

MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA Y RENDIMIENTO DE LA
MESA GRAVIMETRICA EN LA CLASIFICACION DE
SEMILLAS DE MAIZ Y SORGO

P O R

Fernando Javier Guamán Andrade

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS
ABRIL, 1994

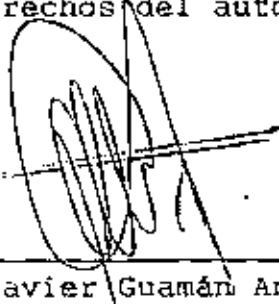
MICROCISIS:	<i>7,473</i>
FECHA:	<i>7/Julio/94</i>
ENCARGADO:	<i>Betha Alicia</i>

MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA Y RENDIMIENTO
DE LA MESA GRAVIMÉTRICA EN LA CLASIFICACION
DE SEMILLAS DE MAIZ Y SORGO.

Por

Fernando Javier Guamán Andrade

El autor concede a la Escuela Agrícola
Panamericana permiso para producir y
distribuir copias de este trabajo para
los usos que considere necesario. Para
otras personas y otros fines, se reservan
los derechos del autor.



Fernando Javier Guamán Andrade

BIBLIOTECA WILSON POPENOK
ESCUELA AGRICOLA PANAMEARANA
APARTADO 24
TEGUCIGALPA HONDURAS

DEDICATORIA

A DIOS, por darme la vida.

A mi padre ALFREDO (QEPD), que estará orgulloso por haber seguido sus pasos.

A mi madre ALICIA, sus sabios consejos y motivación, me ayudaron a seguir adelante.

A Richard, Tamara y Karina, por ser unos hermanos maravillosos.

A mi sobrino Michael Paul, fuente abundante de alegría, amor y sinceridad.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento al Ingeniero Renán Pineda por la valiosa colaboración que recibí para llevar a cabo este estudio.

A mi comité de asesores, Dr. Edgar Cabrera, Dr. Raúl Espinal y al Ing. David Moreira por la importante ayuda brindada en la finalización de mi trabajo.

Agradezco al Doctor Leonardo Corral por su apoyo incondicional durante su grata estadía en la EAP.

Expreso un especial agradecimiento al Sr. Lcdo. Fernando Velasco Lainez por sus consejos, ayuda y por hacer de estos cuatro años algo placentero.

A la familia Fúnez-Larios por la sincera amistad que siempre me ofrecieron. De igual manera, agradezco a la familia Montenegro-Baide por el tiempo compartido.

Quiero hacer llegar mis agradecimientos al Sr. Jorge Loewenberg, por la amabilidad y atención prestada.

Mi gratitud se dirige también para todo el personal de CITESGRAN, especialmente a Vilma Castillo, Camilo Valerio, Ing. Mauricio Zúñiga y Lcdo. Juan Carlos Bárcenas, por los servicios recibidos.

Doy gracias a mis amigos y compañeros de Cuarto año, que de una u otra manera siempre estuvieron conmigo.

v
INDICE

	Pag.
Titulo.....	i
Derechos de autor.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Indice.....	v
Indice de Cuadros.....	vi
Indice de Figuras.....	ix
Resumen.....	x
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION DE LITERATURA.....	4
III MATERIALES Y METODOS.....	33
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	47
V CONCLUSIONES.....	70
VI RECOMENDACIONES.....	72
VII LITERATURA CITADA.....	74
VIII DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR.....	80
IX APROBACION.....	81

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Combinación de los divisores y compuertas laterales para obtener los diferentes tratamientos en la clasificación de sorgo con la mesa gravimétrica.....	35
Cuadro 2. Combinación de los divisores y compuertas laterales para obtener los diferentes tratamientos en la clasificación de maíz con la mesa gravimétrica.....	39
Cuadro 3. Efecto independiente e interactivo de las separaciones de los divisores y las salidas, en la calidad y rendimiento del sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.....	48
Cuadro 4. Efecto de las separaciones y salidas de mesa gravimétrica en el peso específico (lbs/bu) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.....	49
Cuadro 5. Porcentajes de eficiencia obtenidos con sorgo ganadero bajo las diferentes posiciones de los divisores. El Zamorano, Honduras 1994.....	50
Cuadro 6. Efecto de las salidas de la mesa gravimétrica en la germinación (%) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras 1994.....	51
Cuadro 7. Efecto de las separaciones de los divisores de la mesa gravimétrica en la germinación (%) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.....	52
Cuadro 8. Efecto de las separaciones y salidas de la mesa gravimétrica en el peso bruto (lbs/2 min) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.....	53
Cuadro 9. Porcentajes de rendimiento obtenidos con sorgo ganadero bajo las diferentes posiciones de los divisores. El Zamorano, Honduras 1994.....	54

Cuadro 10.	Efecto de las separaciones y salidas de la mesa gravimétrica en la pureza física (%) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.....	55
Cuadro 11.	Efecto independiente e interactivo de las separaciones de los divisores y las salidas, en la calidad y rendimiento del maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.....	56
Cuadro 12.	Efecto de los tamaños y salidas de la mesa gravimétrica en el peso específico (lbs/bu) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras 1994.....	58
Cuadro 13.	Efecto de los tamaños y separaciones de los divisores en el peso específico (lbs/bu) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.....	59
Cuadro 14.	Efecto de las salidas y separaciones de los divisores en el peso específico (lbs/bu) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.....	60
Cuadro 15.	Efecto de los tamaños y separaciones de los divisores en la germinación (%) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras 1994.....	62
Cuadro 16.	Efecto de las salidas y separaciones de los divisores de la mesa gravimétrica en la germinación (%) de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.....	63
Cuadro 17.	Efecto de los tamaños y salidas de la mesa gravimétrica en el peso bruto (lbs/2 min) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras 1994.....	64
Cuadro 18.	Efecto de los tamaños y separaciones de los divisores en el peso bruto (lbs/2 min) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras 1994.....	65
Cuadro 19.	Efecto de las salidas y separaciones de los divisores en el peso bruto (lbs/2 min) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras 1994.....	66

Cuadro 20. Porcentajes de rendimiento obtenidos con
maiz HB-104, bajo las diferentes posiciones
de los divisores. El Zamorano, Honduras,
1994.....67

Cuadro 21. Efecto de los tamaños, salidas de la mesa
y posición de los divisores en la pureza
física (%) de la semilla de maiz HB-104.
El Zamorano, Honduras, 1994.....68

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
PARTADO 12
TEGUCIGALPA HONDURAS

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Vista de la plataforma de una mesa de gravedad y capa de partículas a través de la sección.....	15
Figura 2. Mesa de gravedad usada para el experimento, mostrando sus salidas de descarga y divisores en las diferentes posiciones.....	37
Figura 3. Porcentajes de germinación (salida A) en cada posición de los divisores para cuatro tamaños de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.....	61

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 12
TEGUCIGALPA HONDURAS

RESUMEN

Los objetivos planteados para este estudio fueron: 1) Determinar la eficiencia de la mesa de gravedad bajo diferentes posiciones o separación de los divisores (calibraciones); 2) Evaluar la calidad de las semillas de sorgo y maíz como resultado de las diferentes calibraciones hechas a la máquina y 3) Seleccionar el patrón de calibración que nos de la mejor eficiencia, rendimiento y calidad en las semillas de sorgo y maíz.

