

**METODOS DE ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA PARA DETERMINAR  
SEMILLA PURA VIABLE EN CINCO GRAMÍNEAS FORRAJERAS**

DANIEL MALDONADO JARQUIN

**T E S I S**

Presentada como requisito parcial  
para obtener el grado de:

**MAESTRO**

**EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**Universidad Autónoma Agraria**

**“Antonio Narro”**

**PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenavista , Saltillo, Coah.**

**Diciembre de 2005.**



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

METODOS DE ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA PARA DETERMINAR  
SEMILLA PURA VIABLE EN CINCO GRAMÍNEAS FORRAJERAS

POR

DANIEL MALDONADO JARQUIN

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y

Aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN  
TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

\_\_\_\_\_  
M.C. ANTONIO VALDEZ OYERVIDES

Asesor:

\_\_\_\_\_  
DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO

Asesor:

\_\_\_\_\_  
M.C. LEOPOLDO ARCE GONZALEZ

\_\_\_\_\_  
DR. JERÓNIMO LANDEROS FLORES  
Subdirector de Postgrado

## DEDICATORIA

A mis padres:

Leovigildo Maldonado García ( q.e.p.d )

Rosaura Jarquín Ruiz

A mi hermana:

Aurora Maldonado Jarquín

A ti Gricesita desde algún lugar de la tierra siglo XX.

A mis hijos:

Daniel, Eduardo y Fernando

A mi hija:

Johanna

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado la oportunidad de cursar mis estudios profesionales.

A todos los maestros del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Granos y Semillas, por el apoyo recibido dentro y fuera de las aulas.

A mis compañeros de generación y amigos Octavio Hernández Martínez y Víctor Diddier Verdugo Barrios.

A mis amigos, Magda, Ángel, Nelson, Cesar y Gabriel.

A mis asesores por su apoyo y participación en la realización de este trabajo, especialmente a la MC. MARIA ALEJANDRA TORRES TAPIA quien agradezco profundamente el tiempo dedicado a asesorar mi tesis sin recibir ninguna reconocimiento oficial pero que fue fundamental para la elaboración y conclusión del mismo.

## COMPENDIO

METODOS DE ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA PARA DETERMINAR  
SEMILLA PURA VIABLE EN CINCO GRAMÍNEAS FORRAJERAS

POR

DANIEL MALDONADO JARQUIN

MAESTRIA PROFESIONAL  
EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, DICIEMBRE 2005

MC. ANTONIO VALDEZ OYERVIDES – Asesor-

Palabras clave: Pureza física, Semilla pura, Germinación, Gramíneas  
forrajeras, Semilla pura viable( % ).

Se evaluaron en muestras de trabajo de zacate Buffel, Navajita, Llanero, Pretoria-90 y Rhodes, cuatro métodos de análisis de pureza física, se aplicaron los métodos oficial, irlandés o modificado, soplado y el

de semilla pura ajustada, evaluando el comportamiento de ocho variables de calidad física; semilla pura, materia inerte, semillas de maleza, semillas de otros cultivos, plántulas normales, semillas sin germinar, por ciento de semilla pura viable y tiempo de aplicación del método, obteniéndose en el análisis de varianza general diferencias altamente significativas entre especies, métodos e interacción especie x métodos, lo que permitió realizar un análisis de varianza para cada una de las especies en particular encontrándose una alta significancia ( $P < 0.01$ ) para semilla pura, materia inerte, plántulas normales, semilla sin germinar, semilla pura viable y tiempo de aplicación, el análisis de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ), señaló que para Buffel el mejor método es semilla pura ajustada, que aunque es estadísticamente igual en semilla pura viable obtenida por el método oficial, el método semilla pura ajustada es dos veces mas rápido que el método oficial; en Navajita se recomienda utilizar el método del soplado o el de semilla pura ajustada, aunque el método del soplado es dos veces más rápido que el método de semilla pura ajustada; para evaluar pasto Llanero, el análisis de pureza puede realizarse utilizando el método de semilla pura ajustada o el método irlandés; en el caso de Pretoria puede aplicarse el método oficial y en Rhodes se recomiendan los métodos del soplado, irlandés o el de semilla pura ajustada, pero el método de soplado es el que menos tiempo se lleva para su aplicación, siendo 13 veces más rápido que el método irlandés y 16 veces más rápido que el método de semilla pura ajustada.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo.....	3
Hipótesis .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
Clasificación taxonómica de las poaceas (Gramíneas).....	4
Estructura y morfología.....	5
Fisiología de la reproducción de las poaceas.....	9
Descripción de los Genotipos.....	13
Zacate Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	13
Zacate Navajita ( <i>Bouteloua gracilis</i> L.).....	14
Zacate Llanero ( <i>Andropogon gayanus</i> L.).....	15
Zacate Pretoria 90 ( <i>Dichantium annulatum</i> L.).....	15
Zacate Rhodes ( <i>Chloris gayana</i> L.).....	16
Calidad de las semillas .....	17
Pureza física.....	19
Germinación.....	20
Semila pura viable ( % ).....	22
Muestra de trabajo.....	23
Componentes de un análisis de pureza.....	25
Ensayos de análisis de pureza en gramíneas forrajeras.....	28
MATERIALES Y METODOS .....	30
Materiales.....	30
Ubicación del sitio experimental.....	30
Material vegetativo.....	30
Metodología.....	31
Descripción de los Tratamientos.....	31
Variables evaluadas.....	39
Análisis de pureza.....	39
Tiempo requerido para el análisis de pureza.....	39
Pruebas de germinación.....	39
Semilla pura viable ( % ) .....	40
Análisis Estadístico .....	41

RESULTADOS .....	42
Análisis de varianza general para especies, métodos y la Interacción especie x métodos.....	42
Análisis de varianza por especie.....	43
Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	43
Navajita ( <i>Bouteloua gracilis</i> L.).....	46
Llanero ( <i>Andropogon gayanus</i> L.).....	50
Pretoria 90 ( <i>Dichanthium annulatum</i> L.).....	54
Rhodes ( <i>Chloris gayana</i> L.).....	57
DISCUSIÓN.....	61
CONCLUSIONES .....	68
RESUMEN .....	70
LITERATURA CITADA .....	73
APENDICES.....	76

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
<b>3.1</b> Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para el factor especie, métodos y la interacción especie x métodos para las variables evaluadas en cuatro especies de semillas forrajeras con cuatro métodos de análisis de pureza física.....	42
<b>3.2</b> Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables valuadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	44
<b>3.3</b> Comparación de medias para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	44
<b>3.4</b> Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Navajita ( <i>Bouteloua gracilis</i> L.).....	47
<b>3.5</b> Comparación de medias para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto Navajita ( <i>Bouteloua gracilis</i> L.)...	47
<b>3.6</b> Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Llanero ( <i>Andropogon gayanuss</i> L.).....	51
<b>3.7</b> Comparación de medias para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto Llanero ( <i>Andropogon gayanus</i> L.).....	51
<b>3.8</b> Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Pretoria ( <i>Dichanthium annulatum</i> L.).....	54
<b>3.9</b> Comparación de medias para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto Pretoria ( <i>Dichanthium annulatum</i> L.).....	54
<b>3.10</b> Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Rhodes ( <i>Chloris gayana</i> L.).....	57
<b>3.11</b> Comparación de medias para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto Rhodes ( <i>Chloris gayana</i> L.).....	57

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
<b>3.1</b> Variables evaluadas en zacate Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L. ) utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.....	44
<b>3.2</b> Variables evaluadas en zacate Navajita ( <i>Bouteloua gracilis</i> L. ) utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.....	48
<b>3.3</b> Variables evaluadas en zacate Llanero ( <i>Andropogon gayanus</i> L.) utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.....	52
<b>3.4</b> Variables evaluadas en Pretoria ( <i>Dichanthium annulatum</i> L.) utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.....	55
<b>3.5</b> Variables evaluadas en Rhodes ( <i>Chloris gayana</i> L. ) utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.....	58
<b>3.6</b> Tiempo de aplicación de la prueba de análisis de pureza física en Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L. ), Navajita ( <i>Bouteloua gracilis</i> L. ), Llanero ( <i>Andropogon gayanus</i> L. ), Pretoria ( <i>Dichanthium annulatum</i> L.) y Rhodes ( <i>Chloris gayana</i> L. ), utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.....	60

## INTRODUCCION

En la actualidad, el concepto "calidad" es asociado con alta competitividad y se ha convertido en un elemento indispensable para el éxito de toda empresa, definir y concensar los procedimientos que llevan hacia la calidad en todos los ámbitos del conocimiento y en toda actividad humana ha sido parte del quehacer científico. Sí este concepto los aplicamos a una empresa agropecuaria, la semilla de uso agrícola no escapa a esta perspectiva, donde la expresión calidad es usada en general para reflejar su valor agronómico.

En lo correspondiente a las semillas de gramíneas forrajeras y hablando de calidad, estas poseen características físicas y fisiológicas que hacen difícil evaluar su calidad a nivel laboratorio entre las que se encuentran la presencia de estructuras que rodean a la cariósida como glumas, lema, palea y aristas que contienen inhibidores de la germinación o que estas mismas estructuras funcionan como aislante, no permitiendo contacto entre la cariósida y el agua, impidiendo su germinación, aunado a que otras especies son altamente brozosas y en consecuencia tienen gran cantidad de impurezas disminuyendo la calidad de semilla de un lote.

Otras características fisiológicas y diferencias en el grado de madurez de las cariósides en la cosecha afectan el porcentaje de semilla pura viable, aunado a lo anterior, la producción de semillas de especies forrajeras normalmente constituye una actividad secundaria o marginal dentro de las explotaciones ganaderas del país, por lo que aplica poca inversión económica y tecnológica, en consecuencia, la mayor parte de estas semillas que se comercializan es de baja calidad, principalmente en los aspectos de pureza física y fisiológica.

Encontrar el mejor método para evaluar la calidad física de las semillas de especies forrajeras tomando en cuenta sus características físicas de cada especie es importante para el propietario de un lote de semillas, por que le informa sobre la calidad física de las semillas del cultivo y del material extraño que está presente en su lote.

Para dar respuesta a la problemática presentada por la naturaleza de las gramíneas forrajeras y atender la necesidad que tienen productores y prestadores de servicios, tanto de instituciones educativas como de empresas privadas de realizar un correcto análisis de pureza física y por lo tanto de conocer la calidad de los lotes de semillas de estas especies para objetivos comerciales y agronómicos, se propone este trabajo de investigación bajo el siguiente objetivo e hipótesis.

## Objetivo

Evaluar el efecto de cuatro métodos de análisis de pureza física en la semilla pura viable en semillas de cinco especies forrajeras.

## Hipótesis.

Al menos uno de los métodos de análisis de pureza física puede ser recomendable para su implementación en laboratorios de análisis de semillas de gramíneas forrajeras por su facilidad y eficiencia

## **REVISION DE LITERATURA**

### **Naturaleza de las Poaceas ( Gramíneas ) forrajeras**

#### **Clasificación Taxonómica**

La familia de los pastos o zacates está dividida en dos grupos o subfamilias principales Festucoideae y Panicoideae y están divididas en casi 14 Tribus o subdivisiones.

Valdés ( 2002 ) menciona que hay en el mundo cerca de 10,000 especies de pastos (gramíneas), de ellas, solo 40 especies son aprovechadas para el establecimiento de praderas.

Esas especies de pastos cultivados forman parte de la flora natural de tres regiones principales: La región eurasiática que cuenta aproximadamente con veinte especies, la zona africana oriental con ocho especies y la región sudamericana con cuatro especies.

La mayoría de las especies utilizadas para establecer praderas en territorios tropicales se originaron de la región africana y sudamericana.

La identificación de semillas de pasto ( granos o carióspside ) es complicada por el gran número de géneros y especies en la familia, por la considerable sobreposición de características de las semillas de diferentes tribus y géneros además por el hecho de que las semillas pueden estar encerradas (por lema y palea) o desnudas.

Los géneros de pastos se distinguen entre si, principalmente por la disposición, forma y modificación de las escamas en miniaturas, parecidas a hojitas que rodean a las flores, mientras que las especies difieren por lo común en su duración (anual, bianual, perenne), forma de crecimiento, tamaño y forma de tallos, hojas y cabezas florales.

### **Estructura y morfología**

Gould ( 1968 ), señala que normalmente un representante de esta familia, cuenta con las siguientes estructuras: Raíz, tallos, hojas, lígula, aurícula , collar, inflorescencia, flor, fruto y espiguillas.

La **raíz** de las gramíneas por su forma fibrosa está constituida en plantas maduras por raíces adventicias ( cada fibra de la raíz corresponde a una raíz adventicia), gran parte del sistema radicular en zacates perennes muere y es renovado cada año, las raíces realizan la función de anclaje y la absorción de nutrientes y agua presentes en el suelo.

Los **tallos** se conocen con el nombre de cañas o culmos por su

forma comúnmente cilíndrica y presencia en ellos, de nudos y entrenudos bien diferenciados, los nudos corresponden a los anillos o articulaciones de la caña y los entrenudos a las porciones comprendidas entre esos anillos.

En algunas gramíneas, las cañas son ramificadas a partir de los nudos, encontrándose entre la V que forman la caña principal y su ramificación, una estructura foliácea llamada profilo, la que en un corte transversal presenta forma de H, se dice que es una vaina modificada, algunas especies de gramíneas han desarrollado tallos modificados, se trata de rizomas, estolones y bulbos por medio de los cuales se propagan vegetativamente.

Las gramíneas presentan dos hileras de **hojas** alternas, formadas por una vaina tubular y un limbo de nervaduras paralelas, la **vaina** es una estructura laminar que nace en cada nudo y envuelve al entrenudo superior hasta poco antes o después del siguiente nudo, el **limbo** es frecuente que sea enrollado o doblado longitudinalmente.

En la unión del limbo con la vaina se pueden observar a la lígula, aurícula y collar, la **lígula** es una proyección membranosa, membranoso - dentada, membranoso-ciliada o ciliada, que se observa a todo lo ancho de la unión limbo – vaina, vista por el haz, las **aurículas** son pequeños

apéndices que se localizan en los márgenes basales del limbo o apicales de la vaina, su forma puede ayudar al reconocimiento de algunas especies, el **collar** corresponde a la parte posterior de la unión limbo – vaina.

Las gramíneas, al llegar a la madurez producen en la porción apical de sus cañas lo que en agrostología se conoce como inflorescencia.

La **flor** de las gramíneas carece de cáliz y corola, las partes que la forman pueden ser estambres y pistilos ( flor perfecta ), solo estambres ( flor estéril o estaminada ), o solo pistilo ( flor fértil pistilada ), los estambres en cada flor son tres, aunque en pocos géneros tropicales es de uno, dos o hasta seis, que se unen a la base del ovario por el **filamento**, soportando en su porción apical una antera.

