij} = M + B_i + G_j + E_{ij}$$

para $i = 1, 2 \dots b$
 $j = 1, 2 \dots t$

donde Y_{ij} es el valor a observar en la unidad experimental del i -ésimo bloque que aloja al j -ésimo tratamiento.

M : Efecto promedio general

B_i : Efecto del i -ésimo bloque

G_j : Efecto del j -ésimo tratamiento

E_{ij} : Error aleatorio asociado al correspondiente valor Y_{ij} .

En el experimento se estableció comparación de medias en base a la prueba estadística de Tukey, con probabilidad de error de 0.01 y 0.05 para cada variable cuantificada.

3.3.5 Tamaño de muestra en la estimación de parámetros estadísticos de caracteres cualitativos y cuantitativos.

CIAT (1983) propone un tamaño de muestra de 20 observaciones (en maíz, arroz, sorgo) como mínimo necesario para poder estimar la media (\bar{X}) y la variabilidad existente en cada carácter descriptivo (S, CV, Rango); en el presente estudio se tomaron 20 plantas por repetición para establecer las diferencias.

Dependiendo de si la especie es autógama o alogama, la precisión en la toma de datos variará de acuerdo al número mayor de observaciones.

(CIAT, op. cit.), ya que su grado de entrecruzamiento y a la vez de contaminación es mucho menor, siendo en este caso para avena de 0.5 a 1.5% (Poshlman, 1979).

Cuando se trató de características cuantitativas que pudieron ser medidas, se describieron en base a media (\bar{X}), y la variación presente por medio de la desviación estandar (S), rango (R) y coeficiente de variación (CV). Las características cualitativas fenotípicas se describieron de acuerdo a las frecuencias relativas (%), especificando con ello la expresión predominante del carácter.

IV RESULTADOS

Estos se reportan en dos grupos principales; el primero concierne a las pruebas llevadas a cabo en laboratorio, dividiéndose en dos partes; (a) la que corresponde a los caracteres morfológicos de semilla y, (b) la prueba bioquímica y fisiológica. El segundo grupo de resultados lo constituye la fase de estado de plántula; los datos se presentan por carácter tomado y por prueba, apareciendo los cuadros de caracteres cualitativos donde se toma el porcentaje y frecuencia relativa, y cantidades tomando los estadísticos: coeficientes de variación (CV), media (\bar{X}) desviación estandar (S) y rango (R); asimismo se presentan los resultados correspondientes al análisis de varianza efectuado.

4.1 Pruebas de Laboratorio

4.1.1 Caracteres morfológicos de semilla.

4.1.1.1 Color de lemma y palea. En el Cuadro 5 apreciamos que este descriptor en todas las variedades presenta la frecuencia relativa de 100% en el color observado; 8 variedades presentan colores diferentes yendo desde el beige hasta el negro con algunas combinaciones en la lemma; dos variedades son las que presentan color igual en el descriptor (crema con amarillo), siendo estas Chihuahua y Cuauhtémoc.

4.1.1.2 Color de pericarpio, forma y cubrimiento de la semilla. En el Cuadro 6 se engloba la información contenida sobre estos caracteres cualitativos. En color de pericarpio la mayoría de las variedades presentan el color café claro o paja (9 variedades) y una el color café (Saia). En cuanto a forma de semilla, la cual se toma en un corte transversal de la misma; correspondieron a siete variedades la forma ovada y

a tres la forma acorazonada. Finalmente en lo que respecta a cubrimien-
to de la semilla, todas las variedades presentan el carácter cubierto.

Cuadro 5. Color de lemma y palea en 10 variedades de avena.

Variedad	Color	Frecuencia Relativa
AB - 177	Café (base), Paja (terminal)	100
Chihuahua	Crema con amarillo	100
Cuahtémoc	Crema con amarillo	100
Diamante R-31	Beige, con franjas laterales café obscuro	100
Gema	Paja con amarillo	100
Juchitepec	Beige con crema	100
Páramo	Café	100
Saia	Negro con franjas amarillas	100
Tarahumara	Paja	100
Tulancingo	Beige	100

Cuadro 6. Color de Pericarpio, forma y cubrimiento de la semilla.

Variedad	Color	Forma	Cubrimiento
AB - 177	Paja	Acorazonada	Cubierto
Chihuahua	Paja	Ovada	Cubierto
Cauhtémoc	Paja	Ovada	Cubierto
Diamante R-31	Paja	Ovada	Cubierto
Gema	Paja	Acorazonada	Cubierto
Juchitepec	Paja	Ovada	Cubierto
Páramo	Paja	Ovada	Cubierto
Saia	Café	Ovada	Cubierto
Tarahumara	Paja	Ovada	Cubierto
Tulancingo	Paja	Acorazonada	Cubierto

4.1.1.3 Veliosidad de lemma y palea (V.L.P.), veliosidad de parte basal (V.P.B.S.) y veliosidad de parte terminal de la semilla (V.P.T.S.). En lo que respecta a estos tres descriptores (Cuadro 7), se tomó en cuenta la escala de 0, 3, 5, 7 en pubescencia (ver descriptores); para V.L.P., ocho variedades muestran una ligera pubescencia en su cubierta, y dos variedades (Gema y Páramo) no tienen pubescencia alguna (glabra); en V.P.B.S., siete variedades presentan alta pubescencia y tres sólo presentan veliosidad moderada (Gema, Juchitepec, Saia); por lo que respecta a V.P.T.S., se presentan tres variantes principales: glabra para Saia, moderada pubescente para AB-177 y Cauhtémoc, y las siete variedades restantes presentan ligera pubescencia. Agrupando las tres características (Cuadro 7), observamos que Chihuahua, Diamante R-31, Tarahumara y Tulancingo, guardan el orden 3-7-3 en sus características; AB-177

y Cuauhtémoc con 3-7-5; 0-5-3 para Gema; 3-5-3 para Juchitepec; 0-7-3 para Páramo y 3-5-0 para Saia.

Cuadro 7. Vellosoidad de lemma y pálea, y de la parte basal y terminal de la semilla.

Variedad	Vellosoidad Lemma y Pálea	Vellosoidad de la Base	Vellosoidad parte Terminal
AB - 177	3	7	5
Chihuahua	3	7	3
Cuauhtémoc	3	7	5
Diamante R-31	3	7	3
Gema	0	5	3
Juchitepec	3	5	3
Páramo	0	7	3
Saia	3	5	0
Tarahumara	3	7	3
Tulancingo	3	7	3

0.- Glabra; 3.- Ligeramente pubescente; 5.- Moderadamente pubescente; y 7.- Altamente pubescente.

4.1.1.4 Peso de 1000 semillas. En el Cuadro 6 se observa que la variedad Páramo tiene el mayor peso con 4.08 g; le siguen las variedades Tulancingo, Diamante R-31, Tarahumara y Chihuahua, estando agrupadas en valores que van de 2.95 a 3.4 g; Cuauhtémoc, Gema y AB-177 presentan medias de 2.56 a 2.67 y Saia con 1.88 g teniendo el valor menor. En cuanto a la desviación estandar (S), tenemos que Páramo, Chihuahua y Cuauhtémoc tienen valores arriba de 0.1; las siete variedades restantes están

por abajo de ese valor llegando a 0.05 en AB-177. En el coeficiente de variación (CV) las 10 variedades tienen valores bajos y no presentan variación apreciable que permita diferenciación.

Cuadro 8. Peso de 1000 semillas.

Variedad	X (g)	S	CV %
AB -177	2.56	0.051	2.01
Chihuahua	2.95	0.106	3.62
Cuahtémoc	2.67	0.103	3.86
Diamante R-31	3.17	0.088	2.77
Gema	2.65	0.092	3.49
Juchitepec	2.58	0.083	3.22
Páramo	4.08	0.112	2.74
Sala	1.88	0.063	3.35
Tarahumara	3.01	0.083	2.75
Tulancingo	3.40	0.092	2.70

4.1.1.5 Longitud, anchura y espesor de la semilla. En el Cuadro 9 se muestran los resultados de estos tres caracteres. En longitud de semilla tenemos que se forman tres grupos principales; los que presentan arriba de diez milímetros, que son Cuahtémoc, Juchitepec y Páramo; los que están entre 9 y 10 mm., siendo Tarahumara, Tulancingo, Chihuahua y Gema; y las variedades que están por abajo de 9 mm, siendo estas Sala, Diamante R-31 y AB-177; en cuanto a su desviación estandar tenemos que Cuahtémoc, Juchitepec, Páramo, Gema y AB-177 poseen valores arriba de 1.1, siendo el más alto 1.4; las cinco variedades restantes se encuen