Para cumplir con nuestros objetivos se tomó muestras en la mesa gravimétrica de las semillas de maíz y sorgo; en el caso del maíz usamos cuatro tamaños, así nuestro análisis verificaría si existe diferencia entre ellos. Las muestras se tomaron en cada salida de la mesa (A, B y C), bajo diez diferentes posiciones o separaciones de los divisores, las posiciones en estudio estaban destinados más que todo a aumentar el rendimiento y la calidad de la semilla, dando así una mejor eficiencia de la mesa gravimétrica.

El diseño experimental usado fue un DCA en parcelas divididas, con un arreglo factorial 3x10 (30 tratamientos), en el caso del sorgo y un arreglo factorial 4x3x10 (120 tratamientos), en el caso del maíz. Ambos experimentos constaron de tres réplicas. Las variables analizadas fueron germinación (%), peso específico (lbs/bu), pureza física (%) y peso bruto (lbs/2 min).

Para el análisis estadístico usamos el programa MSTAT-C versión 4.0 y para la separación de medias usamos la prueba Duncan.

Se pudo comprobar el mal manejo de la mesa para la clasificación de semillas de sorgo. La posición óptima para la semilla de sorgo resultaron la 5 y 4, siendo las peores la 1, 8, 3 y 9. Para el maíz las mejores posiciones para mejorar la calidad fueron la 1, 8, 2 y 4, para fines de un mayor rendimiento se dijo que la 4 puede quedar como un patrón establecido; así mismo las peores posiciones en cuanto a calidad del maíz fueron la 10, 6, 7 y 9.

Para finalizar el estudio se recomendó hacer uso de las posiciones óptimas para cada cultivo y dejar de usar las posiciones que resultaron con valores bajos en calidad de la semilla y rendimiento. Para complementar este trabajo se pueden realizar los mismos análisis en semillas de frijol, arroz y soya, ya que éstas difieren en tamaño, forma y densidad.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TERRUCIALPA HONDURAS

1. INTRODUCCION

La semilla es un insumo estratégico en la agricultura, esencial para la propagación de los productos agrícolas y para la perpetuación de las especies. Es importante que el agricultor posea algunos conocimientos sobre la calidad de la semilla que siembra, ya que ésta asegura un mejor establecimiento del cultivo en el campo y en general un mejor desarrollo.

El acondicionamiento como parte del proceso de producción de semillas, juega un papel importante en la obtención de semilla de alta calidad, puesto que mediante este se elimina todo material extraño o contaminante del cultivo principal.

Welch (1983) define el acondicionamiento de semilla como "la preparación de la semilla para ser plantada, lo cual involucra el paso de ésta a través de una o varias máquinas especializadas en remover materiales indeseables del cultivo principal, además de aplicar tratamiento químico".

El acondicionamiento de semillas está basado principalmente en la separación de los contaminantes en base a características físicas (Boyd et al., 1975), y una sola máquina no puede separar semillas que difieren en más de una característica; en muchos de los casos deben usarse máquinas diferentes para la separación de cada característica (Vaughan et al., 1968).

Kamil (1974) reportó que la viabilidad y vigor de las semillas como maíz y arroz son mejorados mediante el uso de

equipos o máquinas cuya base de separación es la densidad o peso específico. Métodos antiguos como la flotación de semillas en sulfato de amonio demostraron que las semillas que se hundían servían para propósitos de siembra (Sung T.Y. and J.C. Delouche, 1962).

Actualmente todas las plantas usan como parte del acondicionamiento la máquina que clasifica las semillas por densidad o peso específico, llamada, Mesa de gravedad o Mesa Gravimétrica, con el propósito de mejorar la calidad de la semilla después de haberla limpiado.

En este estudio se realizó, la separación de semillas de maíz y sorgo en base a su densidad o peso específico. Se usó para ello una mesa gravimétrica modelo Oliver 80-A y se hicieron diferentes calibraciones cambiando la posición de los divisores que separan el material que pasa sobre la mesa y que es enviada a diferentes salidas de descarga. Las muestras tomadas de cada salida, según las diferentes posiciones de los divisores, fueron analizadas en el laboratorio, para determinar la eficiencia con que la máquina separa las semillas, como la evaluación de calidad que se obtiene en cada salida según la calibración que se hizo.

En la EAP, el rigor puesto a los lotes de semillas para separarlos por densidad en la mesa, permite obtener generalmente germinaciones arriba del 85% y 90%, y entre el 10% a 12% de material de descarte.

Las plantas de semilla generalmente no tienen un patrón definido para posicionar los divisores en la máquina, lo que hace que la eficiencia de esta sea reducida o aumentada sin saberlo y que la calidad se vea también afectada inconcientemente.

Con el presente estudio se pretende determinar hasta que punto el nivel de rigor puesto en la clasificación mediante la regulación de la máquina afecta o no los intereses económicos del productor, al variar la eficiencia, rendimiento y calidad en la separación de las semillas por densidad.

Los objetivos planteados en este estudio fueron:

1. Determinar la eficiencia de la mesa de gravedad bajo diferentes posiciones o separaciones de los divisores (calibraciones).
2. Evaluar la calidad de las semillas de sorgo y maíz como resultado de las diferentes calibraciones hechas en la máquina.
3. Seleccionar el patrón de calibración que nos asegure la mejor eficiencia, rendimiento y calidad en las semillas de maíz y sorgo.

II. REVISION DE LITERATURA

A. ACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS.

El acondicionamiento es parte vital del proceso mediante el cual se hace disponible una semilla de variedades mejoradas con alta calidad, asegurando a los agricultores la obtención de semilla con gran pureza y buena viabilidad. Un buen acondicionamiento también asegura que los esfuerzos puestos en la selección y mantenimiento genético de las variedades puedan aprovecharse al mantener físicamente puras las semillas de estas y puedan llegar como tal a manos de los agricultores. Si la semilla no es procesada y manejada apropiadamente, todos los esfuerzos previos de mejoramiento y producción de semilla serían en vano (Copeland and Mc Donald, 1985).

B. PRINCIPIOS DEL ACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS.

El procesador de semillas moderno está interesado básicamente en cinco aspectos: 1) Realizar una separación completa, removiendo todos los contaminantes indeseables; 2) obtener una pérdida mínima de semilla, algunas semillas son removidas con los contaminantes a lo largo del proceso; 3) obtener alto grado de calidad, mejorándola no solo con la remoción de contaminantes sino también eliminando granos partidos, dañados por insectos, u otro factor que disminuya la calidad; 4) lograr la mayor eficiencia, la más alta capacidad con una separación efectiva; 5) procurar un mínimo trabajo requerido, el trabajo es un costo directo de operación que no

puede ser recobrado (Vaughan et al., 1968).