El ovario es unilocular con un solo óvulo; es unicarpelar y otros sostienen que es tricarpelar, en la porción apical del ovario se encuentran dos estructuras llamadas **estigmas** que desempeñan una función muy importante en la polinización, cada estigma se une al ovario, por lo que se llama estilo que es un conducto alargado y que sirve precisamente para la conducción de los granos de polen.

Las **lodículas** se localizan en la base del ovario y han sido interpretadas como vestigios de perianto y se les atribuye una función

mecánica en la apertura del flósculo, mediante la cual quedan expuestos los estambres y estigmas. La flor es la unidad de un flósculo.

El **fruto** es una cariósida comúnmente conocido como grano o semilla y está cubierta por dos brácteas llamadas lema y palea, a este conjunto se le denomina flósculo, la **lema** es la bráctea inferior y comúnmente de mayor tamaño que la palea, a la que cubre parcial o totalmente.

De acuerdo al tipo de flor que se encuentra en un flósculo, este puede ser fértil si lleva una flor perfecta o cuando menos una flor pistilada; estaminado si lleva una flor estaminada, reducido o rudimentario si no lleva estructuras sexuales, solo brácteas y se les denomina estériles.

La **espiguilla** está formada por uno o más flósculos cubiertos parcial y totalmente por dos brácteas que se encuentran en su base llamadas primera y segunda gluma, la primera gluma comúnmente es mas corta que la segunda y aún en algunos géneros es vestigial o no existe, las espiguillas se diferencian de los flósculos por la presencia de las glumas y poseen un eje llamado raquilla sobre el cual se insertan los flósculos y glumas, se dice que son fértiles, si cuando menos uno de sus flósculos es fértil, y estériles si ninguno de sus flósculos es fértil, estas quedan incluidas en las estaminadas y las reducidas.

Un grupo de espiguillas forman una **inflorescencia**, los tipos más comunes son: Espiga, racimo, panícula, y la combinación de estas para formar lo que se llama panícula de espigas y panícula de racimos, la **espiga** se distingue por sus espiguillas sésiles sobre el ráquis (eje principal de la inflorescencia tipo espiga), estas se disponen en forma alternada o a un mismo lado del ráquis, formando espigas mas o menos cilíndricas, bilaterales o unilaterales, el **racimo** se distingue de la espiga en que presenta sus espiguillas pediceladas individualmente sobre el ráquis (también eje principal de la inflorescencia tipo racimo) y se encuentra mas bien formando parte de inflorescencias compuestas (panícula de racimos), la combinación de inflorescencias forman las inflorescencias compuestas, panícula de espigas y panícula de racimos, tanto la panícula como el racimo presentan espiguillas pediceladas.

### **Fisiología de la reproducción de las gramíneas**

Todas las especies de importancia económica como pastura se propagan por semilla botánica, en términos agro – comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas (Moreno, 1996).

En términos botánicos, la semilla de las gramíneas se consideran frutos, ya que la cubierta exterior (pericarpio) es la pared del ovario y no los tegumentos, esta semilla recibe el nombre de cariósipide (Valdés, 2002),

otra definición señala que la semilla es un ovulo maduro fecundado que consiste en un embrión, su reserva alimenticia almacenada y sus cubiertas protectoras ( Hartmann y Kester, 1987; Weir *et al.*, 1983 ).

También se ha dicho que son el potencial genético para la producción de mayores cosechas y el agente de cambio en las situaciones de producción agrícola (Douglas,1981).

La semilla de la gramínea forrajera es brozosa y se considera así debido a su estructura o textura, se adhiere a otras semillas de la misma o diferentes especies o a objetos, por esto su limpieza muestreo y transporte son más difíciles de realizar.

El órgano básico de crecimiento de los pastos es el tallo, el cual produce hojas para después iniciar la floración y las flores producirán las semillas. Este proceso que se inicia con la elongación y modificación del primordio vegetativo hasta la emergencia de los primeros racimos de espigas es llevado a cabo en cuatro a cinco semanas como máximo ( Valdés, 2002).

En casi todas las gramíneas forrajeras perennes, el cambio de desarrollo vegetativo a reproductivo se encuentra afectado en alto grado por la longitud del día.

La época del año y altitud son determinantes en el fotoperiodo y este en inducir o restringir una floración intensa en estas especies (Hopkinson, *et al.*, 1996).

En gramíneas, la antésis generalmente se inicia del ápice de la inflorescencia hacia la base. En una espiga en particular, las espiguillas de la base son las primeras en abrir y liberar el polen.

No todas las espiguillas o flores forman una semilla o cariósipide reconocible, ya que la apomixis se relaciona con la poliploidia, la cual se asocia frecuentemente con anomalías meióticas que reducen la fertilidad en el polen. Debido a esto, en casi todas las especies de *Brachiaria* y *Panicum*, la proporción de espiguillas que llegan a formar una semilla difícilmente alcanzan el 40 por ciento.

La fertilidad de las flores disminuye de la base hacia el ápice, tanto en la espiga como en la inflorescencia, la reducción en la fertilidad es mucho mayor dentro de cada espiga (Hopkinson y English, 1985).

El nivel de humedad en el suelo particularmente durante la polinización, puede tener un marcado efecto en llegar a lograr la formación de semillas y trae consigo la absorción de las partes florales en las espiguillas. Se reconoce que esta es la causante más común y determinante de bajos rendimientos de semilla y bajo peso de

las cariósides, el nitrógeno tiene una gran influencia en la producción al afectar el tamaño de inflorescencias, el número de espigas y espiguillas por inflorescencia, así como el número de semillas viables.

Una vez formada la semilla, la cariósida debe desarrollarse y madurar completamente a fin de obtener una semilla de calidad, el peso promedio de la espiguilla de semilla pura es un buen indicador del grado de madurez de un determinado volumen de semilla pura. En cada especie, las semillas maduras presentan una variación de tamaño, color, consistencia, etc. que le son característicos, con estos caracteres es posible determinar la presencia de semillas inmaduras en la muestra, lo que permite estimar la viabilidad del lote.

Hopkinson y English ( 1985 ) caracterizaron como semillas maduras de *Panicum máximum* a todas aquellas en las que la cariósida ocupa completamente el espacio interno de la espiguilla, en donde la lema y la palea están completamente cerradas y selladas, y cuando la cariósida presenta endospermo de apariencia vítrea y no opaca ni harinosa.

En cualquier época de cosecha, solo una fracción de las espigas se encuentra madura, lo que hace que los rendimientos de semilla cosechada sean bajos, esta mezcla de espiguillas inmaduras y vacías es la causante del bajo porcentaje de semilla pura viva en los de por si bajos rendimientos obtenidos ( Boodman,1979).

Existen otros factores que afectan la obtención de semilla pura, en América latina para algunas gramíneas como *Hyparrhenia rufa*, *Panicum máximum*, *Dichanthium aristatum* y *Brachiaria decumbens*, la semilla es cosechada en forma manual y se caracteriza por ser un producto muy crudo, es decir con alto contenido de materia inerte y con una baja proporción de semilla pura ( Ferguson, 1979 ).

### **Descripción de los genotipos**

Zacate Buffel ( *Cenchrus ciliaris* L.)

Es un zacate originario de las regiones subtropicales y semiáridas de África y de la India, en donde se localiza sobre los suelos secos y arenosos, planta perenne, de corona fuerte y nudosa que produce una masa de raíces largas, fuertes y abundantes; las hojas son alargadas y un poco ásperas, su inflorescencia es una panícula en forma de espiga de una a cuatro pulgadas de largo; las semillas se encuentran apretadas y son delgadas, con barbas como erizo que se pegan al pelo de los animales ( características que puede servir para su propagación ) son poco pesadas y el viento las transporta fácilmente, tiene una tonalidad púrpura que las hace reconocibles, es excelente para el control de la erosión y es a la vez un poderoso reconstructor de suelos; Además proporciona un excelente y abundante forraje verde y de rápido crecimiento o un heno de buena calidad y gran valor nutritivo (Cantú, 1989), el número de semillas por kilogramo va de 330,000 – 550,000.

### Zacate Navajita ( *Bouteloua gracilis* L.)

Es una especie nativa de Coahuila, puede crecer en suelos calcáreos arcillosos e incluso en suelos alcalinos, es una planta perenne que tiene la particularidad de emitir rizomas, amacollado, de tamaño mediano de 25 a 75 cm a veces más alto, su color es verde azulado ocasionalmente con sombras púrpuras, especialmente en la primavera, cuando está seco se torna de un color café rojizo o de color paja; las hojas son finas, enrolladas, de longitud variable y principalmente basales, la inflorescencia es compuesta de dos ó a veces de tres espigas unilaterales, rectas y encorvadas, este pasto es sumamente resistente al pastoreo y su follaje es apetecido por todos los tipos de ganado, siendo además considerado como excelente para propósitos de conservación de suelos, por su forma y apariencia se le conoce también como pasto mosquito y contiene aproximadamente de 1' 823,000 semillas por kilogramo. ( Valdés, 2002 )

### Zacate Llanero ( *Andropogon gayanus* L)

Es una planta nativa de las regiones tropicales de África, presenta hábito erecto, ciclo perenne, habilidad de crecer en suelos ácidos y tolerancia a suelos con alto contenido de aluminio, su follaje puede alcanzar grandes proporciones ocupando grandes espacios de suelo, la morfología de las inflorescencias es típica del género, en el cual dos espiguillas son formadas en cada nudo de la raquilla, la primera fértil y la

segunda estéril, su aspecto es plumoso y posee un largo apéndice que se extiende desde la lema de la espiguilla fértil y que sirve para aspectos relacionados con la propagación de la especie ( Valdés, 2002 ) cada kilogramo contiene 365,000 semillas por kilogramo.

#### Zacate Pretoria 90 ( *Dichanthium annulatum* L.)

Es un zacate originario de África Oriental y la India; es perenne, amacollada, llegando a tener hasta 1.60 m de altura; posee hojas planas lineales y lisas, su inflorescencia es una panícula de 4 a 8 cm. de longitud, de color rojiza morada, es tolerante a cierto grado de salinidad y se adapta bien en regiones áridas, semiáridas, subtropicales y tropicales con precipitaciones superiores a los 400 mm anuales y en altitudes comprendidas desde el nivel del mar hasta los 1500 m., produce forraje de buena calidad, lo que incrementa de la carga animal por superficie pastoreada ( Valdés, 2002).

#### Rhodes ( *Chloris gayana* L.)

Este zacate pertenece a la Familia Gramínea, a la Subfamilia *Festucoideae*, los géneros de esta familia se caracterizan por tener las espiguillas lateralmente comprimidas, puede tener hasta 3' 300,000 a 4' 400,000 semillas por kilogramo, la tribu a la que pertenece es la *Chlorideae* que se caracteriza por sus espigas verticiladas y un rudimento en forma de pico o clava a veces aristada.

Es un pasto perenne estolonífero, con tallos erectos de 60 a 150 cm de altura con hojas largas y delgadas muy abundantes, su semilla es producida libremente por racimos de 10 a 15 espiguillas situadas digitalmente en sus tallos.

Tiene estolones largos, duros y cubiertos de hojas, los entrenudos son comprimidos correosos y tiesos; hojas de 3 a 5 mm de ancho, terminando en una punta muy fina; espigas erectas o ascendentes, de 5 a 10 cm de largo; espiguillas apiñadas, pálidas, aleonadas, lema de 3 mm de largo hispida sobre el margen cerca de la punta, más o menos hispida abajo, la arista de 1 a 5 mm de largo, rudimento comúnmente de dos flósculos, el inferior ocasionalmente fértil, algo angosto, la semilla, es muy pequeña, y queda encerrada dentro de la florecilla, su cariósida presenta un color café vítreo y transparente ( Valdés, 1993 ).

### **Calidad de las semillas**

La calidad de semillas comprende muchos atributos, en término individual incluye pureza varietal, viabilidad, vigor, daño mecánico, enfermedades, cobertura de tratamiento y tamaño; en un lote de semillas, las características incluyen contenido de humedad, potencial de almacenamiento, incidencia de contaminantes, semillas de otros cultivos y materia inerte, uniformidad del lote y potencial de su comportamiento, estos atributos pueden ser agrupados dentro de cuatro componentes: el genético, que contempla la pureza varietal; físico, que incluye los atributos

de pureza física, incidencia y severidad de daño mecánico y tamaño de semilla; el patológico, considera el tipo e incidencia de enfermedades transmitidas por semilla; y el factor fisiológico, que es la germinación y vigor ( Delouche, 1985 ).

McIlroy (1976 ), menciona que las semillas de mala calidad son siempre una mala inversión y a largo plazo pueden resultar mucho mas caras que aquellas de precio elevado de buena calidad.

Desde el punto de vista de calidad de la semilla, esta se define por las semillas capaces de germinar y formar nuevas plantas considerando además la proporción de semillas de otras especies, materia inerte, semillas dañadas por hongos e insectos ( Humphreys, 1967 ).

La calidad de las semillas es el conjunto de cualidades genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas, que dan a la semilla su capacidad para dar origen a plantas productivas ( Garay,1991 ).

Metcalfe ( 1976 ), define la semilla de gramíneas forrajeras, a aquellas espiguillas con lemma y palea, incluyendo una carióspside ( *Panicum* y *Chloris gayana*); flósculos bisexuales con lema y palea, sin aristas que contengan carióspside ( *Cenchrus ciliaris* L y *Dichantium aristatum* ); flósculos bisexuales inferiores sin aristas, con carióspside y sin los flósculos masculinos estériles ( *Andropogon gayanus* ).

Los porcentajes de pureza y germinación representan en conjunto la proporción de semillas que tienen valor para el comprador, al ser capaces de transformarse en plantas productivas ( Ede, 1970).

Carambula ( 1981 ), dice que el control de calidad de la semilla presupone la multiplicación de material genético conocido, la fijación de restricciones que impiden su contaminación durante su multiplicación y la realización de análisis que certifiquen su calidad y pureza agrega que el objetivo primordial de las determinaciones realizadas en el laboratorio, pureza, germinación, número de semillas extrañas, peso de las semillas y humedad, son parámetros que fijan el valor de las semillas al ser sembradas.

### **Pureza física**

Moreno (1996), señala que uno de los aspectos más importantes en el análisis de las semillas agrícolas es la pureza física, este parámetro aunado a otros como la pureza varietal, poder germinativo, el vigor, la sanidad y el contenido de humedad, definen la calidad de las semillas y para su evaluación se han desarrollado métodos específicos que pueden ser utilizados en los programas de producción y comercialización de las semillas certificadas.

El objetivo de un análisis de pureza física es determinar la composición de una muestra y por lo tanto, la composición del lote del que se tomó; así como la identificación de las semillas de otras especies y de la materia inerte presente en la muestra, tomando las lecturas de peso de la balanza hasta el cuarto decimal y proporcionando los datos de estos componentes en porcentajes.