Cuadro 9. Largo, ancho y espesor de semilla en 10 variedades de avena

Variedad	L a r g o				A n c h o				E s p e s o r			
	S	R	\bar{X} no.	CV %	S	R	\bar{X}	CV %	S	R	\bar{X}	CV %
AB-177	1.14	6.2 - 12.0	8.85	12.92	0.35	2.0 - 3.3	2.67	13.18	0.23	1.4 - 2.2	1.85	12.79
Chihuahua	1.44	7.0 - 14.0	10.9	13.17	0.36	2.0 - 3.5	2.79	13.18	0.31	1.4 - 3.0	1.95	16.10
Cuauhtémoc	0.87	7.0 - 11.2	9.00	9.60	0.29	2.1 - 3.0	2.51	11.54	0.22	1.3 - 2.1	1.78	12.28
Diamante B-31	0.79	7.1 - 10.2	8.91	8.89	0.31	1.8 - 3.0	2.61	11.97	0.22	1.3 - 2.1	1.90	11.78
Bea	1.20	7.0 - 12.5	9.78	12.35	0.33	2.0 - 3.0	2.44	13.48	0.27	1.1 - 2.2	1.73	15.41
Juchitpec	1.38	7.0 - 15.0	10.25	13.51	0.48	2.0 - 3.1	2.57	18.89	0.36	1.2 - 3.0	1.93	18.85
Parame	1.16	8.4 - 12.1	10.1	11.54	0.33	2.1 - 3.2	2.76	11.72	0.15	1.5 - 2.4	1.97	7.34
Boia	0.51	7.5 - 10.0	8.92	5.72	0.24	1.4 - 2.0	1.72	13.79	0.20	1.1 - 1.9	1.50	13.76
Tarahumara	0.75	7.0 - 11.0	9.04	8.72	0.28	1.5 - 3.0	2.64	10.72	0.15	1.4 - 2.1	1.91	7.85
Tulaancingo	0.76	7.4 - 10.5	9.10	8.41	0.28	2.2 - 3.1	2.80	10.05	0.13	1.5 - 2.1	1.92	6.82

tran entre 0.87 y 0.51. En cuanto al rango se establecen tres grupos principales: los de mayor amplitud son Juchitepec, Cuauhtémoc, AB-177 y Gema; Chihuahua, Páramo, Diamante R-31 y Tulancingo de mediana amplitud y de baja amplitud Saia solamente. Para el coeficiente de variación, los grupos se formaron como en la desviación estandar. En ancho de semilla en la media no se observan diferencias palpables, ya que nueve variedades, excepto Saia, están entre 2.44 y 2.80 mm; en la desviación estandar, se agrupan las variedades Juchitepec con el valor más alto; Diamante R-31, Gema, Cuauhtémoc, AB-177 y Páramo con valores de 0.24 a 0.29; en el rango no se establecen diferencias marcadas excepto para Saia que tiene el valor menor; las nueve variedades restantes están por arriba del 10 %, encontrándose entre 10.05 a 13.79; Juchitepec es la más variable con 18.89. En espesor pasa lo mismo que en ancho de semilla, ya que sólo Saia es la más diferenciable; en la desviación estandar Páramo, Tarahumara y Tulancingo son las que presentan menor número, y las siete variedades restantes están entre 0.2 y 0.36; en el coeficiente de variación los valores son relacionados igual a la desviación estandar. Podemos observar que Juchitepec, aunque se encuentra dentro de los valores de medias más elevados, su variación es la más alta para los tres caracteres tomados; en Saia por el contrario las medias y variaciones que presenta son bajas.

4.1.1.6 **Peso y cantidad de cáscara.** En el peso de cáscara (Cuadro 10), el mayor corresponde a Páramo y el menor a Saia, sólo Gema y Páramo tienen valores arriba de un gramo; las ocho variedades restantes se mantuvieron abajo del gramo, aunque siete de estas se encuentran entre 0.7 y 0.99 gr. En cuanto a porcentaje de cáscara obtenido, los valores variaron formando tres grupos, donde Saia y Tarahumara tiene el menor porcen

taje, por lo que el grano es más pesado en la relación que se establece; las de porcentaje intermedio fueron AB-177, Chihuahua, Diamante R-31, Gema, Páramo y Tulancingo, y las que ocupan los porcentajes más altos son Juchitepec y Cuauhtémoc.

Cuadro 10. Peso y porcentaje de cáscara de 10 variedades de avena.

Variedad	Peso de Semilla (g)	Peso de Cascara (g)	Porcentaje de Cascara
AB-177	3.01	0.8341	27.67
Chihuahua	2.98	0.8501	28.44
Cuauhtémoc	3.20	0.9959	31.28
Diamante R-31	3.17	0.8731	27.61
Gema	3.55	1.0324	29.18
Juchitepec	2.94	0.9222	31.34
Páramo	4.08	1.1290	27.36
Saia	1.88	0.3764	20.09
Tarahumara	3.01	0.7079	23.50
Tulancingo	3.40	0.9030	26.47

4.1.1.7 Tamaño de semilla. Este se clasificó en grande, medio y chico (Cuadro 11); en tamaño grande, dentro de la variación existente, Páramo es la que posee mayor porcentaje; Juchitepec y Saia en segundo término con 22 y 23 por ciento respectivamente, y se agrupan en tercer término AB-177, Cuauhtémoc, Tarahumara y Tulancingo; en un cuarto grupo quedan con los porcentajes más bajos Chihuahua y Diamante R-31. En tamaño medio el valor más alto lo presenta Gema y Tulancingo; en un segundo

grupo están Diamante R-31, Saia y Tarahumara; en tercer término quedan cinco variedades restantes con porcentajes entre 53.9 a 65.89. En tamaño chico Chihuahua, Cuauhtémoc y Juchitepec poseen los valores más altos; AB-177, Diamante R-31 y Tarahumara tienen valores medios, siendo los más bajos Tulancingo, Páramo y Saia; Gema no tiene tamaño chico. Se observa que en las variedades con porcentajes bajos en tamaño chico, lo elevan en tamaño medio, excepto Páramo que también presenta alto porcentaje de tamaño grande; Juchitepec es la variedad más variable en tamaños, teniendo valores altos en tamaño grande y chico, y valores bajos en tamaño medio.

Cuadro 11. Porcentajes en tamaños de semillas de 10 variedades de avena

Variedad	Peso Total Muestra (g)	Tamaño de Semilla		
		Grande	Medio	Chico
AB-177	68.0	18.23	65.89	15.88
Chihuahua	68.8	7.70	63.37	28.93
Cuauhtémoc	67.3	12.33	62.85	24.82
Diamante R-31	65.9	9.41	73.60	16.99
Gema	63.2	14.55	85.45	0.00
Juchitepec	75.7	22.06	53.90	24.04
Páramo	56.0	37.15	55.00	7.85
Saia	77.5	23.87	74.45	1.68
Tarahumara	66.6	13.06	72.22	14.72
Tulancingo	66.6	11.56	83.63	4.81

4.1.2 Pruebas fisiológicas y químicas.

4.1.2.1 Prueba de imbibición. La estimación de resultados se realizó por hora, obteniéndose los pesos de las semillas desde el inicial (0, sin agua), hasta las 24 horas que duró la prueba. En el Cuadro 1a. del apéndice se reportan los valores del peso de la semilla por hora por variedad, transformándose estos en porcentajes (acumulativo por hora, y el de agua imbibida por hora Cuadro 2a.) para observar los diferentes comportamientos por variedad (Cuadro 12); cabe aclarar que la separación por hora se debió a que las cuatro repeticiones programadas se dividieron en dos grupos de dos repeticiones donde uno tuvo las horas 0:30, 1:30, 3, 5, 7, 9, 22 y 24, y otro las horas 0:45, 2, 4, 6, 8, 10, 22 y 24; esto debido al gran número de pesadas a tomar, comparándose los datos entre horas de cada grupo; en los que existiendo coincidencia el valor se tomará en cuenta para establecer la diferencia observable y considerarlo como valor estimativo para la prueba.

En lo que respecta al porcentaje acumulativo por hora de imbibición por variedad (Cuadro 13), se observan diferencias muy marcadas entre las variedades, ya que la hora en que acumulan un cierto porcentaje de agua es diferencial, salvo algunos genotipos que logran coincidir.

Cuadro 12. Porcentaje acumulado de agua en inhibición por variedad.

Variedad	0:30	0:45	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	22:00	22:00
BB-177	26.13	32.60	46.56	61.30	67.96	74.56	57.96	53.26	64.76	55.43	70.44	61.95	94.31	78.26
Chiltepala	57.56	32.18	66.30	46.26	66.67	50.57	72.61	60.93	74.77	60.93	79.33	78.17	92.38	96.64
Coahuilón	22.32	20.31	57.43	43.54	59.54	51.29	68.99	64.12	69.14	64.12	76.60	78.23	84.66	96.74
Diamante R-31	44.30	24.13	54.44	28.74	38.22	35.62	60.04	47.12	72.22	54.05	72.22	71.24	93.78	100
Guia	26.61	31.37	35.10	47.63	45.73	54.06	53.16	68.53	65.94	70.91	71.26	80.21	93.64	100
Juchitapoc	22.10	30.76	27.30	39.99	59.67	51.24	62.24	64.96	67.53	69.96	77.93	74.96	100	98.71
Páramo	28.24	27.25	43.27	26.74	56.71	50.24	59.70	58.67	71.62	62.24	73.13	78.72	100	97.15
Sola	18.31	40.00	33.33	49.99	38.25	49.99	46.67	57.99	60.01	57.99	66.66	75.99	93.34	95.98
Tarahumara	27.25	24.54	49.45	28.26	49.45	43.66	62.06	62.96	71.54	67.92	71.54	80.25	97.87	96.29
Tulancingo	47.60	24.60	60.63	46.25	67.17	47.54	73.44	57.33	79.32	62.21	63.56	73.18	100	100

Cuadro 13. Horas y porcentajes coincidentes por grupo de horas en el porcentaje acumulativo de agua en el proceso de imbibición.