Klein et al. (1961) manifiesta que la calidad de semillas es mejorada durante el acondicionamiento en dos vías:

1) Separación de contaminantes como ser: otros cultivos, malozas, y materia inerte; y 2) mejoramiento de la calidad por medio de la clasificación. La meta del acondicionamiento de semilla es obtener el máximo de pureza del cultivo con máxima germinación. La relación del porcentaje de pureza y porcentaje de germinación se conoce con el término de porcentaje de semilla pura viva. El contenido de semilla pura viva provee un panorama más real de la calidad actual dada por un lote de semilla, lo que no sucedería con un análisis de pureza o germinación individual. Esto es calculado por multiplicación de los porcentajes de pureza y germinación respectivamente como en el siguiente ejemplo:

Semilla del lote X:

Pureza = 95% x Germinación = 93%

Semilla pura viva = 88.35%

Las semillas pueden ser separadas por métodos mecánicos solo si estas difieren en alguna característica física que pueda ser detectada por algún proceso mecánico o eléctrico. Por lo tanto, el acondicionador de semilla se basa en las diferentes características físicas de las semillas que va a limpiar. La materia inerte es más fácil de remover que la semilla de otros cultivos y algunas malezas, especialmente aquellas similares en apariencia y características físicas a

las del cultivo principal. Algunas características físicas que son usadas para separar las semillas son: tamaño (largo, ancho, grosor), forma, peso (gravedad específica), textura de la superficie, color, afinidad para líquidos y propiedades eléctricas (Thompson, 1979).

C. ACTIVIDADES Y EQUIPOS USADOS EN EL ACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS.

El flujo de procesamiento en una planta de semillas varía según el cultivo a procesar, pero hay operaciones que deben realizarse para todo cultivo. Las operaciones de prelimpieza y limpieza, son básicas en toda planta de semillas, independientemente del cultivo; la clasificación, exige equipo que varía según las características de cada cultivo.

La actividad de prelimpieza, actividad complementaria a la limpieza, se realiza con máquinas desbrozadoras para eliminar el material más grande que la semilla del cultivo y material inerte que lleva este (Klein L.M. & Harmond J.E., 1959).

Básicamente el acondicionamiento de semillas está dado por un proceso de limpieza y otro de clasificación de la semilla.

1. LIMPIEZA.

El acondicionador de semillas debe analizar cuidadosamente cada lote de semilla tal como viene del campo

para determinar su problema de acondicionamiento y que máquina o máquinas harán el mejor trabajo.

Frecuentemente, la semilla que llega a la planta de acondicionamiento contiene excesivas trazas o material indeseable, el cual hace difícil moverla con elevadores, bajando la eficiencia y capacidad del equipo. Cuando esto ocurre, la semilla puede requerir una o más operaciones de limpieza para mejorar la eficiencia, precisión en la clasificación, y a la vez prevenir pérdida de semilla en el acondicionamiento subsecuente (Douglas, 1980).

En muchos lotes, el proceso de limpieza básica remueve todos los contaminantes separables por un medio de aire y zarandas o cribas (Thompson, 1979).

a. Máquina de aire y zarandas (MAZ).

Es la máquina básica para la actividad de limpieza; muchos lotes quedan listos dentro de los estándares de calidad requeridos solamente al pasarlos por la MAZ, sin requerir de operaciones adicionales (Aguirre R. y Peske S., 1988).

La MAZ es la limpiadora básica en la mayoría de plantas procesadoras de semillas. El principio de ventilación con hélice se ha usado en muchos estilos y tipos de máquinas de aire y zaranda. Existen máquinas de varios tamaños desde las pequeñas máquinas de granja de dos zarandas, hasta limpiadoras industriales con siete u ocho zarandas; con tres o cuatro ventiladores de aire y capacidad de acondicionar arriba de

6.000 libras de semilla por hora. Los pequeños modelos de dos zarandas, son usados en granjas o fincas que trabajan principalmente en semillas de fundación y en estaciones experimentales que procesan cantidades pequeñas de semillas. Máquinas de tres o cuatro zarandas son usadas comercialmente para operaciones de semilla de varias capacidades, su precisión puede ser seleccionada de acuerdo a la cantidad de semilla a procesar y de la calidad en que venga el lote del campo. Las de cinco a ocho zarandas son usadas en el procesamiento de altos volúmenes de semilla y donde se requiere mayor precisión en la limpieza.

Los componentes de el lote o mezcla deben diferir en alguna característica física. En la mayoría de las máquinas las separaciones son hechas en base a diferencias en una sola característica física; en la MAZ, sin embargo, las separaciones se hacen bajo diferencias basadas en tamaño y peso de las semillas. La MAZ usa tres elementos necesarios para la limpieza de la semilla: Aspiración, en el cual el material liviano es removido de la masa de semilla; Zarandeo, donde semilla buena cruza por la zaranda, pero el material más grande es llevado fuera de esta por un conducto separado; Mejorado, donde la buena semilla es llevada por la zaranda, mientras partículas más pequeñas cruzan a través de ella (Vaughan et al., 1968).

2. CLASIFICACION.

Una vez que el lote de semillas ha sido limpiado eliminándose de este las partículas más grandes y pequeñas, el lote pasa a un proceso de clasificación que separa la semilla por características físicas externas (tamaño, color, forma, etc.), e internas (electrostática, y peso específico de la semilla).

a. Clasificación por tamaño.

Clasificadores por longitud de la semilla.- Están diseñados para separar por la diferencia en longitud de la semilla; existen dos tipos y ambos son comunmente usados en el acondicionamiento, especialmente para limpiar semillas pequeñas de pastos y legumbres: El disco indentado y el cilindro indentado.

Clasificador por grosor y anchura.- Son comunmente llamados "graduadores" o "medidores" y son principalmente usados para separar semilla de maíz, en tamaños y formas diferentes. Seis tamaños y dos formas se pueden obtener de esta clasificación; por su forma: plano y redondo; y por su tamaño: grande, mediano y pequeño de cada forma.

b. Clasificadores de textura de la superficie.

Clasifican por diferencias en la textura de la testa u otras estructuras que envuelven la semilla.

c. Separador de Espiral.

Permite la separación de semillas que difieren en su capacidad para rodar hacia abajo o rodar en un espiral inclinado.

d. Separadores de color.

Los separadores por color hacen posible la separación de semillas que no pueden ser separadas por ningún otro método. Esta máquina requiere solo esta característica, una diferencia leve en color puede ser tomada como semilla buena del cultivo. Esta máquina puede ser usada solo después que la semilla ha sido limpiada y graduada en otros procesos. Si se usa apropiadamente, esta puede ser útil para mejorar la germinación y calidad de la semilla. La eliminación de semillas sin color es la eliminación de semillas pobres en calidad. Por ejemplo, puede separar semillas decoloradas por exposición a la interperie, deterioro, y semillas que han sufrido enfermedades que han ocasionado una pérdida del color. El uso de separadores por color ha eliminado las largas y tediosas horas de trabajo manual ineficiente, usado antes en la industria del frijol.