El grado de pureza de un lote de semillas representa la presencia o ausencia de otras especies, variedades, malezas y materia inerte; también incluye la integridad física de la semilla ( semilla quebrada, tamaño y peso de la semilla) y que la evaluación de este componente es mediante la prueba de pureza analítica y conteos de semillas extrañas ( Moreno, 1996 ).

Thomson (1976), reporta que la pureza analítica es un componente básico de la calidad de la semilla, pero no basta únicamente con establecer el porcentaje y debe de tomarse muy en cuenta la naturaleza de las impurezas, señalando que en semillas forrajeras las impurezas más comunes son inflorescencias vacías o semillas vanas, las cuales no tienen valor, mientras que las semillas de malas hierbas son consideradas muy dañinas.

La pureza repercute en aspectos importantes relacionados con la calidad de la semilla.

## **Germinación**

La germinación de las semillas desde el punto de vista morfológico, se define como la reanudación del crecimiento activo en partes del embrión, lo cual provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de la nueva planta ( Meyer *et al.*, 1972 ); desde el punto de vista fisiológico, es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo además el cambio hacia la transcripción del genomio.

Desde el punto de vista de tecnología de semillas (ISTA; 1985), germinación es la emergencia y el desarrollo a partir del embrión, de aquellas estructuras esenciales del tipo de semillas de que se trate, son indicadoras de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

Valdés (2002) menciona que la germinación, es el proceso de reinicio del crecimiento activo por parte del embrión, caracterizado por la fractura de la cubierta seminal y la emergencia de la plántula.

Moreno ( 1996 ), define a la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Thomson (1976), menciona que para el tecnólogo de semillas, la capacidad germinativa es la mayor indicación que tiene respecto a como va a funcionar en el campo un lote de semillas. Por ello, el objetivo de las pruebas de germinación es obtener información con respecto a la capacidad de las semillas para producir plántulas normales, indicando la ausencia de latencia. Además estas pruebas permiten hacer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semilla de la misma especie.

Por esto, la prueba de germinación es quizás la más importante función de un laboratorio para el análisis de semilla.

Moreno ( 1996 ), dice que esto permite obtener resultados uniformes y rápidos sobre la germinación de muestras de semillas de una determinada especie, para lo cual se han estandarizados las condiciones controladas de las pruebas de germinación, con el fin de permitir que éstas sean reproducibles dentro de límites determinados por la variación al azar y señala como deberá conducirse una prueba de germinación en laboratorio, por su parte Jiménez ( 1984 ), señala que la germinación de semillas de especies forrajeras tropicales solamente ocurre bajo ciertas temperaturas y esta puede variar de acuerdo a la especie que se trate, mejorando notablemente con el uso de temperaturas alternas.

## **Semilla pura viable ( SPV )**

Valdés ( 2002 ), señala que es importante exigir a las compañías proveedoras de semillas proporcionen los datos de germinación y pureza donde la pureza se mide en porciento y lo determina la proporción de semillas llenas y limpias, una vez que se separaron basura ( hojas, tallos, espigas, tierra y otras semillas ); además que tengan cariópsides formadas, la germinación por su parte se mide en porciento de acuerdo al numero de semillas que tienen la habilidad de generar una nueva plántula normal. Con estos dos parámetros es posible determinar el porciento de semilla pura viva (SPV), lo cual nos indica la proporción de semilla que tengan granos llenos y que además estén vivas.

## **Muestra de trabajo**

ISTA (2004), nos señala que específicamente para semillas forrajeras, primeramente se obtiene una muestra compuesta de un lote de semillas, se procede a su homogeneización y reducción para obtener la muestra de envío que es de menor tamaño, esta muestra de envío deberá enviarse al laboratorio, donde se homogeniza y se reduce a la muestra de trabajo en la forma siguiente:

- a) La semilla se vacía uniformemente en una superficie lisa y limpia.
- b) Mezclar completamente haciendo una montaña con espátula.
- c) La montaña se divide en dos partes y cada parte se divide de nuevo, dando como resultado cuatro partes y cada parte se dividen nuevamente obteniéndose ocho partes que se acomodan en dos hileras de 4.
- d) Retener porciones alternas. Por ejemplo 1 con 3 ( en la hilera 1) y 2 con 4 (en la hilera dos) y las partes seleccionadas se homogenizan.
- e) Los pasos b, c y d se repiten, usando las porciones que se retienen hasta obtener el tamaño de muestra requerido.

Hay que evitar el daño mecánico al efectuar las operaciones de mezcla y reducción de las muestras (Moreno.1996).

Los procedimientos y técnicas que deben ser usadas en los análisis de semillas, se encuentran en ISTA Rules desde 1931, y fue traducido al español en 1971 ( ISTA,2005).

El análisis de pureza determina las características físicas de una muestra representativa de semilla de acuerdo con conceptos y definiciones aceptadas internacionalmente y fijadas por la Asociación

Internacional para el análisis de semillas (ISTA), en el capítulo tres de las reglas de ISTA (2004).

El objetivo del análisis es determinar:

- La composición en peso de la muestra que se está analizando y por consiguiente la composición del lote de semillas.
- La identidad de las diferentes especies de semillas y partículas de materia inerte que constituyen la muestra.

Con relación al análisis de pureza en pastos, ISTA (2004), menciona un método al que se le denomina, método oficial y a partir de este han surgido investigaciones en todo el mundo, proponiendo otros métodos que se ajustan a los lineamientos de ISTA.

La ISTA recomienda que para los pastos brozados, o aquellas especies con aristas que no separa bien el tubo del soplador, se debe emplear el **Método Irlandés**, en este grupo se encuentran los géneros *Bothriocloa*, *Dichanthium*, *Andropogón* y *Cenchrus*.

**Componentes de un análisis de pureza**

Después de la identificación y separación, es necesario pesar todas las fracciones y calcular el porcentaje de cada fracción, se consideran tres componentes: semillas puras, otras semillas y materia inerte.

**La semilla pura**, comprenderá las indicadas por el analista o encontradas como predominantes en el análisis, incluyendo todas las variedades botánicas de dicha especie, se considera pura a las semillas normales o intactas, las maduras, las de tamaño inferior al normal, arrugadas, enfermas o germinadas, siempre que puedan ser identificadas como pertenecientes a la especie analizada.

La ISTA ( 2004 ) en el caso específico de las diferentes especies aquí estudiadas define como semilla pura a las siguientes:

**Zacate Buffel ( *Cenchrus ciliaris* L. )**.- Se tomará como semilla pura a todo Fascículo o cardo de 1-5 espiguillas con envoltura de cerdas, espiguillas con glumas, lema y palea conteniendo una cariósida y lema estéril unida, flósculo con lema y palea conteniendo una cariósida, cariósida y fragmentos de cariósida cuyo tamaño sea superior a la mitad de su tamaño original. Cardo o fascículo, con o sin cariósida.

**Zacate Navajita ( *Bouteloua gracilis* L. )**.- Se considerará semilla pura a toda espiguilla conteniendo una cariósida, con o sin palea o lema hialina, segmentos de ráquis, pedicelos, aristas, flor fértil o estéril unida, Flor con lema y palea, con o sin arista, cariósida y fragmentos de

cariópside cuyo tamaño sea superior a la mitad de su tamaño original en *Bouteloua* y *Chloris*; no es necesario revisar la presencia de cariópside.

**Zacate Pretoria-90 ( *Dichanthium annulatum* L. )**.- Se considerará semilla pura a toda espiguilla conteniendo una cariópside, con o sin palea o lema hialina, segmentos de ráquis, pedicelos, aristas, flor fértil o estéril unida, flor con lema y palea, con o sin arista, cariópside y fragmentos de cariópside cuyo tamaño sea superior a la mitad de su tamaño original.

**Zacate Llanero ( *Andropogon gayanus* L. )**.- Se considerará semilla pura a toda espiguilla conteniendo una cariópside, con o sin palea o lema hialina, segmentos de ráquis, pedicelos, aristas, flor fértil o estéril unida. Flor con lema y palea, con o sin arista, cariópside y fragmentos de cariópside cuyo tamaño sea superior a la mitad de su tamaño original .

**Zacate Rhodes ( *Chloris gayana* L.)**.- Se considerará semilla pura a toda espiguilla con lema y palea conteniendo una cariópside, con o sin palea o lema hialina, segmentos de ráquis, pedicelos, aristas, flor fértil o estéril unida, flor con lema y palea, con o sin arista, cariópside y fragmentos de cariópside cuyo tamaño sea superior a la mitad de su tamaño original.

En **otras semillas**, se incluirán cualquier especie distinta a la de la semilla pura y puede hacerse una clasificación en semillas de malezas y semillas de otros cultivos. En **materia inerte**, se incluirán materiales tales como: piedras, partículas de suelo, granos de arena, tallos, pedazos de hoja, raíces, glumas y otros fragmentos de plantas o de semillas de plantas silvestres o cultivadas que estén dentro de las siguientes condiciones, semillas de especies o variedades consideradas como de otras plantas, quebradas o dañadas, cuyos fragmentos sean iguales o inferiores a la mitad del tamaño original de la semilla, flósculos que se encuentren enteramente desprovistas de cariósido, aquellas semillas que han sido transformadas por los hongos en esclerocios, masas esporíferas de caries o agallas de nematodos, los resultados se obtienen en gramos, los componentes menores de 0.05 por ciento se reportan como “trazas” (Moreno,1996).

### **Ensayos de análisis de pureza en gramíneas forrajeras**

Son varios los ensayos realizados con relación al análisis de pureza en gramíneas forrajeras entre los más importantes se encuentran: Harlan y Haring (1960), mencionan que la determinación de la pureza en semillas de poca fluidez es laboriosa, costosa y consume de diez a doce horas de trabajo, además de requerir experiencia por parte del analista de semillas, las semillas a que se refiere específicamente son de zacate Pretoria y Llanero

Por su parte Hall, (1965), comparó cuatro métodos de pureza en *Bouteloua curtipendula*, dichos métodos fueron: oficial, modificado o irlandés, soplado y mecánico y en la evaluación de pureza, el método modificado resultó con él más alto valor, seguido del soplado, oficial y mecánico respectivamente, pero el método del soplado requirió menos tiempo, seguido del modificado, mecánico y oficial.

En otro estudio Hall (1967), comparó la influencia de los métodos de pureza: Oficial, modificado y flotación en semillas de *Andropogon Scoparius* y *Andropogon gerardii*, en este ensayo, el método modificado arrojó el valor mas alto de pureza, seguido por el método oficial, la germinación fue contraria al valor de las semillas puras y en *Andropogon gerardii*, no hubo diferencias significativas entre el método oficial y el de flotación.

Everson y Hotchkiis (1977), realizaron un experimento con semillas de *Dactylis glomerata*, comparando el método oficial con el soplado y observaron que la variación del análisis de pureza entre los laboratorios participantes fue muy alta cuando el método manual fue usado y que el método manual requirió dos veces el tiempo que el utilizado en el método del soplado.

Por su parte Cordero (1980), comparó la efectividad del método oficial, irlandés, soplado y mecánico para efectuar análisis de pureza en semillas de *Andropogon gayanus* encontrando diferencias significativas en

las variables de tiempo, germinación, semilla pura viable y semilla pura, especificando que para esta última, el método modificado resultó con el valor mas alto seguido por el método oficial, soplado y mecánico, en germinación los valores más altos se obtuvieron con el método oficial y el valor más bajo lo reportó el método modificado, el método oficial requirió cinco veces más tiempo, en semilla pura viable el método oficial presentó los valores más altos aunque no se observó diferencias significativas con el método modificado.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

#### Ubicación del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra ubicada en la ciudad de Saltillo, Coahuila, México y cuyas coordenadas terrestres son; a los 25° 22' de Latitud Norte y 101° 00' de longitud Oeste con una altitud de 1742 msnm, presenta una temperatura media anual de 19° C y precipitación promedio anual de 298.5 mm.

#### Material vegetativo.

Las especies con las que se trabajaron son Buffel ( *Cenchrus ciliaris* L. ), Pretoria 90 ( *Dichanthium annulatum* L.), Navajita ( *Bouteloua gracilis* L. ) y Rhodes ( *Chloris gayana* L.) y Llanero ( *Andropogon gayanus* L. ).



## Metodología

El presente trabajo de investigación consistió en determinar la calidad física y fisiológica, así como el tiempo requerido para el análisis de pureza física donde se aplicaron cuatro métodos ( tratamientos ) y la relación de tratamientos con el porcentaje de semilla pura viable (SPV) en cada especie.

### Descripción de los tratamientos

**Método oficial o Tradicional.** El procedimiento aplicado para el método oficial Cordero (1980), fue el siguiente:

1. La muestra de envío se extendió en una superficie lisa y blanca para su homogenización y reducción.
2. Se obtuvo una muestra de trabajo aplicando el método del octaneo y del cuarteo, la muestra de trabajo fue de acuerdo a lo señalado en las reglas de ISTA (2004) para cada una de las especies en estudio ( Apéndice 7 ), obteniendo cuatro muestras de trabajo por especie pesadas en una balanza analítica de precisión 0.0001 g.
3. Se tomó el tiempo con un cronómetro.

4. En una superficie lisa y blanca se hizo la identificación y separación de semilla pura, materia inerte, semillas de malezas y semillas de otros cultivos
5. La determinación de semilla pura se basó en el criterio de las reglas de ISTA ( 2004 ), donde se realizó la extracción manual de cariósides o cariósides, con ayuda de una aguja de disección.
6. Se tomó el peso en gramos de cada componente del análisis en una balanza analítica con precisión de 0.0001 g.

**Método de Soplado.** Este método se aplicó de acuerdo a ( Everson *et al.*, 1965 ) que consistió en:

1. La muestra de envío se extendió en una superficie lisa y blanca para su homogenización y reducción.
2. Utilizando los métodos del octaneo y del cuarteo se obtuvo la muestra de trabajo.
3. La muestra de trabajo fue de acuerdo a lo señalado en las reglas de ISTA (2004) para cada una de las especies en estudio, ( Apéndice 7 ), obteniendo cuatro muestras de trabajo por especie pesadas en una balanza analítica de precisión 0.0001 g.

4. Se hizo una serie de evaluaciones preliminares para determinar la medida de abertura del soplador "South Dakota" para tener un flujo de aire constante y permitir una separación satisfactoria de la muestra, esta medida fue diferente para cada especie.
5. Se colocó en el contenedor inferior la muestra de trabajo, verificando que la escala estuviera en cero, se encendió el soplador y se abrió lentamente el flujo de aire hasta la medida de abertura antes definida, lo cual trajo consigo que la parte de impurezas se trasladaran a los contenedores superiores y quedando en el contenedor inferior la semilla pura.
6. El soplador no separó totalmente las semillas de malezas ni las semillas de otros cultivos de la semilla pura, por lo que estos componentes fueron identificados y separados en forma manual.
7. Se pesó cada componente del análisis en una balanza analítica con precisión 0.0001 g.