Variedad	Horas	Porcentaje
AB-177	1:30 a 6:00	40 - 57
Chihuahua	9:00 a 10:00	78 - 79
Cauhtémoc	0:30 a 0:45	20 - 22
	5:00 a 10:00	64 - 78
Diamante R-31	9:00 a 10:00	71 - 72
Gema	8:00 a 9:00	70 - 71
Juchitepec	5:00 a 10:00	62 - 74
Páramo	0:30 a 0:45	27 - 28
	5:00 a 10:00	62 - 77
Saia	22:00	93 - 95
Tarahumara	5:00 a 6:00	62
Tulancingo	22:00	100

A partir de los valores alcanzados, la variedad Chihuahua y Diamante R-31 en la misma hora alcanzan porcentajes que coinciden, por lo que forman un grupo en cuanto a la congruencia de valores; Cauhtémoc, Juchitepec y Páramo entre las 5 y 10 horas tienen u observan los mismos porcentajes, por lo que se establecen en un segundo grupo; las cinco variedades restantes poseen valores muy diferentes, por lo que no se pueden agrupar en uno sólo quedando con valores específicos.

En el Cuadro 14 el porcentaje de agua imbibida por hora en la semilla indicará en que tiempo se va a imbibir un porcentaje determinado de agua para que siga un patrón de imbibición, no comparándose con el por

centaje acumulativo. En este cuadro, donde se concentran los porcentajes obtenidos que son una parte del peso total de agua contenida, Cuauhtémoc y Tarahumara no presentan valores que sirvan para estimar una diferencia; AB-177 y Chihuahua en la misma hora absorben casi el mismo porcentaje de agua; las seis variedades restantes tienen valores muy diferenciales por lo que no se pueden formar grupos afines.

Cuadro 14. Hora y porcentaje coincidente entre repeticiones en el porcentaje de agua imbibida por hora.

Variedad	Hora	Porcentaje
AB-177	3:00 a 4:00	3
Chihuahua	3:00 a 4:00	2
Cuauhtémoc	0	0
Diamante R-31	6:00 a 7:00	11
Gema	3:00 a 4:00	10
Juchitepec	7:00 a 8:00	5
Parameo	22:00	26
Saia	5:00 a 6:00	8
Tarahumara	0	0
Tulancingo	8:00 a 9:00	4

0: Indica que no existe un dato comparable entre repeticiones.

Los Cuadros 13 y 14 servirán para establecer si la prueba permite una diferenciación entre variedades y a la vez su posible utilización en la descripción varietal de la especie; los agrupamientos o diferencias surgidas se discutirán posteriormente.

Un aspecto importante en la prueba es, qué tanta agua se imbibió en la semilla y qué tanto por hora fue tomada (Cuadro 15); así dentro de los diez genotipos, en el peso de agua imbibida, nueve presentaron cantidades desde 0.4 a 0.45 gramos, por lo que no existe una diferencia muy relevante; siendo la variedad Saia la que más se diferencia, presentando el valor más bajo; lo mismo ocurre en la absorción de agua por hora, donde Saia es la que presenta la cantidad más baja y diferenciable entre los diez genotipos. Este comportamiento se relaciona con el peso de semilla, ya que Saia posee el peso menor de todos, así como el tamaño más bajo.

Cuadro 15. Peso inicial y final de agua imbibida, y absorción de agua por hora en la prueba de peso imbibición.

Variedad	Peso Inicial (*)	Peso Final (*)	Peso de Agua Imbibida (*)	Absorción de Agua por Hora (*)
AB-177	0.5500	0.9550	0.405	0.01687
Chihuahua	0.5225	0.9725	0.450	0.01675
Cuahtémoc	0.5825	1.0125	0.430	0.01791
Diamante R-31	0.6200	1.0350	0.415	0.01729
Gema	0.6375	1.0675	0.450	0.01675
Juchitaptec	0.5225	0.9225	0.400	0.01666
Páramo	0.7600	1.1925	0.4325	0.01802
Saia	0.3975	0.6800	0.2825	0.01177
Tarahumara	0.6275	1.0675	0.4400	0.01833
Tulancingo	0.6300	1.0675	0.4575	0.01906

* Los datos son promedios de cuatro repeticiones, y se dan en gramos.

En cuanto al porcentaje de agua en peso total acumulado, tenemos que Chihuahua y AB-177 alcanzaron los valores más altos; le siguen siete variedades, las cuales están entre valores de 40 y 42 por ciento, y por último Páramo que obtuvo el valor más bajo. Podemos mencionar que se observa la existencia de genotipos que requieren de una mayor imbibición para su germinación y otros que requieren de poca agua para llevar a cabo sus reacciones enzimáticas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Porcentaje de agua en peso total acumulado en la semilla de imbibición.

Variedad	Porcentaje
AB-177	45.00
Chihuahua	46.01
Cuahtémoc	42.38
Diamante R-31	40.17
Gema	41.36
Juchitepec	42.89
Páramo	35.81
Sala	40.87
Tarahumara	41.15
Tulancingo	42.08

4.1.2.2 Prueba de fenol. Para esta prueba se tomaron como base los colores para la prueba de fenol en trigo (Baherjee y Chandra, 1977); formándose tres grupos principales para los diez genotipos de avena estudiados (Cuadro 17), los cuales quedan como sigue:

- a) Color castaño quemado: Diamante R-31, Gema, Páramo y Tulancingo.
 b) Color castaño encendedor: AB-177, Saia y Tarahumara.
 c) Castaño claro: Chihuahua, Cuauhtémoc y Juchitepec.

Esta prueba indica la posibilidad de encontrar progenitores comunes de las variedades a través de la reacción enzimática generada por el fenol; posteriormente se discutirá la progenie común por grupo y la diferencia entre ellos, con el fin de establecer su utilidad para la descripción varietal de la especie.

Cuadro 17. Relación de tonalidad tomada por variedad en semilla de 10 variedades de avena bajo tratamiento con fenol.

Variedad	Negativo o Neutro	Negro	Olivo	Castaño Queinado	Castaño Encen- dido	Castaño Claro
AB-177	-	-	-	-	X	-
Chihuahua	-	-	-	-	-	X
Cuauhtémoc	-	-	-	-	-	X
Diamante R-31	-	-	-	X	-	-
Gema	-	-	-	X	-	-
Juchitepec	-	-	-	-	-	X
Páramo	-	-	-	X	-	-
Saia	-	-	-	-	X	-
Tarahumara	-	-	-	-	X	-
Tulancingo	-	-	-	X	-	-

* Tonalidades tomadas de prueba para trigo (Banerjee y Chandra, 1977)

Por otra parte, en el Cuadro 18 se muestra la reacción del grano al fenol, ya que no toda la semilla se colorea; así, en las variedades Chihuahua, Diamante R-31, Páramo y Tarahumara, toda la semilla reaccionó con el fenol y se tiñó del color correspondiente al grupo que pertenece, a diferencia de las otras seis variedades que sólo la mitad del grano se coloreó; cabe mencionar que la zona coloreada corresponde a la región donde se encuentran las estructuras de la semilla que van a generar a la planta.

Cuadro 18. Reacción diferencial al tratamiento de fenol en la semilla.

Variedad	Reacción	Zona de la Semilla
AB-177	-	*
Chihuahua	++++	=
Cuahtémoc	++++	*
Diamante R-31	++	=
Gema	++	*
Juchitepec	++++	*
Páramo	++	=
Saia	-	*
Tarahumara	+	=
Tulancingo	++	*

-	Negativo
+	Castaño encendido
++	Castaño quemado
++++	Castaño claro
*	Coloreada sólo la mitad de la semilla
=	Coloreada totalmente

4.1.2.3 Prueba de luz ultravioleta. Esta prueba se dividió en dos fases: a) reacción del hidróxido de potasio en semilla desnuda para observar fluorescencia; y b) observación de semilla con lemma y palea, para distinguir la fluorescencia en las estructuras. En lo que respecta a la reacción con hidróxido de potasio no hubo halo o tonalidad fluorescente al observarla bajo luz ultravioleta, por lo que no existió un parámetro que permitiera una distinción y caracterización de variedades. Al observar la semilla con lemma y palea bajo la luz ultravioleta sin aplicar pretratamiento, los resultados obtenidos son los que muestra el Cuadro 19.

Cuadro 19. Presencia de fluorescencia, porcentaje y zona fluorescente en semilla de 10 variedades de avena.

Variedad	Fluorescencia No	Si	Porcentaje de Fluorescencia	Zona Fluorescente de la Semilla
AB-177		X	96.25	91.25 Punta 4.5 Total
Chihuahua		X	100.00	7.5 Cicatriz 92.5 Total
Cauhtémoc		X	94.25	Total menos en zona lateral
Diamante R-31		X	100.00	4.25 Cicatriz 95.75 Total
Gema		X	92.25	Total
Juchitepec		X	75.25	Total
Páramo		X	98.00	Punta
Saia		X	79.40	Zona lateral
Tarahumara		X	96.25	Total menos en zona lateral
Tulancingo		X	92.00	Cicatriz

Se aprecia que a partir de que todas las variedades florecen, ocho son las que presentan un porcentaje alto (arriba de 92) y sólo Saia y Juchitepec están entre 75 y 80 por ciento. En lo que respecta a la zona de semilla que florece, pueden diferenciarse cuatro grupos: 1) Cuauhtémoc y Tarahumara que la tienen en toda la lemma y palea, excepto en una zona lateral; 2) AB-177 y Páramo que la presentan en la punta; 3) Chihuahua, Diamante R-31, Gema y Juchitepec en toda la semilla y 4) Saia que la presenta en zonas laterales y en la unión de la lemma y palea con la raquilla (nudo de la semilla) y Tulancingo en la cicatriz don de se une la lemma y palea. Cabe aclarar que en el tercer grupo, Chihuahua y Diamante R-31 muestran un 100% de fluorescencia. Esta prueba al igual que la de fenol, posiblemente indiquen parentescos, ya que tal vez los progenitores de las variedades sean comunes.