Los separadores por color contienen una celda fotoeléctrica que cambia su característica eléctrica en relación a la cantidad de luz o energía radiante que recibe la semilla.

e. Separador de peso específico o gravedad específica.

Las propiedades físicas de algunos contaminantes son muy parecidas a la semilla y la separación se vuelve difícil; sin embargo, máquinas como el separador espiral y la mesa de gravedad, realizan separaciones precisas por una característica física específica. Estas máquinas han sido estudiadas a profundidad por Harmond et al. (1968), Gregg et al. (1970), Brandenburg (1977), Thompson (1979), y otros.

Desde que el primer separador de Gravedad Específica fue diseñado y construido en 1903 por H. M. Sutton y E. G. Steele, ha habido un continuo mejoramiento en las operaciones mecánicas de la máquina y su funcionamiento. Estas modificaciones se han dirigido a obtener mejores materiales de la plataforma de la máquina y mejor control de los factores que afectan a la separación. Pero, con todos los cambios, el principio básico de operación de el Separador no ha cambiado (Saterlee, 1958).

El separador de gravedad específica es quizás el segundo equipo más comunmente usado en la limpieza de semillas. Esta puede ser usada para separar semilla indeseable e impurezas similares en tamaño, forma, y cobertura de la semilla, características de un cultivo que no pueden ser removidas de ninguna otra forma. En adición a la separación de semilla de otros cultivos y malezas, es probablemente la mejor máquina disponible para mejorar la calidad de la semilla. Por ejemplo, semillas enmohecidas, descompuestas, las cuales son

usualmente similares en tamaño y forma. Semillas dañadas por insectos, semillas vanas, semillas sin color y algún otro defecto que disminuye su gravedad específica pueden ser separadas por la mesa gravimétrica. Las partículas pesadas, como bolas de lodo, partículas de suelo, y piedras pequeñas, pueden ser también removidas, siempre que su gravedad específica sea diferente al de las semillas del cultivo principal (Gregg et al., 1970).

Partes de una mesa de gravedad descritas por Vaughan
et al. (1968).

Base y armazón.- La base y armazón de la mesa de gravedad están contruidos como una sola unidad. La sección de la base está atornillada a una cimentación sólida para evitar la vibración en la máquina, de manera que todo el movimiento de la superficie será creado por el mecanismo de impulso. Vibraciones falsas creadas por una cimentación débil o montaje pobre, interfieren con la acción de separación sobre la cubierta o superficie de la mesa.

Ventiladores.- Uno o más ventiladores toman el aire de fuera de la máquina y lo empujan dentro de la cámara de aire, la cual está ubicada bajo la plataforma. Los ventiladores estan normalmente montados sobre un hoyo dentro de la armazón de la cámara de aire, estos toman el aire de una cañería extendida fuera del edificio, o a través de los sistemas de filtros de la máquina (estos pueden estar montados sobre los

lados de la cámara de aire o en una caja de filtro especial).

Cámara de aire.- La cámara de aire es hermética, poca profunda, es como una caja plana montada dentro del armazón y debajo de la plataforma. El ventilador conduce el aire dentro de la cámara de aire y forma una presión estática del aire. La presión creada en la cámara de aire expulsa el aire hacia arriba a través de los poros de la plataforma.

Plataforma.- La plataforma es un marco movable e intercambiable, esta proporciona la superficie sobre la cual es separada la semilla. Esta puede servir como la pared más alta de la cámara de aire, o estar montada encima de una extensión flexible de la cámara de aire. El sello de aire entre el borde de la plataforma y la cámara de aire previene que se pierda el aire entre ellos. La plataforma está sujeta y asegurada a la cámara de aire por pernos o grapas que pueden ser desajustadas manualmente para cambiarla.

La plataforma está cubierta con un material poroso como ser: tela, malla metálica, o tela metálica; la cual permite el paso del aire a través de esta. La malla está apoyada sobre el marco de la plataforma, el cual puede funcionar además como deflector o uniformizador de la turbulencia y suplir aire a través de la plataforma. Esta es entonces, una mesa porosa oscilatoria, por donde pasa el aire impulsando el flujo de semilla a través de la plataforma, desde el lado de alimentación hasta el lado de descarga, y separándola en diferentes calidades.

Tolva de alimento.- El flujo de semilla va de un recipiente grande a la tolva de alimento, esta regula o mide una corriente uniforme de semillas y es ajustable según las diferentes clases.

Sistema de manejo.- La parte más alta de la cámara de aire en el cual la plataforma es sujeta esta montada sobre balanceadores o articuladores, los cuales permiten a la plataforma oscilar hacia atrás y adelante junto con la parte más alta de la cámara. El movimiento rápido de oscilación para atrás y adelante es generado por un motor de sistema exéntrico. La velocidad de el movimiento puede ser controlado.

Sistema de descarga.- La semilla pasa a través de toda la plataforma hasta que esta alcanza el lado de descarga o salida del material, este lado esta abierto para que estas fluyan fuera de la plataforma. Divisores ajustables, llamados también "dedos", pueden ser movidos en forma radial hacia adelante o hacia atrás sobre la base, para recoger en las salidas la semilla que ha sido separada a uno u otro lado de la mesa.

Principio de separación.

Balascio (1985), manifestó que el principio de separación por gravedad, esta basado en el fenómeno de segregación neumáticamente fluida de las comas o capas de partículas. La vibración y geometría de la mesa de gravedad son empleadas

para la segregación de las semillas, en densidad y tamaño. La combinación de la inclinación de la plataforma, vibración, y flujo de aire, producen el movimiento diferencial de partículas livianas y pesadas (Fig. 1).

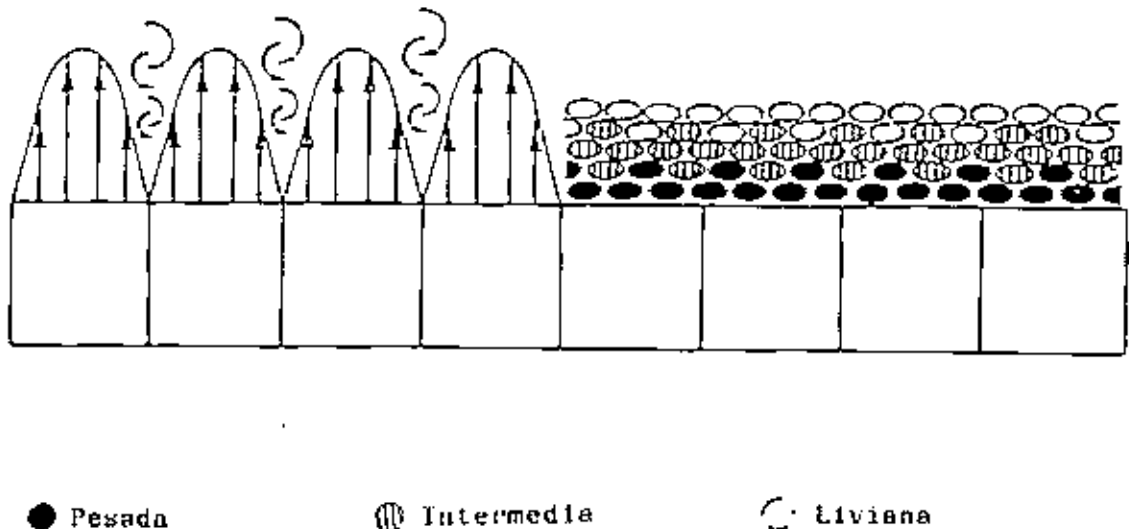


Figura. 1. Vista de la plataforma de una mesa de gravedad y capa de partículas a través de la sección.