Se observó que al colocar las muestras de trabajo en el soplador se producían aglomeraciones de la semilla por lo que se dividió en diez partes la muestra de trabajo, todas de un mismo peso excepto en Rhodes, que por la forma y tamaño de la semilla se trabajó con toda la muestra.

El tiempo se tomó desde la división y pesado en diez partes de la muestra hasta la separación manual de semillas de malezas y de otros cultivos.

**Método de semilla pura ajustada.** Sánchez y Ferguson ( 1986 ), describen un método para realizar un análisis de pureza en las especies que presentan espiguillas con problemas de fluido por la presencia de aristas y abundante pubescencia para las que no existe una metodología estándar para separar semilla pura con el uso de un soplador, además es muy difícil distinguir visualmente o al tacto entre espiguillas que contienen y las que no contienen cariósido este método consistió :

1. La muestra de envío se extendió en una superficie lisa y blanca para su homogenización y reducción.
2. Se obtuvo la muestra de trabajo con los métodos octaneo y cuarteo.
3. La muestra de trabajo fue de acuerdo a lo señalado en las reglas de ISTA (2004) para cada especie ( Apéndice 7 ), obteniendo cuatro muestras de trabajo por especie pesadas en una balanza analítica de precisión 0.0001 g.
4. Se tomó el tiempo con un cronómetro.

5. En una superficie lisa y blanca se hizo la identificación y separación de semilla pura, materia inerte, semillas de malezas y semillas de otros cultivos
  6. Se frotó entre las manos las espiguillas suavemente sin llegar a realizar fricción en la masa de espiguillas, el objetivo fue desprender la mayoría de las aristas y las espiguillas pediceladas sésiles.
  7. Se procedió a terminar de separar manualmente: semilla pura modificada, materia inerte modificada y otras semillas.
- Se consideró semilla pura modificada a espiguillas sésiles (fértil y basal), con glumas, ( lema y palea ), con o sin cariósido, sin arista, con o sin el pedicelo, con o sin el entrenudo del ráquis, sin la espiguilla pedicelada (macho) y cariósidos partidas con tamaño mayor al 50 por ciento de las bien formadas.
  - Se consideró como materia inerte modificada a aristas, espiguillas pediceladas (machos), pedazos de tallos, hojas, tierra, arena, polvo, piedras y cariósidos partidas menor que la mitad del tamaño normal.

- Otras semillas conservan el mismo valor
- Se pesó por separado, a cada uno de los componentes en la balanza analítica con 0.0001 g. de precisión.

Determinación de espiguillas llenas.

- Las que tiene como base las espiguillas sésiles sin aristas (semilla pura modificada).
- Se determinaron cuatro repeticiones independientes, cada una de 100 espiguillas sésiles a partir de la fracción de semilla pura modificada. Se pesaron las espiguillas por cada repetición, teniendo precaución de no mezclarlas, cada repetición se obtuvo por el método de octaneo.
- Se separaron manualmente cada una de las espiguillas, clasificando como “llena” (con cariósido) o “vana” (sin cariósido) y se colocaron en recipientes separados las cariósidos, las glumas de las espiguillas llenas y las glumas de las espiguillas vanas.
- Se analizaron las cariósidos de las espiguillas llenas, estableciendo como tamaño mínimo aquellas que presentaban embrión y

endospermo hasta del 50 por ciento del tamaño de las bien formadas, las de tamaño mínimo se incluyeron en las espiguillas vanas, esta separación de espiguillas se realizó para cada repetición.

- Se pesaron todas las fracciones: Cariópsides, las glumas de las espiguillas llenas y las glumas de las espiguillas de cada repetición, en la balanza analítica de 0.0001 g. de precisión.
- Se calculó el porcentaje de espiguillas llenas con base al número y al porcentaje de llenas con base al peso hasta un decimal.

El cálculo para semilla pura ajustada modificada y materia inerte modificada se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Semilla pura ajustada} = \frac{\text{Semilla pura modificada (\%)} \times \text{Espiguillas Llenas (peso)}}{100}$$

Materia Inerte ajustada = 100 – semilla pura ajustada – otras semillas

**Método Modificado o Irlandés.** El procedimiento ( Hall, 1965 ) es similar al realizado en el método oficial excepto que las espiguillas llenas y vacías fueron incluidas en la fracción de semillas puras y fue aplicado como sigue:

1. La muestra de envío se extendió en una superficie lisa y blanca para su homogenización y reducción.

2. Se obtuvo una muestra de trabajo aplicando el método del octaneo y del cuarteo
3. La muestra de trabajo fue de acuerdo a lo señalado en las reglas de ISTA (2004) para cada una de las especies en estudio, ( Apéndice 7 ), obteniendo cuatro muestras de trabajo por especie pesadas en una balanza analítica de precisión 0.0001 g.
4. Se tomó el tiempo con un cronómetro.
5. Se separaron los componentes: semilla pura, materia inerte, semillas de malezas y semillas de otros cultivos.
6. Para definir la semilla pura se utilizó el tacto identificando los flósculos con o sin cariósido.
7. Se pesaron todos los componentes utilizando una balanza analítica con 0.0001 g. de precisión.

Para todos los métodos se llevó un registro minucioso de los datos obtenidos anotando en una bitácora de trabajo de acuerdo a como se aplicaban los métodos y se llevó un registro por especie y repetición, asimismo se etiquetó cada fracción obtenida en bolsas de papel.

## **Variables evaluadas**

Análisis de pureza física.- Al realizar un análisis de pureza, da como resultante una clasificación de los componentes de la muestra en semilla pura, semilla de otro cultivo, semilla de malezas y materia inerte, estos componentes se reportan en porcentajes en relación a la muestra de trabajo y para cada uno de los métodos aplicados se trabajaron cuatro repeticiones de cada una de las especies.

Tiempo requerido para el análisis de pureza.- Se tomó el tiempo de aplicación de cada uno de los cuatro métodos de cada una de las cuatro repeticiones y de las cinco especies, esto se realizó mediante el uso de un cronómetro, el cual se puso en funcionamiento al momento de iniciar el trabajo de separación de componentes.

Pruebas de germinación.- De la semilla pura obtenida se tomaron 400 semillas para el ensayo de germinación en cada especie y se colocaron 4 repeticiones de 100 semillas para cada uno de los métodos y para cada especie en estudio, como substrato se usó un papel filtro Watman No. 2 previamente humedecido dentro de cajas de petri de vidrio 15 x 20 mm y se colocaron en un cámara germinadora a 25° C , 16 horas oscuridad y 8 horas luz, el número de días para realizar los conteos dependió de la especie, y de acuerdo a ISTA ( 2004 ), como a continuación se expone :

Zacate Buffel ( *Cenchrus ciliaris L.* ).- Temperatura promedio de 25° C, con un primer conteo a los 7 días y el segundo conteo a los 28 días.

Zacate Navajita ( *Bouteloua gracilis L.* ).- Temperatura promedio de 25° C, con un primer conteo a los 7 días y el segundo a los 14 días.

Zacate Rhodes ( *Chloris gayana* ).- Temperatura promedio de 25° C, con un primer conteo a los 7 días y el segundo a los 14 días.

Zacate Pretoria ( *Dichanthium annulatum L.* ).- Temperatura promedio de 25 ° C con un primer conteo a los 7 y el segundo a los 21 días (Moreno, 1996).

Zacate Llanero. ( *Andropogon gayanus L.* ).- Una temperatura promedio de 25° C con un primer conteo a los 7 días y el segundo conteo a los 28 días.

En el primer conteo se eliminaron las plántulas normales contabilizadas para evitar que estorbaran a las no germinadas y se eliminaron las semillas con alta presencia de hongos para evitar contaminaciones.

Semilla Pura Viable.- Con los porcentajes de semilla pura y porcentaje de plántulas normales se calculó el porcentaje de semilla pura viable (SPV) para cada repetición de la muestra de trabajo y para cada uno de los métodos aplicados a las especies en estudio.

## Análisis Estadístico

Para el factor especies y métodos, los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con cuatro repeticiones, bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \rho_k + (\tau\rho)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable Observada

$i = 1, 2, \dots, 4$  genotipos

$\mu$  = Media general

$j = 1, 2, 3, 4$  repeticiones

$\tau_i$  = Efectos de los genotipos

$K = \text{Métodos}$

$\rho_k$  = Efecto de los métodos

$\varepsilon_{ijk} \approx \text{NI}(0, \sigma^2)$

$(\tau\rho)_{ik}$  = Efecto de la interacción

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

Se procedió a realizar un análisis estadístico para cada una de las especies, utilizando un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij.} = \mu + M_i + \varepsilon_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Valor observado

$\mu$  = Efecto de la Media General

$M_i$  = Efecto del i-ésimo método

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

Para los casos, en que el análisis de varianza indicó diferencias entre los tratamientos, se llevó a cabo una comparación de medias, por medio de la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ) de probabilidad.



## RESULTADOS

### Análisis de varianza para los factores especies, métodos e interacción especie x método

En el cuadro 3.1 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza, en donde se observó que para el factor especies existió diferencias altamente significativas para las variables semilla pura (SP), materia inerte (MI), plántulas normales (PN), semilla sin germinar (SSG), semilla pura viable (SPV) y el tiempo utilizado para llevar el análisis de pureza (T); mientras que para los métodos de análisis de pureza se encontraron diferencias altamente significativas para SP, MI, PN, SSG, SPV y T, un comportamiento similar se encontró para la interacción de especies por métodos.

Cuadro 3.1.- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancias para el factor especie, método e interacción especie x métodos para las variables evaluadas en cuatro especies de semillas forrajeras aplicando cuatro métodos de análisis de pureza.

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
SPP	4	693.48**	676.58**	61.10	623.98	3064.96**	3064.96**	1285.82**	7903.21**
MET	3	4187.83**	3775.79**	3.78	10.64	9394.36**	9394.36**	3860.65**	923269.99**
SPP*MET	12	89.79**	115.63**	3.52	10.71	704.79**	704.79**	312.83**	6927.28**
E. Exp.	60	19.63	17.51	2.16	3.79	25.09	25.09	19.43	1584.58
E. Total	79	222.69	208.50	5.41	36.50	638.05	638.05	273.99	37716.77
C.V.		6.54	14.88	117.93	67.76	9.75	10.30	13.12	16.03

f.v. = Fuente de variación  
g.l.=Grados de libertad  
\*\* = Altamente significativo  
SP = Semilla pura ( % )  
SM = Semilla de Maleza ( % )  
MI = Materia Inerte ( % )  
PN = Plántula Normal ( % )  
Tiempo = Minutos  
SOC = Semilla de otro cultivo ( % )  
SSG = Semilla Sin Germinar ( % )



Los coeficientes de variación para SP, MI, PN, SSG, SPV y T, presentaron valores de 6.54, 14.88, 9.75, 10.30, 13.12 y 16.03 por ciento respectivamente; en cambio para semillas de otros cultivos (SOC) y semillas de malezas ( SM ) presentaron valores de 117.93 y 67.76 por ciento considerándose alto debido al efecto de la interacción.

Los anteriores resultados indicaron realizar un análisis de varianza para cada una de las especies en lo individual, mismo que se presentan a continuación.

### **Análisis de varianza por especies**

#### **Zacate Buffel ( *Cenchrus ciliaris* L. ).**

Las variables de SP, MI, SOC, PN, SSG, SPV, y T requerido para aplicar el método, resultaron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), con un coeficiente de variación de 3.94, 12.72, 33.66, 14.32, 8.84, 19.16, y 17.36 respectivamente (Cuadro 3.2), para semillas de malezas (SM) no hubo diferencias estadísticas y el coeficiente de variación fue de 205.54, por causa de que los valores fueron muy pequeños, en el Cuadro 3.3 y en la Figura 3.1 , se presenta la comparación de medias de Tukey (  $P < 0.05$  ) para los métodos evaluados en semilla de pasto Buffel, en donde se observa el comportamiento de las variables evaluadas SP, MI, SOC, SM, PN, SSG, SPV , T y DMS.

Cuadro 3.2 Cuadrados medios del análisis de varianza y significancias para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
Met.	3	543.95 **	531.11**	0.67**	0.01	3836.39**	3836.39**	1658.04**	168428.31**
. Exp.	12	9.02	8.97	0.01	0.0045	29.89	29.89	27.74	2028.28
	15	116.01	113.4	0.14	0.0057	791.19	791.19	353.8	35308.28
V.		3.94	12.72	33.66	205.54	14.32	8.84	19.16	17.36

.v. = Fuente de variación  
 P = Semilla pura (%)  
 I = Materia Inerte (%)  
 OC = Semilla de otro cultivo (%)

g.l.=Grados de libertad  
 SM = Semilla de Maleza (%)  
 PN = Plántula Normal (%)  
 SSG = Semilla Sin Germinar (%)

\*\* = Altamente significativo  
 SM = Semilla de Maleza (%)  
 Tiempo= Minutos

Cuadro 3.3.-Comparación de medias del análisis de varianza para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.).