4.2 Prueba de Invernadero

En este caso los datos que aparecen se tomaron al presentarse la emergencia, lo cual ocurrió a partir del séptimo día de la siembra.

4.2.1. Análisis de varianzas.

En lo que respecta a los descriptores analizados, en el diseño experimental (Cuadro 20), se observó una alta significancia para variedades y repeticiones en los valores de altura de planta, longitud de coleoptilo, materia seca de parte aérea y total; velocidad de germinación sólo mostró una alta significancia para el factor variedades; en materia seca de raíz existió significancia para bloques y no la hubo para variedades. En el análisis de las seis variables, sólo cinco muestran que al menos una variedad es diferente a las otras, por lo que podemos establecer conforme al diseño experimental, que existen diferencias entre las variedades estudiadas.

Siendo que el coeficiente de variación indica el grado de uniformidad de las variedades (Rivas, 1988); tenemos que en longitud de coleóptilo, materia seca de raíz, parte aérea y total, encontramos valores muy bajos en comparación con altura de planta y velocidad de germinación; cuyos valores son de 13.3. y 9.6 % respectivamente; por lo que la uniformidad de los materiales en las primeras cuatro variables es más evidente.

Cuadro 20. Análisis de varianza para las variables medidas.

Variable	C. M.			F. C.		C.V.(%)
	Error	Variedad	Bloque	Bloque	Variedad	
Altura de planta	2.49	7.046	22.76	9.1437 ++	2.5299 ++	13.30
Longitud de coleóptilo	0.011	0.044	0.15	12.73 ++	3.710 ++	0.895
Materia seca de raíz	0.003	0.007	0.04	10.496 ++	1.83 ns	1.68
Materia seca de parte aérea	0.001	0.012	0.012	8.071 ++	7.77 ++	0.25
Materia seca total	0.006	0.036	0.332	5.022 ++	5.439 ++	0.85
Velocidad de germinación	4.126	17.246	3.995	0.988 ns	4.179 ++	9.62

C. M. Cuadrados medios.

F.C. Probabilidad calculada en la prueba de F.

C.V. Coeficiente de variación

++ Altamente significativo (p 0.01)

ns No significativo.

En lo que respecta a la comparación de medias (Tukey, 0.01 y 0.05), que puede apreciarse en los Cuadros 3a. al 8a. de el Apéndice; tenemos que a la probabilidad de 0.01 sólo se forman dos grupos estadísticos en materia seca de parte aerea y de raíz, altura de planta y velocidad de germinación; en tanto que, para la longitud de coleoptilo y materia seca total no existen diferencias significativas. Con 0.05 de probabilidad de error sólo materia seca de raíz no muestra grupos de significancia entre las variedades; las otras cinco variables forman de dos a cuatro grupos. Las variedades que tuvieron una diferencia alta en cuanto a sus promedios fueron Saia en materia seca de raíz, de planta y de parte aerea; Gema al 0.05 en longitud de coleoptilo; Diamante R-31 en altura de planta y Páramo con velocidad de germinación; teniendo estas variedades los promedios más bajos.

4.2.2 Días a emergencia.

En la evaluación para este carácter, se tomaron en cuenta además otras cuatro variables, las cuales se presentan en los Cuadros 21 y 22; en el Cuadro 21 se tiene que en lo que corresponde a velocidad de germinación, Chihuahua y Tulancingo poseen los valores más altos, le siguen en otro grupo Diamante R-31, Juchitepec, -Saia y AB-177 con velocidades de 40 unidades (siendo el óptimo de 64.28 unidades), después se agrupan Cuauhtémoc, Gema y Tarahumara, y por último Páramo con el valor más bajo. La diferencia existente entre los grupos es de 6 unidades (del más alto al más bajo), diferenciándose variedades por los valores extremos. En porcentaje de germinación nueve variedades se encuentran por arriba del 92% y solamente Páramo es la que muestra un porcentaje bajo.

En cuanto al promedio de plantas emergidas, nueve variedades se encuentran en un rango de 46 a 49 plantas, mientras que Páramo presenta el valor más bajo (43.5).

Cuadro 21. Velocidad de germinación, porcentaje de germinación y número de plantas emergidas por variedad.

Variedad	Velocidad de Germinación	Porcentaje de Germinación	Número de Plantas Emergidas
AB-177	40.01	94.50	47.25
Chihuahua	41.38	96.50	48.25
Cuahtémoc	38.61	92.00	46.00
Diamante R-31	40.99	97.00	48.50
Gema	39.17	93.00	46.50
Juchitepec	40.40	95.50	47.75
Páramo	35.97	87.00	43.50
Saia	40.31	94.50	47.25
Tarahumara	38.22	93.00	46.50
Tulancingo	41.99	97.50	48.75

En el Cuadro 22 se muestran los rangos de número de plantas emergidas y días de emergencia, así como el promedio de este último; en el promedio de días de emergencia, las variedades Tulancingo, Tarahumara y Chihuahua fueron las que presentan menor valor; le siguen en forma intermedia Diamante R-31, Saia, AB-177, Cuahtémoc y Juchitepec; siendo las más tardías Gema y Páramo. Estos resultados se corroborarán con el rango en días, ya que algunas variedades empiezan a emerger a los 8, 9 o 10 días y terminan a los 9, 10 o hasta los 14 días. En cuanto al rango de número de plantas emergidas; AB-177, Chihuahua, Diamante R-31, Ju

chitepec, Saia, y Tulancingo establecen un número de plantas cercano a las semillas sembradas (50), por lo que su rango va de 45 a 50 plantas, no así las cuatro variedades restantes, en donde el rango promedio es de 41 a 48 plantas; cabe recalcar que Páramo y Gema son las variedades que tienen los promedios más contrastantes, además de que Tulancingo se diferencia de las 10 variedades por poseer los valores más bajos.

Cuadro 22. Promedio de días a emergencia, rango de días de emergencia y número de plantas emergidas por variedad.

Variedad	Días de Emergencia		Número de Plantas Emergidas, Rango
	Promedio	Rango	
AB-177	10	8 - 12	46 - 49
Chihuahua	8.75	7 - 11	45 - 50
Cuahtémoc	10.25	9 - 12	45 - 47
Diamante R-31	9.5	8 - 12	47 - 50
Gema	11.25	8 - 14	44 - 48
Juchitepec	10.00	9 - 12	46 - 49
Páramo	11.00	10 - 13	41 - 46
Saia	9.50	9 - 10	45 - 49
Tarahumara	8.75	8 - 10	44 - 48
Tulancingo	8.50	8 - 9	48 - 49

4.2.3 Materia seca (raíz, parte seca y total).

En esta prueba de vigor (Cuadro 23), en el peso seco de raíz, seis variedades se mantienen en porcentajes intermedios, siendo estas AB-177, Cuahtémoc, Diamante R-31, Juchitepec, Tarahumara y Tulancingo; dos variedades, Páramo y Gema, tienen los porcentajes más altos, y los más bajos los tienen Saia y Chihuahua. En materia seca de parte aérea se invierte el orden de los porcentajes, ya que Páramo y Gema presentan

los valores más bajos; Saia y Chihuahua los más altos y las seis variedades restantes tienen valores intermedios. Para el carácter peso seco es posible considerar la relación raíz-tallo que puede existir en las variedades; ya que cada genotipo se generó para condiciones ecológicas específicas y una diferenciación en cuanto a esta relación puede ser de utilidad.

En cuanto a materia seca total, Saia y Chihuahua poseen el menor peso, siete variedades tienen los pesos intermedios, y Páramo tiene el peso mayor.

Cuadro 23. Promedios y porcentaje de materia seca de raíz y de parte aérea, y materia seca total en cada variedad.

Variedad	M.S. de Raíz (g/%)	M.S. de Parte Aérea (g/%)	M.S. Total (g)
AB-177	0.2375 27.39	0.61 72.61	0.84 -----
Chihuahua	0.1825 23.11	0.6075 76.89	0.79 -----
Cuauhtémoc	0.2375 27.14	0.6375 72.86	0.875 -----
Diamante R-31	0.2125 25.76	0.6125 74.24	0.825 -----
Gema	0.2725 29.62	0.6476 70.38	0.92 -----
Juchitepec	0.2225 27.66	0.6475 72.34	0.895 -----
Páramo	0.2925 29.18	0.71 70.82	1.002 -----
Saia	0.1475 23.05	0.4925 76.95	0.64 -----
Tarahumara	0.255 26.59	0.635 73.41	0.865 -----
Tulancingo	0.230 26.73	0.6025 73.37	0.8325 -----

4.2.4 Longitud de coleoptilo.

Los datos para este carácter se observan en el Cuadro 24; donde se puede apreciar que en la media (\bar{X}) cuatro variedades AB-177, Chihuahua, Cuauhtémoc y Juchitepec, se establecen en un rango de 1.39 a 1.48 mm, y las seis variedades restantes se encuentran entre valores de 1.91 a 1.31 mm, estableciéndose dos grupos bien definidos; no obstante lo cual, ello no permite marcar una diferencia distintiva entre variedades; no así en el coeficiente de variación (CV) y en la desviación estándar, en los que Chihuahua y Diamante R-31, poseen los valores y rangos más bajos; AB-177, Cuauhtémoc, Juchitepec, Páramo, Saia, Tarahumara y Tulancingo tienen coeficientes de variación intermedios (21.72 a 24.53 %); siendo Gema la variedad más variable con 30.16% de coeficiente, teniendo además la longitud de coleoptilo más pequeña.

Cuadro 24. Parámetros por variedad para el carácter longitud de coleoptilo.