La mezcla de semillas es acumulada sobre la plataforma de la mesa. El aire es expulsado hacia arriba a través de la plataforma perforada y a través de la mezcla de semillas. La vibración agita las semillas, las pequeñas y livianas son impulsadas por la corriente de aire, colocándolas en la parte superior de la mezcla, quedando encima de las semillas pesadas y grandes, causando un efecto de flotación en la superficie. Después Rowe et al. (1972), indicó que las

semillas más pequeñas o de baja densidad en adelante serán referidas como "rechazo", y las más grandes o de densidad más alta se llamarán "masa de semillas". Al estratificarse las semillas, la masa de semillas se mantiene en contacto con la superficie de la plataforma y es transportada hacia arriba de la pendiente por la vibración de la superficie de esta. El rechazo, flotando en una condición fluida, se desliza hacia abajo de la pendiente, separándose de esta forma las dos fracciones.

La separación de semillas diferentes en gravedad específica involucra dos pasos distintos: Primero, la mezcla de la semilla alimentada sobre la plataforma es estratificada verticalmente; así semillas más pesadas van al fondo o base y las más livianas van a la superficie; segundo, las capas de semillas diferenciadas en gravedad específica son separadas al viajar a lo largo de la plataforma en direcciones diferentes hacia las zonas de descarga (Vaughan et al., 1968).

Ajustes.

Existen cinco ajustes que se pueden realizar en la mesa de gravedad: Tolva de alimentación, control del aire, control de la velocidad, pendiente de los extremos, y pendiente de los costados o lado de la máquina (Vaughan et al., 1968)

La mesa de gravedad es difícil calibrar por la interacción entre los diversos ajustes; sin embargo, el conocimiento de los principios de funcionamiento de la máquina

BIBLIOTECA WILSON POPRHOE
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO 93
 TEGUCIGALPA HONDURAS

y del material indeseable facilita el proceso.

Se puede mejorar la calidad prácticamente de todos los lotes de semilla de casi todas las especies (trigo, sorgo, soya, arroz, maíz, forrajeras, y semillas de hortalizas) al pasarlos por la mesa de gravedad, la cual separa las semillas enfermas, mal formadas, descascaradas, vanas, dañadas, o con glumas, de las semillas de buena calidad con mayor peso volumétrico (Aguirre R., y Peske S., 1988).

Eficiencia.

La capacidad o rendimiento de la mesa se puede estimar en más o menos 700 Kg/h por cada metro cuadrado de plataforma. Para determinar la eficiencia y eficacia de la separación, se divide la parte final de la plataforma en tres partes (no necesariamente iguales), una para cada una de las fracciones obtenidas: una fracción pesada que supuestamente contiene semillas de mayor peso volumétrico, una fracción intermedia con semillas y algún material indeseable, y otra fracción, la más liviana, donde se concentra el material de menor peso volumétrico. Se recoge una muestra de cada una de las tres fracciones durante 30 segundos y se determina el porcentaje de cada fracción, así como el grado de separación del material indeseable.

Se debe medir también los pesos volumétricos de la fracción pesada y de la fracción liviana; si la máquina está bien calibrada estos dos valores deben tener una diferencia

del siete por ciento (7%) o más. Si la diferencia es menor, quiere decir que el lote es tan homogéneo que no es posible mejorarlo o que la máquina no está bien calibrada. En cualquier caso, es preferible no pasar el lote por la mesa de gravedad. En cambio, la mesa de gravedad es muy necesaria en la separación de lotes de semillas de Brachiaria, los cuales contienen mucha semilla vana que no se separa fácilmente en la MAZ, y en los que se encuentran diferencias hasta del 70% entre el peso volumétrico de la fracción pesada y el de la fracción liviana (Aguirre R., y Peske S., 1988).

Utilidad de la mesa gravimétrica reportada en varios estudios realizados.

Un estudio preliminar por Snyder (1905), manifestó la evidencia que la composición química de los cereales estaba relacionada con el peso de la semilla. Granos pesados tenían altos porcentajes de Nitrógeno, Acido fosfórico y Potasio, comparado con los granos más livianos.

Misra et al. (1985), condujo experimentos para determinar los cambios de calidad en semillas de soya en varias etapas de acondicionamiento. La máquina de aire y zaranda removió prácticamente todas las impurezas presentes en los lotes de semillas y además mejoró el porcentaje de germinación hasta en un 8%. El separador de espiral no mejoró la germinación significativamente pero fue efectivo en remover semillas deformadas. La mesa gravimétrica removió pedazos de grano y

además mejoró el porcentaje de germinación.

En un experimento con semillas de soya, Gaul et al. (1986), encontró que la fracción liviana de la mesa de gravedad fue más baja en densidad en su mayoría y fue más quebradiza que las otras fracciones. Sin embargo, se encontró que no hay diferencia significativa entre las varias fracciones de semilla. Los autores atribuyeron este descubrimiento a la alta correlación entre semilla pesada y volumen de semilla.

Misra (1983), usó un limpiador de aire y zaranda, separador de espiral, y mesa de gravedad para separar granos encogidos de mora negra de lotes de semilla de soya. El limpiador de aire y zaranda removi6 más del 95% de los granos encogidos de mora. Para prop6sitos de obtener semilla, el otro lote de semilla fue clasificado con el separador espiral y la mesa de gravedad. Un aspirador fue ubicado después del separador espiral pero esto no suministr6 ning6n mejoramiento apreciable para remover granos encogidos.

Baudet (1987), investig6 cinco tamaños de semilla de maiz, separados a través de dos tipos de mesa de gravedad (presión y tipo de succi6n). La mesa de gravedad fue efectiva en separar diferentes fracciones (pesado, medio pesado, medio liviano, y liviano) de semillas de maiz a lo largo, hasta el final de la descarga. Las fracciones del lado alto fueron más pesadas, grandes y mejor resultados en germinaci6n y prueba de fri6 que las fracciones del lado bajo.

Spilde (1989), estudió los efectos de tamaño y peso de cebada y el trigo rojo de invierno en el mercado. Las semillas fueron separadas por tamaño y peso a través de un graduador de precisión y una mesa de gravedad, respectivamente. En ambos, cebada y trigo, el tamaño fue correlativo con rendimiento, mientras que el peso de la semilla no presentó una tendencia similar. Las semillas más grandes y pesadas tenían menos contenido de humedad que las semillas pequeñas y livianas. El autor considera este descubrimiento económicamente ventajoso porque los costos de secado podrían ser reducidos.