Métodos	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
Oficial	1.43b	17.83c	0.72a	0.00a	55.12b	44.87b	44.90a	549.16a
Soplado	.765c	27.21b	0.00b	0.02a	11.00c	89.00a	8.05b	89.57c
Irlandés	.53a	11.34d	0.02b	0.10a	13.25c	86.75a	11.74b	143.19c
S.P.A.	.47d	37.80a	0.72a	0.00a	73.25a	26.75c	45.22a	255.47b
DMS	5.11	6.28	0.258	0.14	11.47	11.47	11.05	94.54

SP = Semilla pura (%)      MI = Materia inerte (%)      SOC = Semillas de otros cultivos (%)  
 SM= Semillas de malezas      PN= Plántula normal (%)      SSS= Semillas sin germinar (%)  
 SPV = Semilla pura viable (%)      Tiempo= Minutos      DMS= Diferencia mínima significativa

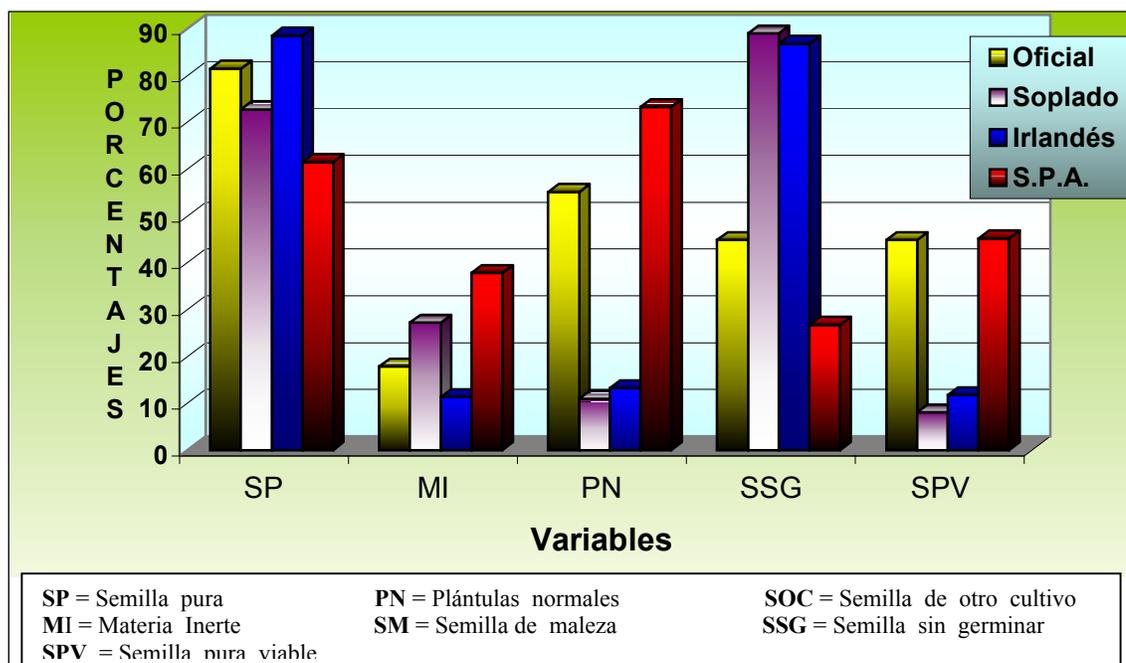


Figura 3.1.- Comparación de medias para las variables evaluadas en zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.

Semilla pura.- Se observó ( Cuadro 3.3 ), que el método que resultó con mayor porcentaje de semilla pura fue el irlandés con 88.53 por ciento, seguido del oficial con 81.43 por ciento y el soplado con 72.76 por ciento, y por último el método de semilla pura ajustada con 61.47 por ciento , todos los métodos resultaron ser estadísticamente diferentes.

Materia inerte.- En el cuadro 3.3 se muestra que para este componente fue mayor la proporción cuando se aplicó el método de semilla pura ajustada con una media de 37.80 por ciento, siguiendo el método del soplado con 27.21 por ciento, método oficial con 17.83 por ciento mientras que el método irlandés fue el menos adecuado por obtener el menor porcentaje de MI con 11.34 por ciento.

Semillas de otros cultivos.- Para la SOC, el método oficial y el método de semilla pura ajusta fueron estadísticamente iguales con 0.72 por ciento, siguiendo el método irlandés y soplado con 0.020 y 0.00 por ciento respectivamente y también estadísticamente iguales. ( Cuadro 3.3 ).

Plántulas normales.- Se aprecia que el método de semilla pura ajustada fue el de mayor porcentaje de plántulas normales con 73.25 por ciento y estadísticamente superior y diferente al resto de los métodos, seguido del oficial con 55.12 por ciento, por último y estadísticamente iguales, los métodos de soplado e irlandés con 11 por ciento y 13.25 por ciento respectivamente ( Cuadro 3.3).

Semillas sin germinar.- Para esta variable, el método de soplado e irlandés fueron estadísticamente iguales con 89 por ciento y 86.75 por ciento respectivamente, seguidos por el oficial con 44.87 por ciento, y finalmente con el 26.75 por ciento fue para el método de semilla pura ajustada ( Cuadro 3.3).

Semilla pura viable.- Según la prueba de Tukey (  $P < 0.05$  ) el método de semilla pura ajustada obtuvo 45.22 por ciento y el oficial un 44.90 por ciento, que fueron estadísticamente iguales en su comportamiento y por su parte el método irlandés tuvo 11.74 por ciento y el soplado 8.05 por ciento que tampoco presentaron diferencias estadísticas entre ellos ( Cuadro 3.3 ).

Tiempo.- Los métodos que menor tiempo ocuparon en su aplicación ( Cuadro 3.3 ) fueron el de soplado y el irlandés con 89.57 minutos y 143.19 minutos, siendo estadísticamente iguales; mientras que el método de semilla pura ajustada tomó 255.47 minutos para su aplicación, el método más tardado fue el oficial con 549.16 minutos.

### **Zacate Navajita ( *Bouteloua gracilis* L. )**

En el cuadro 3.4 observamos que las variables SP, MI, SOC, SM, PN, SSG, SPV y tiempo, resultaron altamente significativas, con coeficiente de variación 8.20, 20.36, 6.81, 30.76, 5.0, 11.82, 10.49 y 7.39 por ciento.

Cuadro 3.4 .- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis pureza física en pasto Navajita (*Bouteloua gracilis* L.)

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
t.	3	518.91**	356.62**	7.55**	53.13**	1616.26**	1616.26**	358.06**	686504.22**
E. Exp.	12	28.48	16.79	0.003	18.66	12.34	12.340	21.71	4676.13
E. Total	15	126.56	84.76	1.51	25.55	333.13	333.13	88.98	691180.35
.V.		8.21	20.37	6.81	30.76	5.00	11.82	10.49	7.39

f.v. = Fuente de variación

g.l.=Grados de libertad

\*\* Altamente significativo

P = Semilla pura ( % )

SM = Semilla de Maleza ( % )

SPV = Semilla Pura Viable ( % )

= Materia Inerte ( % )

PN = Plántula Normal ( % )

Tiempo = Minutos

SOC = Semilla de otro cultivo ( % )

SSG = Semilla Sin Germinar ( % )

En el Cuadro 3.5, se presenta la comparación de medias para las variables semilla pura, materia inerte, semilla de otro cultivo, semilla de maleza, plántulas normales, semilla sin germinar , semilla pura viable, y tiempo; para el zacate Navajita (*Bouteloua gracilis* L. ).

Cuadro 3.5.- Comparación de medias del análisis de varianza para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto (*Bouteloua gracilis* L ).

Métodos	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
icial	70.70a	15.14b	0.34b	13.82a	77.62b	22.37c	54.77a	620.98a
	56.97b	28.70a	0.00c	14.32a	68.25c	31.75b	38.84b	96.22c
Irlandés	78.25a	9.30b	2.84a	9.55a	43.75d	56.25a	34.27b	161.80b
S.P.A.	54.20b	27.33a	0.00c	18.46a	91.50a	8.50d	49.65a	188.97b
DMS	11.2	8.6	0.114	9.06	7.37	7.37	9.78	41.44

SP = Semilla pura ( % )

MI = Materia inerte ( % )

SOC = Semillas de otros cultivos ( % )

SM= Semillas de malezas

PN= Plántula normal ( % )

SSS= Semillas sin germinar ( % )

SPV = Semilla pura viable ( % )

Tiempo= Minutos

DMS= Diferencia mínima significativa

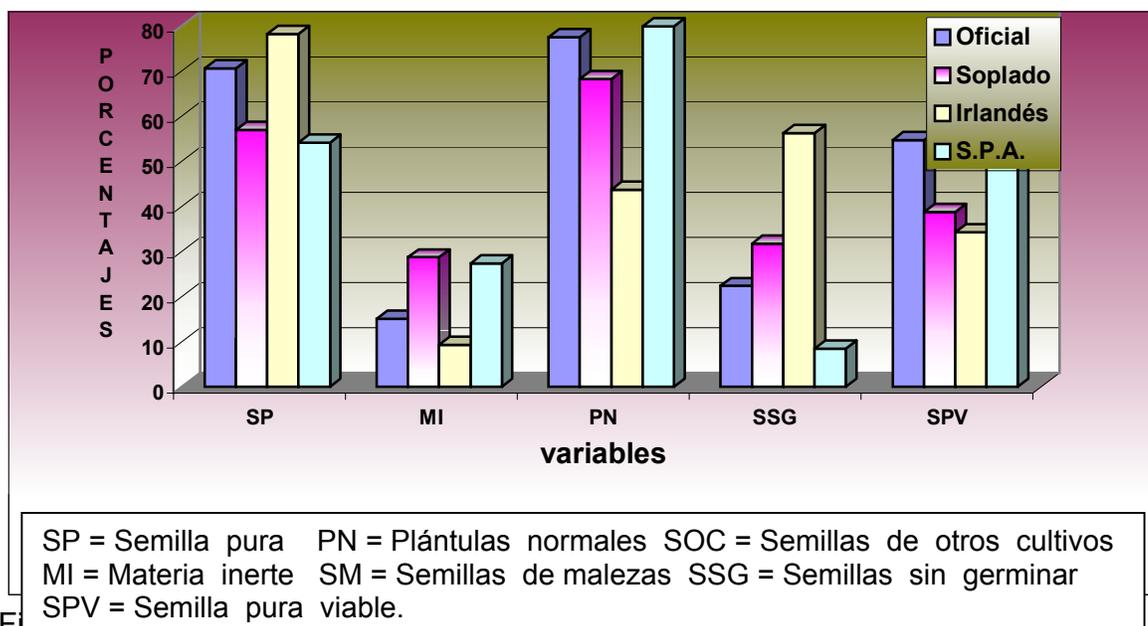


Figura 3.5. Efecto de los métodos de análisis de pureza en zacate navajita (*Bouteloua gracilis* L.) utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.

Semilla pura.- Los mejores métodos en la obtención de semilla pura son el irlandés con 78.25 por ciento y el oficial con 70.70 por ciento, sin diferencia estadística entre los dos métodos, le siguen a estos, el método del soplado con 56.97 por ciento y el de semilla pura ajustada con 54.20 por ciento, entre estos dos últimos métodos, tampoco existe diferencia estadística (Cuadro 3.5).

Materia inerte.-La mayor proporción de materia inerte (Cuadro 3.5), se logró aplicando el método de soplado con un 28.7 por ciento, y el método de semilla pura ajustada con 27.33 por ciento, estadísticamente estos dos métodos son iguales, les siguieron el método oficial con 15.14 por ciento y con un 9.30 por ciento el método irlandés.

Semillas de otros cultivos.- El mejor método para esta variable fue

el irlandés con 2.84 por ciento, le siguió el oficial con 0.34 por ciento, y por último el soplado y el de semilla pura ajustada con 0.00 por ciento en ambos casos, para el caso del método del soplado y el de semilla pura ajustada, los valores son demasiado bajos o nulos y debieron reportarse como “trazas” ( Cuadro 3.5).

Semillas de malezas.- La comparación de medias indicó que no existe ninguna diferencia entre los cuatro métodos, esto es por que los valores fueron muy pequeños, lo que en un reporte normal de laboratorio se debe reportar como “trazas” ( Cuadro 3.5 ).

Plántulas normales.- Al analizar los resultados de esta variable, el mayor porcentaje de plántulas normales fue de 91.50 por ciento, el cual se obtuvo aplicando el método de semilla pura ajustada, seguido por el método oficial con 77.62 por ciento, el soplado con 68.25 por ciento y en último lugar con 43.75 por ciento está el método irlandés.( Cuadro 3.5 ).

Semillas sin germinar.- Se observa en el Cuadro 3.5 que aplicando el método de semilla pura ajustada resultó 8.5 por ciento de plántulas normales, 22.37 por ciento aplicando el método oficial, y con el soplado 31.75 por ciento; el mayor porcentaje de semilla sin germinar con 56.25 por ciento fue obtenido por el método irlandés, todos resultaron ser estadísticamente diferentes y contrarios al porcentaje de semilla pura.

Semilla pura viable.- La mayor proporción de semilla pura viable se

obtuvo aplicando el método oficial 54.77 por ciento, mientras que con el método de semilla pura ajustada 49.65 por ciento, no existiendo diferencia entre estos dos métodos, le siguieron el método de soplado con 38.84 por ciento y el irlandés con 34.27 por ciento, Tukey indica que tampoco existió diferencia entre estos dos últimos métodos ( Cuadro 3.5 ).

Tiempo.- Al comparar el tiempo en que se realizó el análisis, el método más rápido fue el de soplado con 96.22 minutos, le siguió el método de semilla pura ajustada y el irlandés que tardaron 188.97 y 161.80 minutos, respectivamente, por último el método mas tardado fue el oficial con 620.98 minutos (Figura 3.7).

#### **Zacate llanero ( *Andropogon gayanus* L )**

En el análisis de varianza para el zacate Llanero (Cuadro 3.6), las variables de semilla pura, materia inerte, plántulas normales, semilla sin germinar, semilla pura viable y tiempo resultaron altamente significativas (  $P < 0.01$  ), con coeficientes de variación de 6.52, 15.26, 11.09, 15.33, 8.43 y 25.23 respectivamente. En semillas de otros cultivos y semillas de malezas, no existieron diferencias estadística y presentaron 102.35 y 221.13 de coeficiente de variación, aclarando que para estos componentes se registraron en muy poca cantidad.

Cuadro 3.6 .- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Llanero (*Andropogon gayanus* L. ).

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
t.	3	1346.14* *	1348.95* *	0.003	0.002	3285.47* *	3285.47* *	1165.017* *	226598.05* *
E. Exp.	12	20.80	21.03	0.002	0.001	41.43	41.43	10.36	3389.58
E. Total	15	285.87	286.62	0.017	0.001	690.24	690.24	241.29	48031.27
C.V.		6.53	15.27	102.36	221.1	11.09	15.34	8.43	25.24

.v. = Fuente de variación

g.l.=Grados de libertad

\*\* Altamente significativo

P = Semilla pura ( % )

SM = Semilla de Maleza ( % )

SPV = Semilla Pura Viable ( % )

MI = Materia Inerte ( % )

PN = Plántula Normal ( % )

Tiempo = Minutos

OC = Semilla de otro cultivo ( % )

SSG = Semilla Sin Germinar ( % )

En el Cuadro 3.7 se presenta la comparación de medias de Tukey para las variables de semilla pura, materia inerte, semilla de otro cultivo, semilla de maleza, plántulas normales, semilla sin germinar, semilla pura viable y tiempo para *Andropogon gayanus* L.

Cuadro 3.7.- Comparación de medias del análisis de varianza para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto (*Andropogon gayanus* L. ).