Variedad	\bar{X} (cm)	S	Rango	C.V.(%)
AB-177	1.43	0.3111	0.7 - 2.0	21.75
Chihuahua	1.41	0.2627	0.9 - 2.1	18.63
Cuauhtémoc	1.48	0.3260	1.0 - 2.4	22.02
Diamante R-31	1.27	0.2355	1.0 - 2.0	18.50
Gema	1.19	0.3593	0.8 - 2.2	30.16
Juchitepec	1.39	0.3108	0.7 - 2.2	22.36
Páramo	1.26	0.3001	0.6 - 2.4	23.67
Saia	1.27	0.3126	0.6 - 2.0	24.53
Tarahumara	1.22	0.2667	0.4 - 2.0	21.72
Tulancingo	1.31	0.2934	0.8 - 2.0	22.31

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

4.2.5 Altura de planta.

En el Cuadro 25 observamos que ocho variedades muestran valores muy cercanos entre sí, variando de 17.32 a 19.96 cm., diferenciándose sólo tres variedades; Cuauhtémoc con la altura de plántula más alta (21.34 cm) y, Tarahumara y Diamante R-31 con las alturas más bajas. En cuanto al rango, coeficiente de variación y desviación estándar, Gema tiene los valores más altos; Diamante R-31, Chihuahua y Juchitepec ocupan los valores más bajos y las seis variedades restantes tienen los valores intermedios.

Cuadro 25. Parámetros por variedad para el carácter de altura de plántula.

Variedad	\bar{X} (cm)	S	Rango	C.V.%
AB-177	18.56	3.2628	13.3 - 31.2	17.55
Chihuahua	19.13	2.8057	14.0 - 24.5	14.66
Cuauhtémoc	21.34	3.8060	14.0 - 27.5	17.83
Diamante R-31	16.36	2.1439	11.0 - 23.2	13.10
Gema	19.22	3.8464	13.7 - 34.0	20.02
Juchitepec	18.07	2.4491	13.5 - 25.0	13.54
Páramo	19.96	3.6952	14.2 - 32.5	18.51
Saia	18.72	3.4757	13.5 - 29.0	18.75
Tarahumara	17.32	3.0459	13.0 - 28.0	17.59
Tulancingo	19.00	3.7155	13.0 - 34.0	19.54

4.2.6 Color de hoja.

En este carácter los datos obtenidos no permiten establecer una diferencia adecuada entre variedades, ya que en el estado fenológico de plántula no es posible la apreciación de diferentes colores o tonalidades de verde considerados para el carácter, por lo cual el color de hoja no se tomará en cuenta para el propósito de caracterización y diferenciación de las variedades.

4.2.7 Aparición de primera hoja extendida.

En este carácter (Cuadro 26), se establecieron como indicadores 6, 7, 8 y 9 días después de emergencia para la aparición de la primera hoja ligulada; en el sexto día las variedades que estuvieron por arriba del 50% fueron Páramo, Gema y Tarahumara; Chihuahua, Diamante R-31, Juchitepec, Saia y Tulancingo estuvieron entre 33 y 47%; en tanto que AB-177 y Cuauhtémoc tuvieron de 20 a 25%; al séptimo día las tres variedades con más del 50% casi alcanzaron el 100% de aparición; las cinco variedades agrupadas en segundo término alcanzaron del 80 al 85% de su aparición, y las dos últimas variedades alcanzaron el 65 y 70%; en el octavo día todas las variedades alcanzaron el 100%, con las restricciones en porcentajes antes señaladas; aunque Cuauhtémoc y Páramo hasta el noveno día completan el 100% con muy poco porcentaje de aparición (6.75 y 1.25% respectivamente).

Cuadro 26. Días de aparición de primera hoja ligulada desde emergencia

Variedad/Días	Número de Plantas por Día *				Porcentaje			
	6	7	8	9	6	7	8	9
AB-177	16	36	28	0	20.00	45.00	35.00	0.0
Chihuahua	34	29	17	0	42.50	36.25	21.25	0.0
Cauhtémoc	20	36	19	5	25.00	45.00	23.75	6.25
Diamante R-31	30	35	15	0	37.50	43.75	18.75	0.0
Gema	45	32	3	0	56.25	40.00	3.75	0.0
Juchitepec	32	36	12	0	40.00	45.00	15.00	0.0
Parameo	52	22	5	1	65.00	27.50	6.25	1.25
Saia	27	30	23	0	33.75	37.50	28.57	0.0
Tarahumara	41	34	5	0	51.25	42.50	6.25	0.0
Tulancingo	38	29	13	0	47.50	36.25	16.25	0.0

* Estimación de 80 plantas de las cuatro repeticiones

En torno al carácter de aparición de la primera hoja ligulada, dependiendo de su aparición, se enmarca el inicio de la autorregulación de la planta, desde el punto de vista fotosintético; por lo que los tres grupos diferenciados anteriormente, pueden indicarnos en forma general el comportamiento de las variedades en este ambiente de producción.

4.2.6 Vellosidad de la hoja y vellosidad del culmo.

Con estos caracteres no se estableció diferencia alguna, ya que la atapa fenológica en que se realizó la observación, no permitió la diferenciación entre variedades.

4.2.9 Color de coleoptilo.

En este descriptor no observó diferenciación alguna en prueba de campo y laboratorio, ya que todas las variedades mostraron un color blanco en el coleoptilo.

4.3. Descripción general de las variedades bajo estudio

En el Cuadro 27, se presentan los descriptores con la caracterización observada, con los cuales se agrupan a las variedades o se describen en forma individual. Además de las diferencias que puedan derivarse de el análisis de los resultados obtenidos; se tiene como una aportación útil del estudio a la descripción de las 10 variedades de avena manejadas las que conjuntamente con los descriptores de campo, que seguramente existen en el Programa de Mejoramiento de Avena, permitirán una mejor identificación y diferenciación de los materiales.

Cuadro 27. Caracterización de 10 cultivares de avena en estado de semilla y plántula

Descriptores en estado de semillas							
Variedad	Color de leona y paleo	Tamaño de semilla (g)			Villosidad de leona y paleo	Villosidad de parte basal de la semilla	Villosidad de parte terminal de la semilla
		Grande	Medio	Chico			
AM-177	Café (hase), paja (terminal)	18.23	65.69	15.08	3	7	5
Chihuahua	Crema con amarillo	7.7	53.37	28.93	3	7	3
Cuautláncas	Crema con amarillo	12.33	62.65	24.62	3	7	5
Diamante 8-21	Beige con franjas laterales café oscuro	9.41	73.60	14.99	3	7	3
Bona	Paja con amarillo	14.55	85.45	-----	0	5	3
Juchitapoc	Beige con crema	22.06	53.90	24.04	3	5	3
Pañano	Café	37.15	55.00	7.85	0	7	3
Bala	Negro con franjas amarillas	23.87	74.45	1.68	3	5	0
Tarahumara	Paja	13.66	72.22	14.72	3	7	3
Tulancingo	Beige	11.56	63.63	4.81	3	7	3

Cuadro 27. Continuación

Variedad	Forma de semilla	Longitud de semilla		Peso de 1000 semillas		Porcentaje de cascara	Color de pericarpio y cubrimiento de semilla
		I mm.	S	I	S		
AB-177	Acorazonada	8.85	1.14	2.56	0.051	27.67	
Chihuahua	Ovada	10.90	1.44	2.95	0.106	28.44	
Cuauhtémoc	Ovada	9.06	0.87	2.67	0.103	31.28	
Diamante N-31	Ovada	8.91	0.79	3.17	0.088	27.61	
Sosa	Acorazonada	9.78	1.20	2.65	0.092	29.18	Estos descriptores se utilizarán, según estudio para la separación y caracterización de especies
Juchitpec	Ovada	10.25	1.36	2.58	0.083	31.36	
Parano	Ovada	10.10	1.16	4.08	0.112	27.34	
Sala	Ovada	8.92	0.51	1.88	0.063	20.09	
Tarahumara	Ovada	9.04	0.75	3.01	0.083	23.58	
Tulancingo	Acorazonada	9.10	0.76	3.40	0.093	26.47	

Cuadro 27. Continuación

Descriptores en estado de plántula :

Variedad	Bios a emergencia			Materia seca			Aparición de primera hoja extendida (R)				Días	
	Velocidad de germinación	Porcentaje de germinación	No. de plantas emergidas	Bios a Emergencia (X)	Rango de Emergencia	Parte aérea	Total	6	7	8		9
AD-177	40.01	94.50	47.25	10.00	46 - 49	0.61	0.84	20.00	45.00	35.00	-	
Chihuahua	41.34	94.50	46.25	8.75	45 - 50	0.6075	0.79	42.50	36.25	21.25	-	
Cuautémec	38.61	92.00	46.00	10.25	45 - 47	0.6375	0.87	25.00	45.00	23.75	4.25	
Biomante H-31	40.99	97.00	48.50	9.50	47 - 50	0.6125	0.82	37.50	43.75	18.75	-	
Bosa	39.17	93.00	46.50	11.25	44 - 48	0.6476	0.92	56.25	40.00	3.75	-	
Juchitepec	40.40	95.50	47.75	10.00	46 - 49	0.6475	0.89	40.00	45.00	15.00	-	
Paraco	25.97	87.00	43.50	11.00	41 - 46	0.7100	1.00	65.00	27.50	6.25	1.25	
Bela	40.31	94.50	47.25	9.50	45 - 49	0.4925	0.64	33.75	37.50	28.57	-	
Tarahuara	38.22	93.00	46.50	8.75	44 - 48	0.6350	0.66	51.25	42.50	6.25	-	
Tulancingo	41.99	97.50	48.75	8.50	48 - 49	0.6025	0.83	47.50	34.25	16.25	-	

V. DISCUSION

La descripción varietal es un elemento importante en el control de la calidad de la semilla, ya que permite establecer diferencias entre variedades para distinguirlas dentro de una especie o género; es además un factor primordial para el mantenimiento de la pureza genética, ya que es mediante el fenotipo observable en la planta, que las características distintivas de una variedad se conserven, asegurando la preservación de la misma mientras dure en uso comercial.