Vaughan (1978), evaluó 19 lotes de semilla de algodón en una mesa de gravedad. El separador de gravedad clasificó a las semillas en varias fracciones diferentes en volumen, peso y densidad de masa. Pruebas de laboratorio, tal como germinación, prueba de frío y prueba de envejecimiento acelerado indicaron viabilidad y vigor, mostraron correlaciones positivas significativas con la densidad en la masa de semillas. En adición, el daño mecánico que se encontró fue alto en lotes de semilla con una densidad baja. Estudios de campo demostraron que altura de plántula y el peso seco de radícula, hipocotilo, y hojas del cotiledón, siete días después de plantado, aumenta con incrementos en gravedad específica.

Hoy y Gamble (1987), reportaron los efectos de la densidad y tamaño en la formación de semillas de soya en el

campo. Semillas con densidades bajas, tenían el porcentaje de emergencia más bajo y la más lenta velocidad de germinación. Los efectos de la densidad fueron mayores, cuando las semillas estaban sujetas a estrés en el campo, como baja temperatura y humedad o suelos compactos. Las semillas con alta densidad produjeron rendimientos más altos que semillas de baja densidad plantadas en fechas posteriores. En el laboratorio la baja densidad ha sido asociada con baja germinación, según estudios hechos con semillas de vegetales como lechuga, tomate, cebolla (Hill et al., 1989), y semillas de sorgo (Maranville y Clegg, 1977). Songboon (1989), trabajando con sorgo para estudiar la densidad de la semilla y su relación con la calidad, constató que la germinación y vigor están directamente relacionados con la gravedad específica de la semilla de sorgo. En adición, alta gravedad específica de las semillas tuvieron superior germinación, vigor y potencial de almacenamiento.

Cundiff y Williamson (1976), seleccionaron semillas de tabaco a través de una columna de aire. Las semillas levantadas en las velocidades más bajas de aire (2,77 a 3,31 m/sg) no alcanzaron el 80% de los estándares de emergencia. Kunze et al. (1969), reportó separaciones aerodinámicas en semillas de algodón. Densidades altas de semilla, tenían mejores porcentajes de germinación en el campo. Smith et al. (1973), informó que semillas de lechuga separadas a través de una columna de aire son más vigorosas que semillas

clasificadas por zarandas vibratorias.

Muchas cualidades físicas de la semilla han sido correlacionadas con el contenido porcentual de proteína y aceites. Baudet (1987), informó una relación positiva entre el contenido de proteína, el peso y tamaño de semilla en maíz. Fehr y Weber (1968), informaron que en soya las semillas grandes están correlacionadas con alto contenido de proteína y bajo de aceite. Contrariamente, Weber (1950) reportó que semillas grandes están asociadas con alto contenido de aceite y bajo en proteína entre líneas de cruces interespecíficos.

Algunos estudios han indicado la relación estrecha entre gravedad específica (o densidad) de la semilla y calidad de la semilla. Cortes (1987), reportó en sus estudios de la relación entre calidad y densidad de sorgo, que el porcentaje de germinación decrece claramente cuando baja su gravedad específica de 1.26. Además, encontró en el análisis de regresión de la relación entre germinación y gravedad específica de las semillas, que la eliminación de semillas con gravedad específica menor a 1.29 podrían incrementar la germinación a un 80%, en la mayoría de los casos.

Phaneendranath (1971), separó semillas de algodón limpiadas con ácido, en diferentes clases de densidad, encontrando una relación directa entre la gravedad específica de la semilla y germinación. Si la gravedad específica disminuía la germinación también disminuía.

Tsung y Lin (1962), separaron semillas de arroz en

algunas tipos de gravedad específica con soluciones gradientes. Ellos encontraron que las semillas de arroz arriba de 1.13 en gravedad específica producen más temprano, más fuertes y plántulas más uniformes que semillas de 1.13 o más livianas en gravedad específica.

Rocha (1975), obtuvo resultados similares. El observó que semillas con una gravedad específica más alta que 1.13 obtenían mejor porcentaje de germinación, mejor crecimiento de plántula, y porcentaje de emergencia en el campo, comparadas con las de gravedad específica de 1.13 o menos.

Minton y Šupak (1980), separaron semilla de algodón dentro de cuatro clases de gravedad específica con soluciones gradientes. Ellos reportaron que las semillas más densas germinaban y emergían mucho más rápido que las de baja densidad. Estos autores recomendaron remover las semillas de baja densidad para producir semilla para siembra con la más alta calidad.

Sung y Delouche (1962), separaron semilla de arroz en seis tipos de gravedad específica con una solución de sulfato de amonio y observaron una estrecha relación entre el desarrollo de la planta y la gravedad específica.

Johnson et al. (1973), cultivando algodón de semilla clasificada en una mesa de gravedad, notó un incremento en el porcentaje de germinación, emergencia en el campo, tasa de emergencia, peso seco de plántulas, mota y volumen; con el aumento de densidad de la semilla.

El peso y tamaño de la semilla, en general, tienen un gran efecto en el desarrollo de la planta. Estos tienen una influencia en la germinación, vigor y rendimiento. Maranville y Clegg (1977), estudiaron la influencia del tamaño de la semilla y la densidad en la germinación, emergencia de plántula, y rendimiento del grano de sorgo. Ellos observaron que lotes con semillas grandes y densas, tenían un alto porcentaje de germinación. Sugirieron entonces, que un alto porcentaje de semilla viable podría ser seleccionada de lotes con bajo promedio germinativo usando separadores de gravedad específica.

Thomas (1966), reportó una correlación positiva entre vigor y peso de la semilla en los estados de crecimiento iniciales de seis poblaciones de Lolium perenne L.

Waldron (1941), de dos pesos diferentes del trigo duro rojo de invierno, obtuvo rendimientos altamente significativos de las semillas más pesadas.

Kasperbauer y Sutton (1977), trabajando con semilla de tabaco (Nicotiana tabacum L.), observó un alto porcentaje de germinación en un lapso corto de tiempo para las semillas pesadas y una respuesta intermedia para las semillas de peso medio.

Mathur et al. (1982), trabajando con avena, encontró que la germinación y vigor fueron mejores en las semillas pesadas, seguidas por el peso medio y semillas livianas.

Justus et al. (1965), usando un modelo de mesa de

gravedad para laboratorio, reparó tres clases de semillas de algodón limpiadas con ácidos en cinco tipos de densidad. Ellos informaron que los porcentajes de germinación más altos son obtenidos de las dos densidades más altas. Además, observaron una relación directa entre el establecimiento de la semilla y su densidad.

Gregg (1969), encontró que la prueba de peso de las descargas de semilla dadas por la mesa de gravedad va aumentando del lado bajo de la plataforma hasta el lado alto de la mesa. Reportó que el porcentaje de germinación aumenta en una posición alta de la plataforma, pero decrece levemente en la posición más alta. Sugiere que toda semilla de algodón limpiada con ácido, con una prueba de peso menor a 42 libras por bushel, debe ser eliminada durante la clasificación hecha por la mesa de gravedad y usarla mejor para obtención de aceite.