Métodos	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
Oficial	74.07b	25.63b	0.04a	0.00a	82.25a	17.75b	60.73a	575.99a
Soplado	.25b	31.69b	0.00a	0.04a	29.37b	70.62a	19.56c	37.42c
Irlandés	.73a	9.21c	0.05a	0.00a	37.37b	62.62a	33.90b	124.64bc
S.P.A.	46.33c	53.61a	0.05a	0.00a	83.12a	16.87b	38.45b	184.67b
DMS	9.57	9.62	0.0018	0.055	13.51	13.51	6.75	122.22

SP = Semilla pura ( % )

MI = Materia inerte ( % )

SOC = Semillas de otros cultivos ( % )

SM= Semillas de malezas

PN= Plántula normal ( % )

SSS= Semillas sin germinar ( % )

SPV = Semilla pura viable ( % )

Tiempo= Minutos

DMS= Diferencia mínima significativa

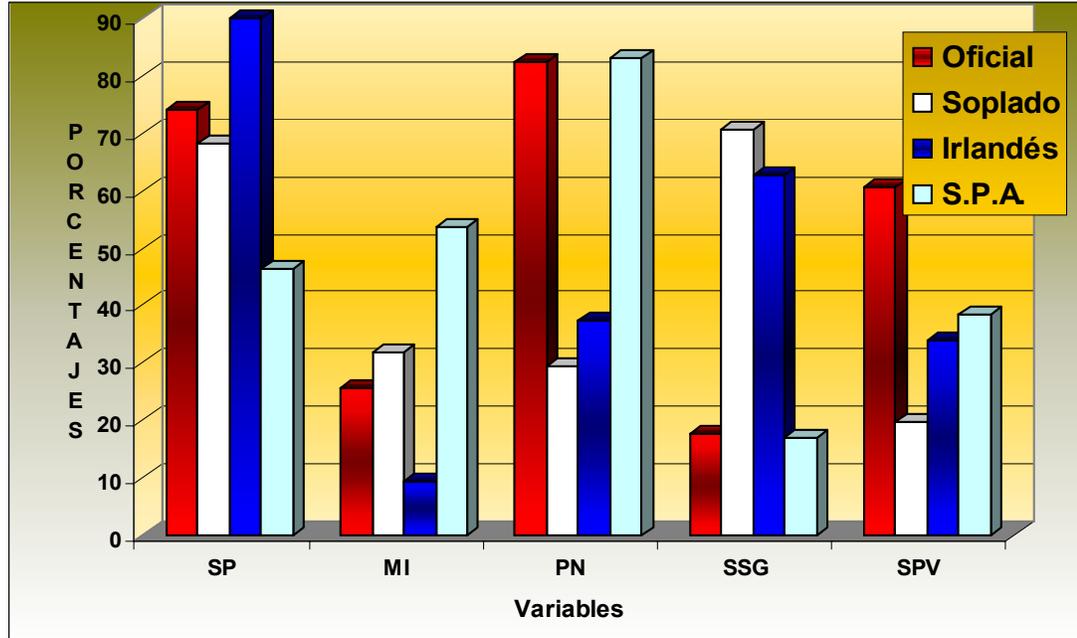


Figura 3.3.- Comparación de medias para las variables evaluadas en zacate Llanero (*Andropogon gayanus* L.).

Semilla pura .- En el Cuadro 3.7 se puede apreciar que el mayor porcentaje de semilla pura se obtuvo con el método irlandés con un 90.73 por ciento, le siguieron en igualdad estadística el método oficial con 74.07 por ciento y el soplado con 68.25 por ciento y por último con 46.33 por ciento el método de semilla pura ajustada.

Materia inerte .- Los resultados para la materia inerte, revelaron que al aplicar el método de semilla pura ajustada se obtuvo 53.62 por ciento de materia inerte, siguiéndole el método de soplado con 31.69 por ciento y el método oficial con 25.63 por ciento, y por último, el método irlandés con 9.21 por ciento ( Cuadro 3.7 ).

Plántulas normales.- Los métodos de semilla pura ajustada y el método oficial resultaron iguales con 83.12 por ciento y 82.25 por ciento, le siguió el método irlandés con 37.37 por ciento y el soplado con 29.37 por ciento, sin diferencia estadística. ( Cuadro 3.7 ).

Semillas sin germinar .- En semillas sin germinar, el método del soplado, obtuvo 70.62 por ciento , siguiendo el irlandés con 62.62 por ciento, entre estos dos métodos no existieron diferencias estadísticas, le siguieron con 17.75 por ciento el método oficial y con 16.87 por ciento, el método de semilla pura ajustada, en estos métodos tampoco existen diferencias estadísticas ( Cuadro 3.7 ).

Semilla pura viable .- Para semilla pura viable, el método oficial obtuvo 60.73 por ciento , el método de semilla pura ajustada 38.90 por ciento y el método irlandés 33.90 por ciento, por último, un 19.56 por ciento resultó con el método del soplado ( Cuadro 3.7 ).

Tiempo.- Con respecto al tiempo el menor tiempo ( 37.42 minutos ), se consiguió aplicando el método del soplado, siguiendo con 124.64 minutos el método irlandés mientras que el método de semilla pura ajustada se realizó en 184.67 minutos, el método oficial fue el mas tardado con 575.99 minutos ( Figura 7).

## Zacate Pretoria ( *Dichanthium annulatum* L.)

En zacate Pretoria ( Cuadro 3.8 ), las variables SP, MI, PN, SSG, SPV y tiempo de ejecución del método resultaron altamente significativas. Los coeficientes de variación fueron del 4.41, 7.16, 11.88, 7.18 y 10.66 y 11.59 respectivamente, en semillas de otros cultivos y semillas de malezas, no existieron diferencias estadísticas y presentaron 69.45 y 332.40 de coeficiente de variación respectivamente.

Cuadro 3.8.- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en Pretoria ( *Dichanthium annulatum* L. ).

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
t.	3	1298.50**	1161.58**	9.44	0.20	1460.86**	1460.86**	699.49**	191518.07**
. Exp.	12	6.59	6.97	10.69	0.14	20.04	20.04	5.38	351.46
. Total	15	264.97	237.90	10.44	0.15	308.21	308.21	144.21	39064.78
.V.		4.41	7.16	69.45	332.4	11.88	7.18	10.66	11.59

.v. = Fuente de variación

g.l.=Grados de libertad

\*\* Altamente significativo

P = Semilla pura ( % )

SM = Semilla de Maleza ( % )

SPV = Semilla Pura Viable ( % )

I = Materia Inerte ( % )

PN = Plántula Normal ( % )

Tiempo = Minutos

SOC = Semilla de otro cultivo ( % )

SSG = Semilla Sin Germinar ( % )

Cuadro 3.9.- Comparación de medias del análisis de varianza para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto Pretoria ( *Dichanthium annulatum* L. ).

Métodos	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
Oficial	3.28b	32.59c	4.12a	0.00a	65.12a	34.87c	41.11a	583.26a
Soplado	.97c	43.13b	3.44a	0.44a	34.00b	66.00b	18.01b	82.74c
Irlandés	.89a	15.78d	4.32a	0.00a	21.00c	79.00a	16.75b	214.09b
S.P.A.	.98d	56.07a	6.94a	0.00a	30.56b	69.43b	11.21c	184.10b
DMS	5.39	5.54	6.86	0.78	9.39	9.39	4.87	64.75

SP = Semilla pura ( % )

MI = Materia inerte ( % )

SOC = Semillas de otros cultivos ( % )

SM= Semillas de malezas

PN= Plántula normal ( % )

SSS= Semillas sin germinar ( % )

SPV = Semilla pura viable ( % )

Tiempo= Minutos

DMS= Diferencia mínima significativa

En el Cuadro 3.9 y Figura 3.4, se presenta la comparación de medias, para las variables que resultaron con significancia y enseguida se explican los resultados obtenidos para cada una de ellas.

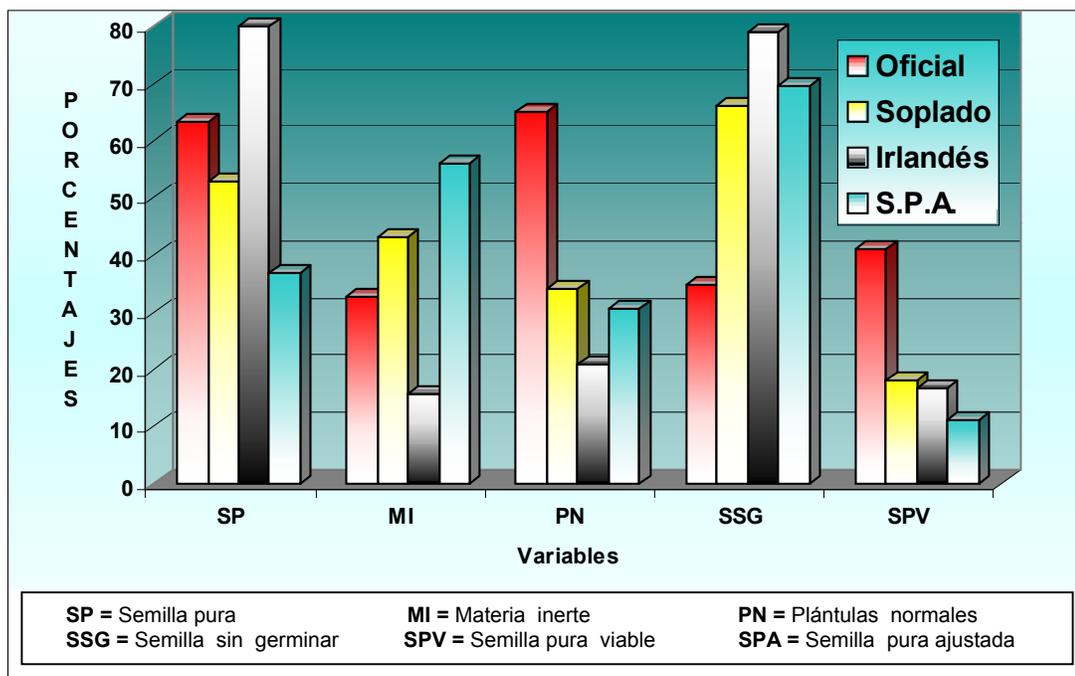


Figura 3.4.- Comparación de medias para las variables evaluadas en zacate Pretoria (*Dichanthium annulatum* L.), utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.

Semilla pura.- Para el caso de semilla pura, se demuestra que aplicando el método irlandés, se obtuvo 79.89 por ciento y al utilizar el método oficial 63.28 por ciento, seguido por el método de soplado con 52.97 por ciento, y por último un 36.98 por ciento fue obtenido con el método de semilla pura ajustada ( Cuadro 3.9 ).

Materia Inerte.- Para la variable de materia inerte, el 56.07 por ciento se obtuvo aplicando el método de semilla pura ajustada, 43.13 por ciento con

el soplado, 32.59 por ciento con el método oficial y por último un 15.78 por ciento, con el método irlandés ( Cuadro 3.9 ).

Plántulas normales.- Se encontró un 65.12 por ciento de plántulas normales, aplicando el método oficial, un 34 por ciento con el método de soplado, un 30 por ciento para semilla pura ajustada y un 21 por ciento para el método irlandés ( Cuadro 3.9 ).

Semillas sin germinar.- El 79 por ciento fue obtenido cuando se aplicó el método irlandés, seguido por el método de semilla pura ajustada con 69.43 por ciento y el método de soplado con 66 por ciento, la menor cantidad ( 34.87 por ciento ), se obtuvo con el método oficial ( Cuadro 3.9 ).

Semilla pura viable.- El mayor porcentaje de semilla pura viable se obtuvo cuando se aplicó el método oficial con 41.11 por ciento, le siguieron los métodos de soplado e irlandés, que estadísticamente son iguales con 18.01 por ciento y 16.75 por ciento respectivamente y por último con 11.21 por ciento, el método de semilla pura ajustada ( Cuadro 3.9 ).

Tiempo.- El método del soplado fue el más rápido con 82.74 minutos, le siguió el método de semilla pura ajustada con 184 minutos, estadísticamente no existió diferencias entre el método del soplado y el método de semilla pura ajustada, el método irlandés ocupó 214.09 min. para su aplicación y con 583.26 minutos el método oficial fue el mas tardado.

### Zacate Rhodes (*Chloris gayana* L.)

En el análisis de varianza para zacate Rhodes (Cuadro 3.10), las variables de semilla pura, materia inerte, plántulas normales, semillas sin germinar, semilla pura viable y tiempo resultaron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), los coeficientes de variación fueron de 8.29, 19.35, 8.83, 9.87, 15.59 y 15.60 por ciento respectivamente, para semillas de otros cultivos y semillas de malezas, presentaron 96.07 por ciento y 227.18 por ciento de coeficiente de variación respectivamente.

Cuadro 3.10.- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en Rhodes (*Chloris gayana* L.).

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
t.	3	829.50**	840.07**	0.1962	0.1816	2014.55**	2014.55**	1231.37**	135599.96**
Exp.	12	33.25	33.76	0.10	0.13	21.73	21.73	31.97	1163.88
E. Total	15	194.50	195.02	0.12	0.14	420.30	420.30	271.85	28051.10
.V.		8.30	19.36	96.07	227.19	8.83	9.87	15.60	15.60

f.v. = Fuente de variación

g.l.=Grados de libertad

\*\* Altamente significativo

milla pura (%)

SM = Semilla de Maleza (%)

SPV = Semilla Pura Viable (%)

I = Materia Inerte (%)

PN = Plántula Normal (%)

Tiempo = Minutos

SOC = Semilla de otro cultivo (%)

SSG = Semilla Sin Germinar (%)

Cuadro 3.11.- Comparación de medias del análisis de varianza para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de análisis de pureza en pasto Rhodes (*Chloris gayana* L.).