El mantenimiento se basa en el reconocimiento de una variedad por características morfológicas, fisiológicas, y químicas en los diferentes estados de desarrollo, desde semilla y plántula, hasta la madurez; estas características deben de ser intrínsecas de la variedad y bien distinguibles, y su buena definición permitirá eliminar plantas que no permanezcan a la población y que a corto o mediano plazo pueden dete-
minar la calidad del material.

La descripción varietal es realizada principalmente en condiciones de campo, y es apoyada con procedimientos de laboratorio e invernadero mediante reconocimiento de características morfológicas de semilla y plántula. Estas últimas fueron utilizadas en el estudio, con el propósito de determinar si en esta etapa, es posible diferenciar 10 variedades comerciales de avena.

5.1 Pruebas de Laboratorio

Analizando los resultados obtenidos buscando establecer cuando nos una característica que permita una diferenciación; observamos que de 13 descriptores para identificar variedades en estado de semilla, sólo 11 permiten diferenciar; aunque no todos separan en forma las variedades ya que se logra sólo con dos de ellos, que son color de lemma y palea, y tamaño de semilla, habiendo más seguridad con el color que no cambia de un ciclo a otro de producción, no así el tamaño de semilla que depende del sistema y condiciones de producción. Analizando las de más variables; siete caracteres de semilla; vellosidad de lemma y palea, parte basal y terminal de la semilla, forma y longitud de la semilla, peso de 1000 semillas y porcentaje de cáscara, agrupan algunas variedades que se encuentran en un rango de expresión.

Los últimos dos descriptores: color de pericarpio y cubrimiento de semilla, se pueden interpretar como caracteres que identifican a especies dentro del género avena, ya que en el primer descriptor una variedad se diferencia de las otras nueve, siendo esta perteneciente a la especie strigosa (Jimenez 1979) con color de grano café; las restantes pertenecen a la especie nativa y tienen su semilla cubierta; aunque Baum (1979) menciona que existe la especie nuda, la cual presenta el grano desnudo.

Dos descriptores no establecen diferencia alguna; siendo estos anchura y espesor de semilla, cuyos estadísticos no proporcionan información que permita caracterización en forma específica, sino que más bien se aprecia similitud entre los materiales bajo estudio.

Dentro de las condiciones de laboratorio para establecer la descripción varietal, además de las características de semilla, se desarrollaron las pruebas de imbibición, de fenol y de luz ultravioleta.

En la prueba de imbibición se efectuaron las mediciones de cinco parámetros que se consideraron importantes para observar una caracterización, ya que el IBPGR (1985) la toma como descriptor para la especie.

En porcentaje acumulativo de agua de imbibición por variedad y porcentaje de agua imbibida por hora en semilla de cada variedad, en que los dos casos se separan en tres grupos a los genotipos, en donde dos grupos contienen a variedades que no tuvieron coincidencia alguna (siendo 5 para porcentaje acumulativo y 6 en porcentaje de agua por hora de imbibición), por lo que la prueba con estos dos parámetros permite una diferenciación.

En los parámetros peso de agua imbibida y absorción de agua por hora se agrupan 9 variedades y sólo un genotipo se diferencia; lo cual se explica en virtud de que por el tamaño y peso de semilla, la variedad que es diferente es la del menor peso, y por ello requiere menos agua para el inicio de la germinación, además de que se satura más rápidamente que las demás. Por otro lado la diferencia es manifiesta entre tres especies, ya que el genotipo strigosa se sale del promedio obtenido en las variedades de la especie sativa, llevando intrínseco el menor peso y el menor tamaño.

En cuanto el porcentaje de agua en el peso total acumulado en la semilla, se observan diferencias grupales caracterizándose los genotipos por el porcentaje de agua que toman en determinado tiempo para que la germinación se produzca (Grajales et al; 1985). Con estos resultados se puede decir que la prueba de imbibición permite una diferenciación y caracterización de cultivares en la descripción varietal, ya que en los cinco parámetros estimados se observan diferencias grupales e individuales, aunque esta individualidad sólo la alcanzan algunos genotipos. Cabe mencionar que la prueba permitiría observar el primer estadio de la curva de imbibición para definir las horas en que este ocurriría, y establecer una caracterización de las variedades más a fondo; desafortunadamente lo laborioso de la prueba no permitió obtener este dato, por lo que si se pretende implementar, hay que tomar en cuenta el personal, las horas y tiempos de tomar los datos de las repeticiones.

La prueba de fenol, que se encuentra dentro de las pruebas de color y moteado (Mckee 1973), no sólo separa cultivares en la especie o género en que se aplica (Mckee op.cit., Olsen 1977, Banerjee y Chandra 1977, Fiestritzer 1975 y Copeland 1976), sino que también puede posibilitar el saber los progenitores comunes de algunas variedades, ya que en el presente estudio la separación por grupos de tonalidades establecida tiende a mostrar una relación en progenitores de los 10 cultivares de avena estudiados (Cuadro 4); la posibilidad de distinguir estos progenitores se basa en la tonalidad observada en la reacción fenólica, ya que posiblemente la combinación de algunos progenitores o por sí solos, puede dar la coloración que se observa en los grupos debido a los tipos y cantidades de enzimas fenol oxidasa presentes en la semilla, causando

variaciones en los grados de coloración (Copeland 1976), al reaccionar con el fenol. La distinción de progenitores se tendría que estudiar mas a fondo ya que la prueba en el presente estudio da esa posibilidad. En lo que respecta a la reacción de fenol en la semilla por zona, la separación en dos grupos formados, indicaría que en algunas variedades las enzimas que reaccionan se encuentran en determinada zona (área del embrión) o en todo el pericarpio de la semilla; este parámetro determina grupos grandes de cultivares, por lo que una separación individual sería difícil. La prueba utilizada en avena, permitirá separar por el tono de color, a las variedades en grupos; no identificando con precisión a los genotipos.

En la prueba de luz ultravioleta (UV), se buscó establecer diferencias en semilla desnuda, y en semilla con lemma y palea; en la semilla desnuda se esperaba que el hidróxido de potasio reaccionara con almidones para observar fluorescencia en el pericarpio bajo la luz UV (como ocurre con *Poa pratensis*; Olsen, 1975); sin embargo, no se mostró efecto alguno, pudiéndose deber a que la semilla de avena no tiene sustancia alguna que permita la observación de fluorescencia. En lo que respecta a la segunda parte de la prueba y apoyándonos en Lewis (1986), quien indica que no sólo por fluorescencia se separan avenas blancas de amarillas, ya que las blancas son las que poseen esta particularidad; es posible que con el grado de fluorescencia separar tipos intermedios y categorías de granos individuales, de tal forma que al establecerse 4 grupos diferenciales en cuanto a la zona fluorescente de la semilla, podemos decir que la prueba es útil para el reconocimiento de variedades en la descripción varietal, además de que el porcentaje de fluorescencia

cencia en la semilla, aunque en una forma grupal más grande, apoya esta aseveración. En la prueba, la posibilidad de establecer algún parentesco mediante la fluorescencia, no es muy relevante, ya observando la genealogía y los grupos formados, ello no permite establecer relación alguna entre las variedades; por lo que esta posibilidad requiere de más investigación, considerando adecuadamente otras relaciones, como la mencionada por Lewis (op.cit.) quien encontró correlación entre mayor peso de 1000 semillas con la no fluorescencia.

5.2. Pruebas de Invernadero

Considerando la prueba de invernadero como un elemento de gran ayuda para la diferenciación de variedades, debido a que existen algunos caracteres que son más observables bajo estas condiciones, 9 descriptores se aplicaron para la caracterización, estableciéndose sólo 3 en el diseño experimental, con algunas variables complementarias como indicadores de vigor. De estos indicadores cinco mostraron que al menos una variedad es diferente debido a la alta significancia presentada en el análisis (altura de plántula, longitud de coleoptilo, materia seca de parte aérea y total, y velocidad de germinación); por lo que podemos decir que estadísticamente existe una variedad que se diferencia de las otras por algún elemento observable o cuantificable, corroborándose esto con los resultados obtenidos por descriptor con sus variables; donde sólo días a emergencia, materia seca y aparición de primera hoja extendida pueden diferenciar tanto en forma individual (con valores extremos), como en forma grupal (valores intermedios), quedándose 6 descriptores fuera de una caracterización posible. Aunque se observó en esta etapa que para descriptores como velloso de culmo, de hoja y su

color, se tendrían que aplicar en una etapa fenológica mas avanzada, debido a que su apreciación no es clara en estado de plántula; por consiguiente, se propone que se analicen en un estado de desarrollo más avanzado.

5.3 Consideración Conjunta de las Pruebas

En resumen podemos mencionar que en los caracteres que se estudian en laboratorio, las pruebas aplicadas permiten una diferenciación de variedades, aunque en una forma no completa; por lo que se pueden establecer como parámetros para una diferenciación o al menos para un agrupamiento que vaya eliminando a un universo de variedades posibles a describir. En el caso de este estudio, algunas variedades se pueden separar mediante la observación en conjunto de los caracteres, como en el caso de Saia, Páramo, Tarahumara, Chihuahua, Juchitepec; pudiéndose entonces definir su diferenciación. Cabe hacer mención que sólo el carácter color de lemma y palea es el que mas permite la separación de variedades, siendo aplicable no solamente en laboratorio, si no también en condiciones meramente visuales, por lo que resulta de gran utilidad.