Switzer (1959), encontró que procesando semilla de Pinus taeda L. en el separador de la mesa de gravedad después del desbrozado, limpieza y eliminación de semillas ciegas, aumentaba el número de semillas por libra, peso de semilla por unidad de volumen, y valores de viabilidad y germinación.

Gressler (1976), evaluó la efectividad de una mesa de gravedad en el mejoramiento de la calidad de lotes de semilla de soya. El dividió las descargas de la mesa en nueve posiciones de muestreo y evaluó las semillas en cada posición para densidad global, tamaño de la semilla, peso de 100

semillas, gravedad específica, germinación y vigor. Encontró que la densidad global, peso de 100 semillas, gravedad específica, germinación y vigor de las semillas aumentaba generalmente del lado "bajo" al lado "alto" de la plataforma de la mesa de gravedad, aunque la magnitud de las diferencias no fueron grandes.

Johnson (1970), separó semillas de algodón limpiadas con ácido en cuatro fracciones con un separador de gravedad. El constató que la clasificación por gravedad fue efectiva en separar semillas limpias en semillas de diferente peso, volumen, y densidad.

Peske (1976), usó una mesa de gravedad para clasificar semillas de pasto bahía Pensacola. Encontró que las semillas de alta densidad fueron mejores en germinación y vigor que las semillas de baja densidad.

Lai (1972), comparó el aspirador fraccionador con la mesa de gravedad en la efectividad de mejorar las semillas de algodón limpiadas con ácido. Reportó el éxito de ambas máquinas en producir un incremento en la densidad y obtener contenidos bajos de humedad, de la parte baja hacia la más alta del final de la descarga de la mesa de gravedad, y del lado de la tolva de alimentación hacia el lado del aspirador fraccionador. Además reportó que ninguna de las dos máquinas fue efectiva en remover las semillas con daño mecánico.

Concluyó que el separador de gravedad fue más efectivo y preciso que el aspirador, y sobrepasó grandemente en la remoción de semillas inmaduras.

D. ANÁLISIS DE SEMILLAS.

Los factores de calidad de las semillas comprenden: Porcentaje de semilla pura, semilla de otros cultivos, porcentaje de germinación y de semillas duras cuando éstas ocurren; la proporción de ocurrencia de semillas de malezas nocivas especificadas; pureza varietal; ausencia de enfermedades y de organismos patógenos; contenido de humedad; lugar de origen de su producción; y peso específico (peso por bushel, peso hectolítrico, peso de 1000 semillas).

El propósito principal en el análisis de semillas, es discernir el valor de cada lote o muestra de semilla ensayada, de acuerdo con los factores de calidad. Para hacer un análisis que tenga éxito, se requieren facilidades adecuadas, personal entrenado, métodos o procedimientos uniformes y un programa de investigación que tienda al mejoramiento de los métodos y procedimientos (Dep. Agr. E.U., 1986).

1. LA MUESTRA.

La calidad de la semilla es evaluada mediante varios análisis que se hacen a una muestra representativa del lote. Con frecuencia la muestra es pequeña en comparación con la totalidad de la semilla en el lote.

La Asociación Internacional para Análisis de Semillas (International Seed Testing Association, I.S.T.A.), estudió varios métodos para la subdivisión de las muestras y encontró que el uso de un buen divisor mecánico es mejor que el método de hacer mitades.

Se dispone de varios tipos de divisores mecánicos. El de tipo Boerner se usa ampliamente. Los hay disponibles para semillas grandes y semillas pequeñas. Cualquier divisor mecánico de tipo mezclador, es superior a los métodos normales para reducir la muestra sometida a muestra de trabajo.

Los agricultores pueden no someter muestras satisfactorias debido a que muestrean solo un saco, pocos sacos o muy pocos lugares en cada saco; sus muestras pueden ser demasiado pequeñas para un análisis completo; las muestras del granero con frecuencia son tomadas del lugar más fácil de alcanzar, en lugar de ser tomadas de diferentes lugares y de diferentes profundidades del granero.

También, con frecuencia los agricultores cuando mandan sus muestras al laboratorio no las identifican en forma apropiada en cuanto al número del lote y otras designaciones. Así pues, la muestra es de importancia básica. Deberá ser tomada por una persona entrenada, usando buen equipo y buenos procedimientos. Posteriormente, deberá ser subdividida con el mejor divisor mecánico disponible y con el mayor cuidado. Los muestreadores comerciales y los inspectores oficiales, siempre deben tener presente que el muestreador de semillas tiene en

sus manos la reputación y el bienestar de alguien (Dep. Agr. E.U., 1986).

2. ANALISIS DE PUREZA.

La pureza de la semilla denota la composición de un lote de semillas en particular. Está basado en una determinación física de los componentes presentes e incluye porcentajes por peso de: 1) semilla pura, 2) semillas de otros cultivos, 3) semillas de malezas, y 4) materia inerte. Semilla pura, es la porción de la muestra representado por la especie para el cual está siendo analizado el lote; en la práctica, esto incluye los porcentajes de cada especie de cultivo presentes en niveles de cinco por ciento o más. Semillas de otros cultivos, es el porcentaje de semillas de otros cultivos en otras especies que se analizan y están presentes en niveles menores de cinco por ciento. Semillas de malezas, indican el porcentaje de semillas presentes de plantas consideradas malezas. Algunas veces esta designación puede ser arbitraria, ya que una planta puede ser considerada como cultivo en un estado o país, puede ser considerada maleza en cualquier otro sitio. Para ciertas regiones, sin embargo, el analista puede utilizar parámetros aceptados para clasificar semillas de cultivos o malezas. Materia inerte, denota la porción de la muestra que no es semilla. Esta usualmente consiste de desechos, tallos, y piedras pequeñas, pero puede incluir piezas de semillas quebradas, dañadas, o semillas de malezas

y semillas inmaduras que no son calificadas como una semilla entera. El criterio para esta distinción es explicado y definido en las reglas para análisis de semillas. Las Reglas y procedimientos para las muestras han sido establecidas bajo varias condiciones por la A.O.S.A. (Association of Official Seed Analysts) y la I.S.T.A. (International Seed Testing Association). El tamaño de la muestra (peso) en el cual la examinación de pureza es mejorada es dado por las reglas para análisis de semillas. El tamaño de la muestra es determinada por el tamaño de la semilla que va a ser analizada (Copeland and Mc Donald, 1985).

3. ANALISIS DE GERMINACION.

Probablemente el único índice más convincente y aceptado para evaluar la viabilidad de la semilla es la habilidad para germinar. Así, el análisis de germinación es quizás la más importante función de una semilla en el análisis de laboratorio.

El análisis de germinación de los diferentes cultivos es realizado con la porción de semilla pura.

4. CONTENIDO DE HUMEDAD.

Se determina el contenido de humedad de las semillas principalmente por dos motivos: 1) Para saber si es necesario secarla, y 2) para poder calcular los descuentos o bonificaciones por alta o baja humedad al momento de calcular

la cantidad de semilla recibida (Aguirre R. y Peske S., 1988).