Métodos	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
Oficial		23.09b	0.370a	0.19a	81.75a	18.25c	62.51a	459.43a
Soplado		27.81b	0.00a	0.45a	37.12c	62.87a	26.51b	13.53c
Irlandés		18.21b	0.45a	0.00a	33.12c	66.87a	26.91b	178.31b
S.P.A.		50.94a	0.47a	0.00a	59.12b	40.87b	29.06b	223.36b
DMS	12.10	12.19	0.65	0.76	9.78	9.78	11.86	71.61

SP = Semilla pura (%)

MI = Materia inerte (%)

SOC = Semillas de otros cultivos (%)

SM= Semillas de malezas

PN= Plántula normal (%)

SSS= Semillas sin germinar (%)

SPV = Semilla pura viable (%)

Tiempo= Minutos

DMS= Diferencia mínima significativa

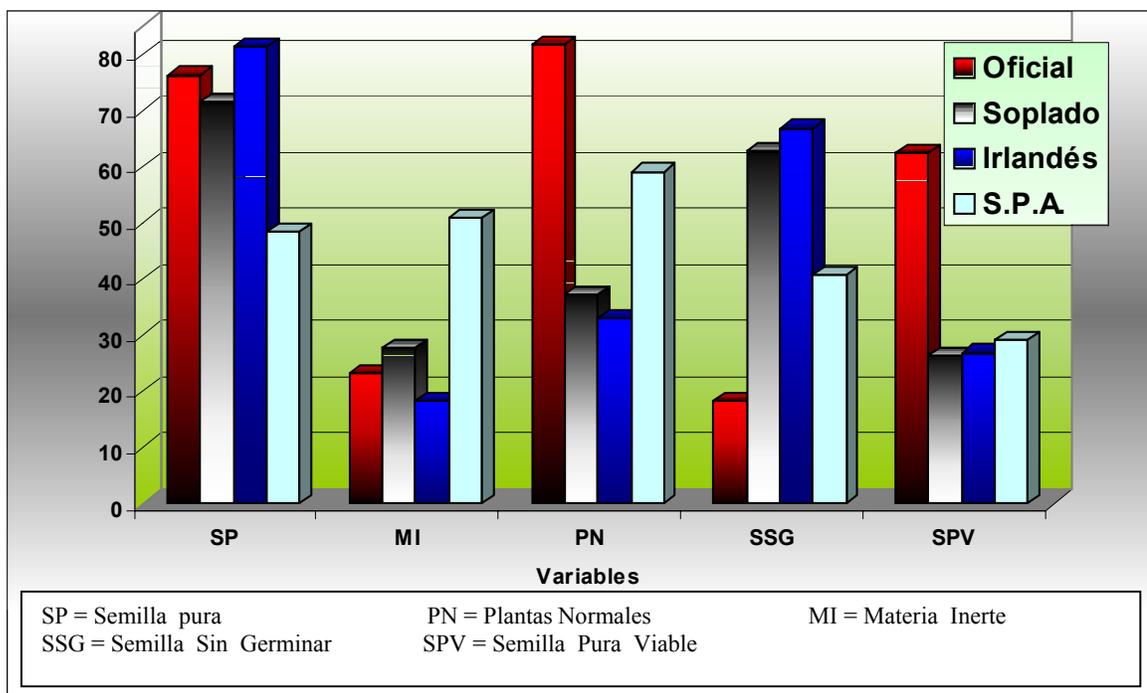


Figura 3.5.- Comparación de medias para las variables evaluadas en zacate Rhodes (*Chloris gayana* L.), utilizando cuatro métodos de análisis de pureza.

Semilla pura.-Para semilla pura, el método irlandés obtuvo 81.33 por ciento; con el método oficial 76.35 por ciento; con el método del soplado 71.73 por ciento, siendo estos estadísticamente iguales, por último el 48.58 por ciento se obtuvo con el método de semilla pura ajustada ( Cuadro 3.11).

Materia inerte .- Respecto al análisis de materia inerte, se observó ( Cuadro 3.11 ), que el método de semilla pura ajustada obtuvo el 50.94 por ciento, siguiéndole el método del soplado, el oficial y el irlandés con 27.81, 23.09 y 18.21 por ciento, se observó que entre estos últimos tres métodos no existió diferencia estadística.

Plántulas normales.- El mayor porcentaje ( 81.75 por ciento ) de plántulas normales resultó con el método oficial, posteriormente fue el método de semilla pura ajustada con 59.12 por ciento y por último y estadísticamente iguales, el método del soplado con 37.12 por ciento y el irlandés con 33.12 por ciento ( Cuadro 3.11 ).

Semillas sin germinar.- El método irlandés y el método del soplado con 66.87 y 62.87 por ciento respectivamente presentaron porcentajes estadísticamente iguales, seguido por el de semilla pura ajustada con 40.87 por ciento y el método oficial con 18.25 por ciento de semilla sin germinar ( Cuadro 3.11 ).

Semilla pura viable.- En SPV el 62.51 por ciento fue obtenido al aplicar el método oficial, el 29.06 por ciento para el método de semilla pura ajustada, el 26.91 por ciento para el método irlandés y 26.51 por ciento para el método del soplado; los tres últimos métodos resultaron estadísticamente iguales (Cuadro 3.11).

Tiempo.- El método del soplado con 13.53 minutos, fue el mas rápido para su aplicación, le sigue el método irlandés con 178.31 minutos y el método de semilla pura ajustada con 223.36 minutos, y por último el método oficial requirió 459.43 minutos (Cuadro 3.11).

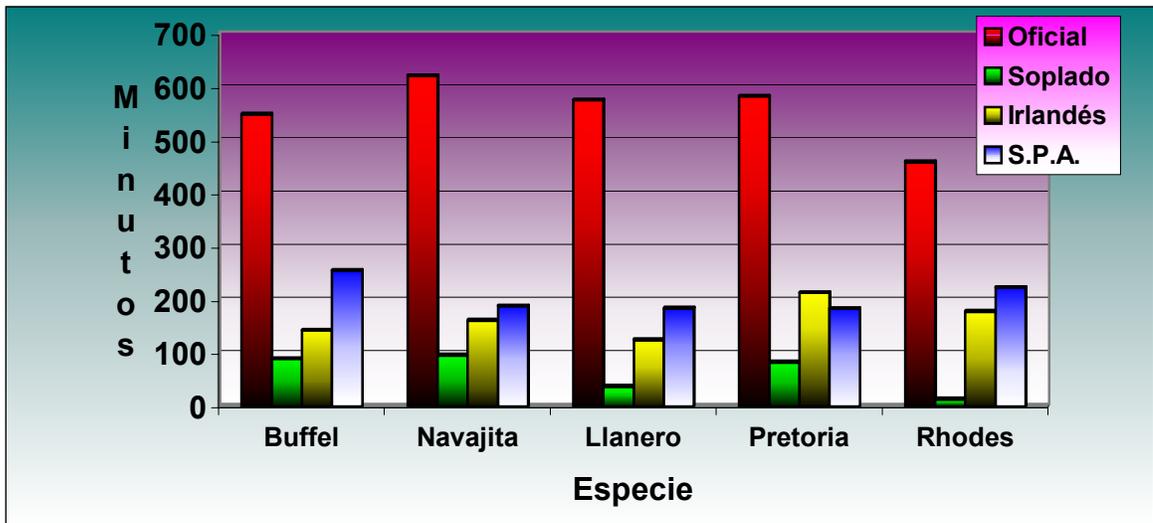


Figura 3. 6 .-Comparación de medias de la variable tiempo en Buffel ( *Cenchrus ciliaris* L. ), Navajita ( *Bouteloua gracilis* L. ), Llanero ( *Andropogon gayanus* L. ), Pretoria ( *Dichanthium annulatum* L.), y Rhodes ( *Chloris gayana* L. ), utilizando cuatro métodos de análisis de pureza

## DISCUSIÓN

En **semilla pura** de acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo se puede decir lo siguiente: La tendencia general en las medias porcentuales establece que el método irlandés obtuvo siempre la mayor proporción de semilla pura, siguiendo los métodos oficial, soplado y semilla pura ajustada en el orden mencionado, este comportamiento coincide con lo reportado por Harlan y Haring ( 1960 ), Cordero ( 1980 ), Hall ( 1965 ), Hall ( 1967 ). Es importante mencionar que el fundamento por el cual el método irlandés obtuvo la mayor proporción de semilla pura es que al utilizar el tacto como herramienta principal para realizar la separación de la porción semilla pura, hace que se cometan errores en la determinación al confundir la cariósida contenida dentro de las glumas con otras estructuras como glumas o cayos endurecidos de las aristas. colocando dentro de la porción de semilla pura tanto semillas llenas como vanas, lo cual confirma lo descrito por Douglas ( 1981 ).

Por lo que corresponde a la **materia inerte** el porcentaje obtenido por cada método para cada una de las especies en estudio, se percibió que la máxima proporción de materia inerte fue obtenida por el método de semilla pura ajustada, siguiéndole los métodos del soplado, oficial e

irlandés, los motivos del comportamiento descrito es que el método de semilla pura hace uso del friccionado, quien elimina las aristas que relativamente son pesadas, incrementando la fracción para el caso específico de las especies Llanero (*Andropogon gayanus* L.) y Pretoria (*Dichanthium annulatum* L.), cabe mencionar que los altos contenidos de materia inerte obtenidos por el método de semilla pura ajustada concuerdan con lo que menciona Cordero (1980); Para el caso de las semillas de las especies Navajita (*Bouteloua gracilis* L.), Pretoria (*Dichanthium annulatum* L.) y Llanero (*Andropogon gayanus* L.) se observo una gran capacidad electrostática, que hace que se adhieran al tubo del soplador, interfiriendo con el traslado de materia inerte hacia los tubos superiores, por su parte, el método oficial realiza una separación de componentes minuciosa, separando la semilla vana (materia inerte) de las semilla llena (semilla pura), de forma incuestionable ya que verifica con la extracción de la cariósida y este es el dato mas cercano a la realidad por la forma como se determina, por último, el menor porcentaje obtenido con el método irlandés se debe a que la determinación se realiza con el tacto, provocando muchos errores y bajando sensiblemente el porcentaje de esta fracción.

Para las variables **semillas de otros cultivos**, de forma general se observa que los métodos oficial e irlandés pueden detectar valores muy pequeños de componentes de pureza física, debido a que la separación

es manual y a que trabajan con la totalidad de la muestra, lo que no sucede con el método del soplado, ya que semillas de otros cultivos pequeñas y de poco peso son depositadas en los contenedores superiores como materia inerte, en cambio, las semillas de otros cultivos grandes y pesadas no pueden ser levantadas por el flujo de aire o por los conglomerados que se forman principalmente en Pretoria ( *Dichanthium annulatum* L. ) y Llanero ( *Andropogon gayanus* L. ) quedando en la fracción de semilla pura pero que en cualquiera de los casos se realiza una separación manual.

En **semillas de malezas** para las especies Buffel ( *Cenchrus ciliaris* L. ), Llanero ( *Andropogon gayanus* L. ), Pretoria ( *Dichanthium annulatum* L. ) y Rhodes ( *Chloris gayana* L. ), los valores de las medias porcentuales fueron muy pequeños o nulos y debieron reportarse como “trazas”.

Para la especie Navajita ( *Bouteloua gracilis* L. ), el coeficiente de variación fue muy alto y los métodos fueron iguales.

En lo que se refiere a **plántulas normales** la comparación de medias mostró que los métodos de semilla pura ajustada y oficial obtuvieron los mayores porcentajes en todas las especies estudiadas, mientras que los métodos del soplado e irlandés obtuvieron los porcentajes mas bajos, lo anterior es similar a lo reportado por Cordero

( 1980 ), estos resultados se explican en función de que los métodos de semilla pura ajustada y oficial utilizaron cariósides en las pruebas de germinación a diferencia de los métodos de soplado e irlandés quienes utilizaron semillas con testa, de esta forma se observó que la operación de separar la cariósida de la testa permitió eliminar factores inhibidores presentes en la testa resultando en un mayor porcentaje de germinación, lo que concuerda con lo señalado por Sánchez ( 1976 ) y Whyte *et al.*, ( 1959 ) y con Boodman ( 1979 ), otra razón que acentuaron los bajos índices de plántulas normales obtenidos por los métodos irlandés y soplado fue la presencia de semilla vana en la fracción de semilla pura, esto es por que las determinaciones que hace el método irlandés utilizando el tacto son imprecisas y en el caso del soplado los conglomerados que se forman en el tubo del “South Dakota” y las diferencias en peso, forma y tamaño de las semillas no permitieron una correcta separación de semillas llenas y semillas vanas, finalmente la naturaleza de cada especie en cuanto a su fisiología de la reproducción y la morfología de cada semilla en particular contribuyeron en la obtención de los diferentes resultados encontrados al interior de cada especie.

Para la variable **semillas sin germinar** se observa un comportamiento inversamente proporcional a la variable de plántulas normales y contraria a semilla pura, lo anterior confirma lo encontrado por Hall ( 1967 ) y de acuerdo a las medias porcentuales y para todas

las especies el mejor método fue siempre el de semilla pura ajustada, seguido por el oficial, excepto en Llanero (*Andropogon gayanus* L.), donde los métodos oficial y el de semilla pura ajustada fueron iguales en forma estadística. Las razones de este comportamiento ya fueron expuestas con anterioridad en la parte correspondiente a plántulas normales y tienen que ver principalmente con la fisiología de la reproducción de estas especies, la morfología, el estado de madurez, así como la capacidad brozosa de cada semilla en particular, siendo estas las causas principales de las diferencias al interior de cada especie y que en su conjunto se expresan en el porcentaje de semillas sin germinar en las pruebas de germinación

En cuanto a **semilla pura viable** y que esta en función de la cantidad de semilla pura que produce plántulas normales un 40 por ciento es excelente para gramíneas forrajeras (ISTA, 2004), en este sentido, para todas las especies, el método oficial fue el mejor método por que obtuvo los mas altos porcentajes de semilla pura viable y todos por arriba de la excelencia, la tendencia general difiere con lo que encontraron Hall (1967) y Cordero (1980), todo lo anterior encuentra una explicación en lo que señala Boodman (1979), el cual apunta que en cualquier época del año, solo una fracción de las espigas se encuentran maduras, lo que hace que los rendimientos de semilla cosechada sean bajos, esta mezcla de espiguillas inmaduras y vacías es la causante del bajo porcentaje de semilla pura viva en los de por si bajos rendimientos obtenidos.

Con respecto al tiempo necesario para realizar un análisis de pureza y tomando en cuenta las medias porcentuales obtenidas para todas las especies, el método del soplado fue el mas rápido, le siguieron los métodos irlandés, semilla pura ajustada y oficial, el análisis estadístico plantea diferencias leves al interior de cada especie pero los resultados son similares a los encontrados por Harlan y Haring (1960 ), Hall ( 1965 ), Hall (1967 ), Everson y Hotchkis ( 1977 ) y Cordero ( 1980 ).

Como podemos darnos cuenta, el método del soplado es el mas rápido por que el uso del soplador “South Dakota” es una herramienta tecnológica que hace mas eficiente el tiempo en el proceso de análisis de pureza, el irlandés es el segundo método mas rápido debido a que el método es muy general en la separación de las fracciones de semilla pura y materia inerte utilizando el tacto, mientras que el método de semilla pura ajustada se lleva un poco mas de tiempo que el método irlandés, por que realiza aparte de un proceso similar al irlandés otras actividades como el frotamiento y el submuestreo, finalmente el método oficial requirió el mayor tiempo para su aplicación en relación a los otros métodos debido a que la verificación de la presencia de cariósido se realizó cuidadosa y manualmente semilla por semilla, por medio de la extracción con aguja de disección aparte del tiempo que se lleva la separación del resto de los componentes.

Una observación específica es que al aplicar el método oficial en el proceso de verificación de semillas llenas o vanas con agujas de disección muchas sufrieron algún tipo de daño, algunas solo rayones como Buffel ( *Cenchrus ciliaris* L. ) y Pretoria ( *Dichanthium annulatum* L. ), en Rhodes ( *Chloris gayana* L. ) se rasgo el embrión de la cariósida, en otras la cariósida se quebró lo cual sucedió principalmente en el pasto Navajita ( *Bouteloua gracilis* L. ) y Llanero ( *Andropogon gayanus* L. ).