La prueba de invernadero, al conducirse con la eliminación de algunos factores que pueden influir en el desarrollo de un carácter, permite que en la planta se observe alguna diferenciación tanto individual como grupal, por lo que dependiendo de la interpretación que se de en el dato obtenido, se revelarían los grupos formados o la individualidad conforme se presente la caracterización; por lo que combinándose con la prueba de laboratorio la diferenciación entre variedades va a ser más evidente; además de definirnos cuándo se puede aplicar algún

descriptor con el establecimiento de la planta y en que etapa fenológica puede ser más observable.

Por último se pueda mencionar que en algunos caracteres las variedades demostraron rangos muy amplios, indicándonos que la uniformidad medida con los estadísticos como el rango, la varianza y el coeficiente de variación, es muy poco apreciable con fines de diferenciación, ya que con esto no se establece una separación clara de variedades; además de que al comparar, por lo irregular de los rangos en su carácter, se puede confundir, necesitándose de una investigación más a fondo para establecer en que grado de uniformidad se encuentran algunos materiales y verificar su autenticidad.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos, se pueden establecer las conclusiones siguientes:

1. En laboratorio, de los 13 descriptores utilizados 11 permiten identificar a las variedades; en forma individual el color de lemma y palea, y el tamaño de la semilla; en forma grupal vellosoidad de lemma y palea, de la parte basal y terminal de la semilla, la forma y longitud de la semilla, peso de 1000 semillas y porcentaje de cáscara; con el color del pericarpio y el cubrimiento de la semilla pueden separarse especies; por último anchura y espesor de semilla no permiten separación alguna de variedades.
2. En invernadero, de los 9 descriptores utilizados, días a emergencia, materia seca y aparición de primer hoja extendida permiten identificar variedades en forma individual tomando los valores extremos; mientras que en forma grupal deben de tomarse los valores intermedios; vellosoidad de hoja y culmo, y color de hoja no mostraron significancia alguna para una diferenciación en estado de plántula; longitud y color de coleoptilo y altura de plántula no permiten ninguna diferenciación.
3. Las pruebas de imbibición, de fenol y de luz ultravioleta, permiten la identificación de variedades en forma grupal e individual, siendo útiles en la descripción varietal de la avena.

4. La descripción varietal bajo condiciones de laboratorio e invernadero, no permiten una diferenciación completa, por lo que su utilidad se reserva a la separación por grupos de variedades, quedando las pruebas como apoyo a las de parcela de campo.
5. Bajo las condiciones del estudio se establece una diferenciación de las variedades de avena por tener al menos una característica que permite separarlas.

VII BIBLIOGRAFIA

- Abdul - Baki A. 1969. Metabolism of barley seed during early hours of germination. *Plant Physiology*. 44:733-738
- Aguado M. y Benier M.A. 1978. Diez temas sobre los cereales. Ministerio de Agricultura, Madrid España. pp103-107
- Allard R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Banerjee S.K and Chandra S. 1977. Modified phenol test for the varietal identification of wheat. *Seed Sci. & Technol.* 5: 53-60
- Braun R.B. 1977. Oats, wild and cultivated. Minister of supply and services, Canada.
- Bonnett O.T. 1961. Morphology and development. In: Oats and Oats Improvement. American Society of Agronomy Madison, Wisconsin, E.U.A.
- 1963. La inflorescencia de maíz, trigo, centeno, cebada y avena, su iniciación y desarrollo. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. pp 97.
- Brauer M.O. 1979. Fitogenética aplicada. Ed. Limusa, Mex.
- Brown C.M. 1980. Oat; In: Hybridization of crops plants. Publisher Walter R. Fehr and Henry H. Hadley. American Society of Agronomy and Crop Science Society, of American, Wisconsin, USA pp. 427-441.
- CATIE. 1979. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Centro de Agricultura Tropical de Investigación

- y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- CIAT . 1983. Metodología para obtener semillas de calidad. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia
- CIMMYT. 1988. Estados de desarrollo de los cereales de grano. Centro International de Mejoramiento de Maiz y Trigo. México.
- Coffman A.F. 1961. Oats and oats improvement. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. E.U.A.
- Cooper S.R. 1979. Differentiation of *Avena* spp. Seed Sci & Technol 7: 517-521
- Copeland L.O. Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota.
- Cox F.J. 1930. Origin and history of oats. In: Crop Production and Management. Ed. John Wiley & Sons Inc. New York, U.S.A.
- Chapman S.L. and Carter M.E. 1976. Crop production. Ed. Freeman, W.H. Co. San Francisco, California. USA
- Díaz del Pino A. 1953. Cereales de primavera. Ed. Salvat Barcelona, España . pp 239-249.
- Elekes P. 1975. Differentiation of cultivars and cultivars groups of *Avena sativa* by the fluorescence of their alkaline extracts. Seed Sci & Technol. 3:643-645
- FAO. 1961. Las semillas agrícolas y hortícolas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. pp 123-126.

- Finker V.C., Poneleit G.C. and Davis D.L. 1973. Heritability of rachis, node number of Avena sativa L. Crop Science. 13 : 84-85
- Gatica V.M. 1967. Descripción varietal en tres genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la mesa central. Tesis profesional, V.A.CH, Chapingo, México.
- García G.J.C. 1984. Importancia y usos de la descripción varietal en sorgo. Conferencia presentada en la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. Marín, Nuevo León, México.
- Gill N.T. y Vear K.C. 1965. Botánica agrícola. Ed. Acribia Zaragoza, España.
- Grajales M;D. y Martínez M;E. 1965. Apuntes de la materia de fisiología vegetal. FES-C, UNAM Cuautitlán México. (inédito)
- Hill F.A. 1965. Botánica económica. Ed. Omega. Barcelona, España.
- IBPGR. 1985. Oats description. International Board Plant Genetics Resources. Rome, Italy
- ISTA. 1966 Procading of the International Seed Testing Association; In ternational Rules for Seed Testing V:131:1
- Jensen H.A. 1979. Identification of seed. Seed Sci & Technool 7:513-514
- and Nittler L.W. 1971. Varietal differences among barley seedling grown with various nutrients solutions. Agronomy Journal 63 : 5 : 714-717.
- Jiménez G.C.A. 1979. Descripción de variedades de avena cultivadas en México. INIA, CAEVAMEX. México.

- Justice O.L. 1972. Essentials of seed testing. In : T.T. Kozlowski (Ed)
Seed biology, Vol. III. Academic Press, Inc. USA pp 302-364
- Keefe P.D. and Draper S.R. 1986. The measurement of new characters for
cultivar identification in wheat using machine vision. Seed
Sci. & Technol 14: 715-724
- Konarev V.G., Gauriljuk I.P., Gubareva N.K. and Chroroshajlov H.G. 1981
Electrophoretic and serological methods in seed testing.
Seed Sci & Technol 9 : 807-817.
- Laws K.T. 1986. An association between high thousand grain weight and
lemma non-florescence. World crops: Production, Utilization,
Description. Proceedings of the second international oat con
ference. Ed. Marthmus Nigh off Publishers. Canada.
- Leis N. 1981. Untersuchungen über bastarde zwischen weaathafer (*Avena sa
tiva*, *A. byzantina*) and wildhafer (*A. fatua*, *A. sterilis*) so
wie über Fatuoide. Seed Sci. & Technol. 9 : 781-805
- Maldonado A.V. and Jimenez G.,C.A. 1983. Oat cultivars in México. Oat
newsletter, Vol. 34.
- Martínez A.,S: 1969. Science cereal. The Avi Publishing Company Inc.
London, England. pp 78-97
- McDaniel M.E. and Jeanke G.D. 1973. Leaf pubescence in oat. Crop Scien
ce 13 : 68-69
- Mckee G.W. 1973. Chemical and biochemical techniques for varietal iden
tification. Seed Sci & Technol 1 : 181-189

- Medina, M.,L. 1989. Dosis óptima y eficiencia de la fertilización nitrógenada en avena (*Avena sativa* L) cv. Chihuahua en la FES-C. Tesis profesional. FES-C UNAM, Cuautitlán México.
- Mercado P.,L.A.1988. Evaluación del avance obtenido por mejoramiento genético en las variedades mexicanas de avena. Tesis profesional. FES-C UNAM. Cuautitlán México.
- Metkalf D.S. y Elkins D.M. 1980. Crop production, principles and practice. Ed. Fourth, New York, USA. pp 420-421
- Muñoz A.,G. 1983. Efecto de tres dosis de nitrógeno sobre los caracteres varietales de arroz. Tesis M.C. Bogotá, Colombia.
- Mosse V. D. 1983. Seeds proteins. Academic Press. Great Britain, London. pp 13-14
- Nittler L.W. 1973. Growth chamber and greenhouse varietal purity tests. Seed Sci. & Technol 1:163-179
- .1968. Varietal differences among phosphorus deficient in oat seedlings. Crop Science 8:393-394.
- Olsen K.J. 1975. Cultivar identification and purity determination. Seed Sci. & Technol 3: 615-617
- Palmer G.H. and Bathgate G.N. 1976. Advances in Cereal Science and Technology Academic Press. Great Britain pp. 146-155
- Pauksens J. 1978. Determination of cultivar. Seed Sci & Technol. 6: 579-583

- and Dhesi NS. 1978. Cultivar verifications methods used in Canada. Seed Sci & Technol 6: 585-592
- Plourde A. Mckenzie R.I.H, and Brown P.D. 1986. Effect of lemma colour on grain quality in oats (*Avena sativa* L.) . Wold crops: pro duction, utilization, descripton. Proceeding of the second in ternational oats conference; Martinus Nijhoff Publishers. Canada.
- Poehlman J.M. 1971. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Trillas, México. pp 151-170
- Reeves D.L. and Braon S.H. 1976. How an oat plant develops. Bolletin 645. Agricultural experiment station South Dakota State University, USA.
- and Van de Crommert J. 1983. Fluorescence in oats. Oats newsletter vol. 34.
- Rivas A.O.A. 1988. Identidad varietal en maiz es relación con la esta bilidad de diversos caracteres. Tesis M.C. Colegio de posgra duados, Centro de Genética, Montecillos México.
- Robles S.,R. 1978. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa, 2a edi ción, México.
- Schaidt H.H. 1975. Untersuchung an wiesenrispe *Poa pratensis*. Seed Sci, & Technol 3: 465-472.