## CONCLUSIONES

Estas conclusiones se basan en los resultados obtenidos para cada una de las variables resultantes en las especies por los métodos aplicados en relación a el porcentaje de semilla pura viable y el tiempo que se llevó al aplicar los métodos de análisis de pureza.

1. Para realizar un análisis de pureza donde se pueda obtener el más eficaz porcentaje de germinación de una especie de pasto se sugiere emplear el método oficial.
2. El análisis de pureza para pasto Buffel es posible hacerlo utilizando semilla pura ajustada, el cual estadísticamente es igual al método oficial en semilla pura viable obtenida, pero el método oficial necesita el doble de tiempo que el método de semilla pura ajustada para su aplicación.
3. Se sugiere utilizar el método del soplado o el de semilla pura ajustada para zacate Navajita, aunque el método del soplado es dos veces más rápido que el método de semilla pura ajustada.

4. En Llanero, para realizar un análisis de pureza se recomienda utilizar el método de semilla pura ajustada o el método irlandés.
  
5. Para el pasto Pretoria se sugiere aplicar el método oficial o tradicional para realizar un análisis de pureza.
  
6. En zacate Rhodes, los métodos de análisis de pureza recomendable son los método del soplado, irlandés o el de semilla pura ajustada, pero el soplado es el que menos tiempo necesita para su aplicación siendo 13 veces más rápido que el método irlandés y 16 veces más rápido que el método de semilla pura ajustada.

## RESUMEN

En la actualidad, el concepto "calidad" es asociado con alta competitividad y se ha convertido en elemento indispensable en el éxito de toda empresa, definir y concensar los procedimientos que llevan hacia la calidad en todos los ámbitos del conocimiento y en toda actividad humana, ha sido parte del quehacer científico, la problemática es que las semillas forrajeras, y hablando de calidad, estas poseen características físicas y fisiológicas que hacen difícil evaluar su calidad a nivel laboratorio, pero además, la producción de semillas de especies forrajeras, normalmente constituye una actividad secundaria o marginal dentro de las explotaciones ganaderas del país, por lo que aplica poca inversión económica y tecnológica, como consecuencia de lo anterior, la mayor parte de las semillas que se comercializan es de baja calidad, principalmente en los aspectos de pureza física y fisiológica.

Encontrar, el o los mejores métodos para evaluar la calidad física de las semillas forrajeras, atendiendo a sus características muy particulares, es importante para el propietario de un lote de semillas, por que le informa sobre la cantidad y calidad de semilla del cultivo y de material extraño presente en su lote.

El trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Calidad del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que se encuentra ubicada en la Ciudad de Saltillo, Coahuila; México durante el periodo de Junio del 2004 a Septiembre del 2005, y con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes métodos de análisis de pureza física en el porcentaje de semilla pura viable en semillas de especies forrajeras, se aplicaron cuatro métodos de análisis de pureza oficial o tradicional, irlandés, soplado y semilla pura ajustada en cinco especies de gramíneas forrajeras Buffel (*Cenchrus ciliaris*), Navajita (*Bouteloua gracilis L*), Llanero (*Andropogon gayanus*), Pretoria (*Dichanthium annulatum*) y Rhodes (*Chloris gayana L*), evaluando las variables semilla pura, materia inerte, semilla de otro cultivo, semilla de malezas, germinación de plántulas normales, semillas sin germinar, semilla pura viable y tiempo de aplicación del método; para cada una de las especies se realizó un análisis de varianza con el programa SAS (ANOVA), bajo un diseño completamente al azar y para las variables que presentaron significancia se obtuvo un análisis de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ).

El análisis de varianza para la especie Buffel, Navajita, Llanero, Pretoria y Rhodes mostró diferencias ( $P < 0.01$ ) para semilla pura, materia inerte, plántulas normales, semilla sin germinar, semilla pura viable y tiempo, el análisis de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ),

mostró que para realizar un análisis de pureza física para obtener información del potencial de germinación de una especie de pasto en general, se recomienda utilizar el método oficial. Para pasto Buffel el mejor método de acuerdo a los datos es semilla pura ajustada, que aunque es estadísticamente igual en semilla pura viable obtenida por el método oficial, el método semilla pura ajustada es dos veces mas rápido que el método oficial; En zacate Navajita se puede utilizar el método del soplado o el de semilla pura ajustada, aunque el método del soplado es dos veces más rápido que el método de semilla pura ajustada, para el zacate Llanero, el análisis de pureza es posible realizarse utilizando el método de semilla pura ajustada o el método irlandés, en pasto Pretoria es recomendable aplicar el método oficial o tradicional y en zacate Rhodes, el análisis de pureza es factible realizarse utilizando los método del soplado, irlandés o el de semilla pura ajustada, pero el soplado es el que menos tiempo se lleva para su aplicación siendo 13 veces más rápido que el método irlandés y 16 veces más rápido que el método de semilla pura ajustada.

## LITERATURA CITADA

- Boodman, J.O. 1979. Producción de pastos tropicales en Africa, con referencia especial a Kenia. **En** Tergas, L.E. y P.A.Sánchez, ( Eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT. Cali; Colombia. p. 385-402.
- Burbano O.E. 1991. Control de calidad de semillas en el laboratorio. Centro Internacional de Agricultura tropical, CIAT. Cali Colombia, p. 13.
- Cantu, B.J.E.1989. 150 gramíneas del Norte de México. Tesis UAAAN, Torreón, Coahuila, México pp. 116.
- Carámbula. M. 1981. producción de semilla de plantas forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 518 p.
- Cordero, M.J.1980.Comparación de varios métodos de análisis de pureza en semilla de *Andropogón gayanus*. CIAT. Cali. Colombia. 281-293 pp.
- Douglas J.1981. Elemento esenciales para el éxito de un programa de semillas. CIAT, Cali Colombia. 31 p.
- Delouche, J.C. 1985. Physiological seed quality. In: Proceedings 1985 Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi. USA 27: 51-59.
- Ede, R. 1970. Producción de semillas pratenses. Manual de técnica agropecuaria. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 159 p.
- Everson, LE, C.S. Shin, and F.B. Cady. 1965, A comparison of the uniform blowing and hand methods for the purity analysis of *Poa pratensis* seed. Proc. Int. Seed test. Association. p. 493-507.
- Everson, L.E., and D.K. Hotchkiss.1977. A comparison of the blowing and hand methods for the purity analisis of *Dactylis glomerata* Seed. Sci Tech. 5: 451 – 462.

- Garay A. E. 1991. Control de calidad de semillas en el laboratorio. CIAT. Cali, Colombia, 202 p.
- Gould, F. 1968. Grass systematics. McGraw – Hill, book company. New York.
- Hall, P.J.A.1965. Comparison of four procedures for the purity analysis of side outs grams seem. Proc. Assoc. Off Seed Anal, p. 148 –152.
- Hall,P.J.A.1967. Comparison of three procedures for the purity analisis of little bluestem ( *Andropogon scoparius*) Seed. . Proc Assoc. Off Seed Anal, p. 77 – 80.
- Harlan, J.R. and R.M. Haring. 1960. A suggested method for determining purity of certain chaffy seed grasses. Agron. J.52 (4): 223-226.
- Hartmann H.T. y D.E. Kester. 1987. Propagación de plantas principios y prácticas. Ed. Continental. México D.F.
- Hopkinson, JM., F.D.H. De Sousa, Diulgheroff, S.,Ortiz,A. Y Sánchez, M. 1996. Fisiología reproductiva, producción de semilla y calidad de la semilla en el género, *Brachiaria*. **En:** Miles, J.N., B.L. Mass, y C.B. Valle do, (Eds). *Brachiaria*. CIAT. Cali Colombia. p. 136-155.
- Hopkinson, J.M. y B.H. English. 1982.Harvest efficiency in seed crops of Gatton panic (*Panicum maximum* ) Journal of Applied Seed Production. 3:24-27.
- Humpheys, L.R. 1967. Buffel grass ( *Cenchrus ciliaris* L.) Australian tropical grassland. 1: 123. 134. USA.
- Humphreys, L.R. 1977. Producción de semillas pratenses tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. FAO. Roma, Italia p. 112.
- ISTA. 2004, Internacional Rules for Seed Testing. Bassendorf, CH-Switzerland
- ISTA. 1985. Zurich, Switzerland. Editorial Board. 13, ( 2 ); 519 p.
- ISTA. 2005. Directrices para ser un miembro de ISTA. Switzerland. 7 p.
- Jiménez, M.A. 1984. Escarificación, inoculación y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo . México. 383 p.

- Metcalfe, L.R. 1976. The Botany of grasses and legumes. The Iowa State University press/ Ames, Iowa. USA. pp 80 –87.
- Meyer, B.S., D.B. Anderson, y R.H. Bohning. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. Universidad de Buenos Aires. Argentina p. 59-63.
- McIlroy. R. J. 1976. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Editorial Limusa. México, D.F. p. 60 – 61.
- Moreno M.E.1996. Análisis físicos y biológicos de semillas agrícolas. UNAM 3a. ed. 393 p.
- Sánchez, S.M., Ferguson E.J, 1986. Beneficio de semilla de *Andropogon gayanus* CIAT. Cali Colombia, 35 p.
- Sánchez P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropic, Wiley Interscience, Nueva York . USA., 618 p.
- Thomson, J. R. 1976. Introducción a la tecnología de semillas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 30.
- Valdés O.A.2002. Material impreso del curso de Postgrado en producción de semillas de especies forrajeras. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 147 p.
- Valdés O. A. 1993. Establecimiento y manejo de zacate Rhodes bajo condiciones de riego en el Sur y Centro de Coahuila. Folleto para productores No. 9, SARH – INIFAP, México.
- Whyte, R.O., TRC. Moir., J.P Cooper. 1959. Grasses in agriculture. FAO. Agricultural studies. No. 42 Roma, Italia. p. 24
- Weir T.E.; G.R. Stocking, and M.C. Barbour, 1983. Botánica. 5ª. Edición, Editorial Limusa. México, D.F. p. 325-330.

## **APENDICES**

Cuadro A.1.-Suma de cuadrados del análisis de varianza y significancia para el factor especie, método e interacción especie x métodos para las variables evaluadas en cuatro especies de semillas forrajeras con cuatro especies de semillas forrajeras con cuatro métodos de análisis de pureza.

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
PP	4	2773.92**	2706.33**	244.40**	2495.942**	12259.84**	12259.84**	5143.29**	31612.87**
ET	3	12563.50**	11327.38**	11.34**	31.9479**	28183.09**	28183.09**	11581.96**	2769809.9**
MET	2	1077.57**	1387.6716**	42.2772**	128.6316**	8457.57**	8457.57**	3754.02**	83127.41**
. Exp.		19.6290	17.5071	2.1622	3.7868	25.0893	25.0893	19.4349	1584.575
. Total	79	222.6930	208.5041	5.4146	36.5029	638.0490	638.049	273.9921	37716.7693
.V.		6.5400	14.8779	117.9297	67.7628	9.7479	10.3031	13.1158	16.0289

Cuadro A2.- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
r > F		0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **	0.1247	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **
et.	3	1631.8743	1593.3594	2.0172	0.0313	11509.1718	11509.1718	4974.1281	505284.941
. Exp.	12	108.2874	107.6966	0.1812	0.0535	358.6875	358.6875	332.9649	24339.3624
error Total	15	1740.1618	1701.0561	2.1984	0.0849	11867.8593	11867.8593	5307.093	529624.3034
.V.		3.950	12.7223	33.6663	205.544	14.3285	8.8403	19.1674	17.3652

Cuadro A3.- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Navajita (*Bouteloua gracilis* L.)

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
r > F		0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0821 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **
et.	3	1556.7448	1069.8657	22.6761	159.396	4848.7968	4848.7968	1074.1961	686504.222
. Exp.	12	341.7033	201.5299	0.0354	223.9034	148.1875	148.1875	260.568	4676.1378
error Total	15	1898.4482	1271.3956	22.7115	383.2995	4996.9843	4996.9843	1334.7642	691180.3598
.V.		8.2055	20.3662	6.8105	30.7606	5.0000	11.8245	10.4986	7.3935

Cuadro A4.- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Llanero (*Andropogon gayanus*)

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
r > F		0.0001 **	0.0001 **	0.2112	0.0589	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **
et.	3	4038.4337	4046.8668	0.0079	0.0067	9856.4218	9856.4218	3495.0511	679794.139
. Exp.	12	249.5895	252.395	0.0182	0.0082	497.1875	497.1875	124.3566	40674.939
error Total	15	4288.0232	4299.2619	0.0262	0.015	10353.6093	10353.6093	3619.4078	720469.079
.V.		6.5290	15.2681	102.359	221.136	11.0919	15.3371	8.4348	25.2388

Cuadro A5.- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Pretoria (*Dichanthium annulatum*)

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
r > F		0.0001 **	0.0001 **	0.4774	0.2777	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **
et.	3	3895.5005	3484.745	28.3282	0.6007	4382.6054	4382.6054	2098.4889	574554.2
. Exp.	12	79.1227	83.6876	128.3261	1.659	240.4843	240.4843	64.6014	11417.4905
error Total	15	3974.623	3568.4326	156.6543	2.2598	4623.0898	4623.0898	2163.0904	585971.6953
.V.		4.4055	7.1576	69.4482	332.3604	11.8832	7.1823	10.6554	11.5941

Cuadro A6.- Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia para las variables evaluadas aplicando cuatro métodos de pureza física en pasto Rodhes (*Chloris gayana* L.)

f.v.	g.l.	SP	MI	SOC	SM	PN	SSG	SPV	TIEMPO
r > F		0.0001 **	0.0001 **	0.166	0.2978	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **
et.	3	2518.5254	2520.2195	0.5886	0.5448	6043.6718	6043.6718	3694.1238	406799.8927
. Exp.	12	399.0380	405.119	1.1699	1.5856	260.8125	260.8125	383.6027	13966.5696
error Total	15	2917.563	2925.3386	1.7586	2.1304	6304.4843	6304.4843	4077.7265	420766.4623
.V.		8.2972	19.358	96.074	227.188	8.8327	9.8732	15.5957	15.6025

Cuadro A7.- Muestras de envío y de trabajo para las especies Buffel ( *Cenchrus ciliaris* L. ), Navajita ( *Bouteloua gracilis* L. ), Llanero ( *Andropogon gayanus* L. ), Pretoria ( *Dichanthium annulatum* L.), y Rhodes ( *Chloris gayana* L. ).

Muestra	Buffel	Navajita	Llanero	Pretoria	Rhodes
Envío	60 gr.	30gr.	70 gr.	30 gr.	25 gr.
Trabajo	6 gr.	2 gr.	8 gr.	3 gr.	1 gr.

Datos obtenidos de las reglas de ISTA ( 2004 ).