Thompson J.R. 1979. Release and registration of cultivars.

In: Introduction to seed technology. Ed. Loenard Hill, Great Britain. pp 168-169

Tinman J. and Stewart R.H. 1979. An evaluation of characters for distinguishing between cultivars of winter rye (Secale cereale).

Seed Sci & Technol 7: 475-480.

Wilsie P.C. 1966. Cultivos, aclimatación y distribución.

Ed. Acribia, Zaragoza España.

Weiss G.M. and Little H.E. 1961. Variety is key word; In: Seed the yearbook of agriculture. Dept. Agriculture USA. pp. 359-367.

Woodstock L.W. and Grabe F.D. 1967. Relationship between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in Zea mays L. Plant Physiology 44: 733-736.

VIII. APENDICE

Cuadro 1a. Peso de semillas (g) durante el proceso de labiación

Varietal/horas	0h	0:30	1:30	2:00	5:00	7:00	9:00	22:00	24:00
AB - 177	0.56	0.67	0.76	0.75	0.81	0.86	0.87	0.97	1.00
Chihuahua	0.51	0.70	0.82	0.87	0.85	0.86	0.86	0.96	0.97
Coahuilense	0.61	0.71	0.87	0.88	0.92	0.92	0.96	1.00	1.00
Bionanta H-51	0.62	0.80	0.83	0.85	0.86	0.91	0.90	0.99	1.01
Onna	0.70	0.78	0.82	0.87	0.90	0.96	0.99	1.10	1.12
Juchitapex	0.52	0.61	0.62	0.76	0.77	0.79	0.83	0.92	0.90
Páramo	0.75	0.85	0.89	0.96	0.95	0.99	1.05	1.08	1.09
Sala	0.89	0.95	0.99	0.50	0.53	0.57	0.59	0.67	0.69
Yacumano	0.65	0.70	0.88	0.87	0.96	0.96	0.99	1.11	1.12
Toluancingo	0.66	0.67	0.93	0.97	1.00	1.03	1.05	1.13	1.13

o Peso inicial de semillas

Cuadro 1a. Continuación

Varietal/horas	00	0:45	1:00	4:00	5:00	6:00	10:00	22:00	24:00
AD - 177	0.54	0.69	0.73	0.75	0.78	0.79	0.83	0.90	1.00
Chiloteño	0.53	0.66	0.74	0.76	0.80	0.80	0.86	0.96	0.97
Comblanc	0.56	0.64	0.73	0.76	0.81	0.81	0.87	0.96	0.97
Diamante R-21	0.62	0.73	0.74	0.77	0.83	0.85	0.92	1.10	1.10
Gene	0.62	0.75	0.83	0.87	0.91	0.93	0.96	1.05	1.10
Juchitapac	0.53	0.66	0.68	0.73	0.78	0.81	0.83	0.92	0.92
Páramo	0.77	0.92	0.94	1.04	1.00	1.10	1.15	1.20	1.20
Sala	0.61	0.51	0.53	0.54	0.55	0.56	0.60	0.65	0.66
Torquemada	0.61	0.75	0.76	0.80	0.86	0.89	0.93	1.00	1.02
Volcánico	0.62	0.73	0.79	0.82	0.86	0.88	0.92	1.04	1.04

Cuadro 2a. Porcentaje de agua inhibida por hora en la semilla de cada variedad

Variedad	0:00	0:30	0:45	1:30	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00
AB-177	-	26.13	32.60	20.45	0.70	3.40	3.25	7.96	8.70	6.82	2.17	5.60	6.52
Chiboulos	-	57.50	32.10	8.72	16.00	2.17	2.20	4.34	10.34	2.10	0.00	4.34	17.24
Coahuiltepec	-	23.00	20.51	25.11	23.07	2.15	7.71	8.51	12.03	1.05	0.00	7.46	14.11
Diamante R-31	-	44.30	24.13	10.14	4.61	2.74	6.80	2.62	11.51	11.30	6.92	0.00	17.24
Osma	-	26.61	31.37	8.49	16.26	10.63	10.45	7.45	10.45	12.74	2.30	5.32	9.30
Juchitepec	-	22.10	23.76	5.20	6.23	32.57	11.24	2.47	13.73	5.19	5.00	10.40	5.00
Paraco	-	20.24	27.25	14.93	9.43	13.44	14.16	2.99	7.33	11.92	3.77	1.50	8.44
Soia	-	18.31	40.00	15.02	9.99	5.02	0.00	4.32	6.00	13.34	0.00	6.65	18.00
Tarahumara	-	27.25	34.56	22.10	3.64	0.00	7.40	12.63	17.30	9.40	4.96	0.00	12.33
Tulancingo	-	47.40	24.40	13.15	13.05	6.54	7.31	4.27	9.77	6.00	4.80	4.04	10.97

**Cuadro 3a. Comparación de medias para velocidad de germinación
(Tukey, 0.01 y 0.05)**

Variedad	\bar{X}	0.01	0.05
Tulancingo	41.99	a	a
Chihuahua	41.36	a	a b
Diamante R-31	40.99	a	a b
Juchitepec	40.40	a b	a b
Sala	40.31	a b	a b
AB - 177	40.01	a b	a b
Bema	39.17	a b	a b
Cuauhtémoc	38.61	a b	a b
Tarahumara	38.22	a b	a b
Páramo	35.97	b	b

DHS: 01 = 6.0130 ; DHS : 0.05 = 4.9973

Cuadro 4a. Comparación de medias para longitud de coleoptilo
(Tukey, 0.01 y 0.05)

Variedad	\bar{x}	0.01	0.05
Juchitepec	1.4862	a	a
Cuahtémoc	1.475	a	a
AB - 177	1.4237	a	a b
Chihuahua	1.360	a	a b
Tulancingo	1.302	a	a b
Diamante R-31	1.2775	a	a b
Parano	1.2675	a	a b
Saia	1.2662	a	a b
Tarahumara	1.2275	a	a b
Gema	1.1812	a	b

DHS: 01 = 0.3225 ; DHS : 0.05 = 0.2661

Cuadro 5a. Comparación de medias para materia seca de raíz
(Tukey, 0.01 y 0.05)

Variedad	\bar{x}	0.01	0.05
Páramo	0.2925	a	a
Gema	0.2725	a	a
Tarahumara	0.2550	a	a
Cuahtémoc	0.2375	a	a
AB - 177	0.2375	a	a
Tulancingo	0.2300	a	a
Juchitepec	0.2225	a	a
Diamante R-31	0.2125	a	a
Chihuahua	0.1825	a	a
Sala	0.1475	a	a

DHS: 0.01 = 0.1836 ; DHS : 0.05 = 0.1526

Cuadro 6a. Comparación de medias para materia seca de parte aérea
(Tukey, 0.01 y 0.05)

Variedad	\bar{x}	0.01	0.05
Páramo	0.71	a	a
Bema	0.64	a	a b
Juchitepec	0.64	a	a b
Cuauhtémoc	0.63	a	a b c
Tarahumara	0.635	a	a b c
Diamante R-31	0.612	a	b c
AB - 177	0.61	a	b c
Chihuahua	0.60	a	b c
Tulancingo	0.60	a	b c
Saia	0.49	b	e

DMS: 0.01 = 0.1167 ; DMS : 0.05 = 0.0969

Cuadro 7a. Comparación de medias para materia seca de plántula
(Tukey, 0.01 y 0.05)

Variedad	\bar{X}	0.01	0.05
Páramo	1.0025	a	a
Gema	0.9200	a	a b
Juchitepec	0.8950	a	a b
Tarahumara	0.8900	a	a b
Cuahtémoc	0.8750	a	a b
AB - 177	0.8475	a b	a b
Tulancingo	0.8325	a b	a b c
Diamante R-31	0.8250	a b	a b c
Chihuahua	0.790	a b	b c
Saia	0.640	b	c

DMS: 0.01 = 0.2329 ; DMS : 0.05 = 0.1936

Cuadro 8a. Comparación de medias para altura de plántula
(Tukey, 0.01 y 0.05)

Variedad	\bar{x}	0.01	0.05
Cuauhtémoc	21.22	a	a
Gema	19.58	a	a b
Páramo	19.48	a	a b
Tulancingo	19.00	a b	a b
Chihuahua	18.86	a b	a b
Seia	18.64	a b	a b
AB - 177	18.58	a b	a b
Juchitepec	18.07	a b	a b
Tarahumara	17.31	a b	a b
Diamante R-31	16.32	b	b

DHS: 0.01 = 4.6708 ; DHS : 0.05 = 4.131