Los métodos básicos para la determinación de la humedad en las semillas, son aquellos en los que una muestra pesada se calienta en un horno a una temperatura especificada por un lapso determinado, hasta que llegue a peso constante. Se usan varios tipos de hornos y se especifican diversas temperaturas y tiempos de calentamiento.

Debido a que métodos "básicos" diferentes pueden producir resultados variables, para propósitos de comparación se aconseja hacer por el mismo método todas las determinaciones de una clase de semillas. Sin embargo, es necesario calibrar periódicamente los determinadores de humedad (2 ó 3 veces al año), utilizando como patrón los resultados del horno y haciendo mediciones comparativas en lotes de semillas que tengan rangos de humedad amplios (de 9 a 22%) (Aguirre R. y Peske S., 1988).

5. DENSIDAD ESPECIFICA.

La densidad de una sustancia o compuesto físico se puede expresar por peso del producto contenido en un volumen determinado.

En el caso de semillas una medida muy usada para expresar la densidad es la prueba de peso en la Balanza Bushel. El peso Bushel ha sido la medida común usada para el mercadeo de granos en los Estados Unidos. Un bushel es una medida de volumen igual a 1.244 p³ o 35.23 l. Sin embargo, el bushel es

usado como una medida de volumen que tampoco sirve para estimar la capacidad de las tolvas, secadores, y otros contenedores. Para compra y venta de semilla y grano, el bushel da una información de producción y datos de consumo, así como se lo puede usar también para darnos la densidad de la semilla y muchos usos más (Foster, 1982). El aparato usado en un laboratorio para determinar el peso bushel (lb/bu) es conocido como balanza volumétrica.

El peso legal de un bushel está determinado en 56 lb para el maíz y sorgo, 60 lb para trigo, 45 lb para arroz en cáscara. El peso bushel varía dependiendo del contenido de humedad a que se tomó el peso.

BIBLIOTECA WILSON POPENDE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
PARTADO #3
TERUCIGALPA HONDURAS

III. MATERIALES Y METODOS.

A. MATERIALES.

1. SEMILLA.

La semilla utilizada en este estudio provino de dos lotes de producción de semilla del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.

Dos experimentos fueron conducidos entre enero de 1992 y enero de 1993. En el primer experimento, se usaron 6.54 toneladas métricas (144 quintales) de semilla de sorgo forrajero de la variedad "Ganadero", cosechadas en el mes de mayo. En el experimento 2 se utilizó una cantidad de 13.64 TM (300 quintales) de maíz de la variedad "HB-104" cosechada en la misma fecha. De ambos lotes se obtuvieron las muestras para realizar los análisis o estudios de calidad de la semilla.

2. MESA GRAVIMETRICA.

Para la ejecución de los dos experimentos, se dispuso una mesa gravimétrica modelo Oliver 80-A, instalada en la planta de semillas de la Escuela Agrícola Panamericana.

3. OTROS.

En este estudio se emplearon diversos materiales y equipo de laboratorio como: Balanza Bushel, para realizar el análisis de densidad; germinador, para obtener los porcentajes de

germinación de las muestras; medidor de humedad (Motomco), para determinar el contenido de humedad en la semilla; bolsas y sacos para muestreo, y cuarto frío para almacenar las semillas.

B. MÉTODOS.

1. DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA MESA DE GRAVEDAD PARA EL ARREGLO DE LOS TRATAMIENTOS.

La mesa gravimétrica por la cual se pasó la semilla de ambos lotes, fue previamente calibrada y ajustada de tal forma que no hubieran diferencias debidas a un mal ajuste de la máquina, los ajustes realizados fueron:

a. Ajuste de alimentación.- Se aseguró que la cantidad de semilla cayendo de la tolva alimentadora fuera la misma mientras se estuvo realizando el muestreo.

b. Ajuste de aire.- El ajuste de aire en la máquina se hizo de tal forma que la semilla se mantuviera levantada uniformemente en todos los puntos de la plataforma de clasificación y que la semilla liviana se deslizara hacia el lado de menor altura de la plataforma.

c. Ajuste de inclinación.- La misma inclinación se dió a la máquina durante todo el proceso de muestreo para garantizar una masa uniforme de semillas.

d. Ajuste de velocidad.- Durante el proceso de clasificación de cada lote, la velocidad se mantuvo al mismo nivel.

En los bordes de la mesa, lateral y frontal respectivamente, se encuentran unos divisores que pueden ser manipulados de tal manera que podamos regular 10 diferentes espacios (separaciones) y cantidades de descarga de la semilla como lo indica el Cuadro 1.

Cuadro 1. Combinación de los divisores y compuertas laterales para obtener los diferentes tratamientos en la clasificación de sorgo con la mesa gravimétrica.

Separaciones o Posiciones	Compuertas laterales	Aberturas de descarga (cm)		
		A	B	C
S1	0	40cm	21cm	21cm
S2	0	40cm	28cm	14cm
S3	0	40cm	35cm	7cm
S4	0	47cm	28cm	7cm
S5	0	54cm	21cm	7cm
S6	0	61cm	14cm	7cm
S7	0	68cm	7cm	7cm
S8	0	20cm	55cm	7cm
S9	Aa	20cm	55cm	7cm
S10	Ap	20cm	55cm	7cm

* Aa: Compuertas laterales anteriores abiertas.

Ap: Compuertas laterales posteriores abiertas junto con Aa.

En la mesa gravimétrica utilizada el material descargado disminuye en su gravedad específica del punto "A" hacia el "C". En el costado izquierdo de la plataforma, que corresponde al punto lateral mas elevado (A), se encuentran ocho pequeñas compuertas que descargan la semilla en un transportador vibratorio que la conduce al mismo punto de descarga "A". Estas compuertas las hemos dividido en dos

partes: 1) Aa, que son cuatro compuertas anteriores, y 2) Ap, que son las cuatro compuertas posteriores.

2. EXPERIMENTO 1: Evaluación de la mesa gravimétrica en la separación de semilla de sorgo.

El propósito del Experimento 1 fue primordialmente evaluar la eficiencia de la mesa gravimétrica en separar semillas de sorgo. La semilla de la variedad Ganadero después de ser cosechada, secada en panoja y desgranada, fue limpiada con una máquina de aire y zarandas modelo Crippen H-434-A-LH. Una vez realizado el proceso anterior, la mesa gravimétrica fue ajustada de la manera antes mencionada. Las compuertas y divisores radiales se colocaron a manera de representar las combinaciones presentadas en el Cuadro 1 y Figura 2, para cada una de estas separaciones (S1, S2, S3, etc.). Una vez que la máquina estaba operando adecuadamente, esta fue apagada y las bolsas fueron colocadas en cada una de las tres salidas o descargas (A, B y C) indicadas en la Figura 2. Colocadas las bolsas se encendió la máquina para la toma de muestras y con estas realizar los análisis de laboratorio.

3. EXPERIMENTO 2: Evaluación de la mesa gravimétrica en la separación de semilla de maíz.

El propósito del Experimento 2 fue el evaluar la eficiencia de la mesa gravimétrica en separar semillas de maíz. La semilla de variedad HB-104 después de ser cosechada,

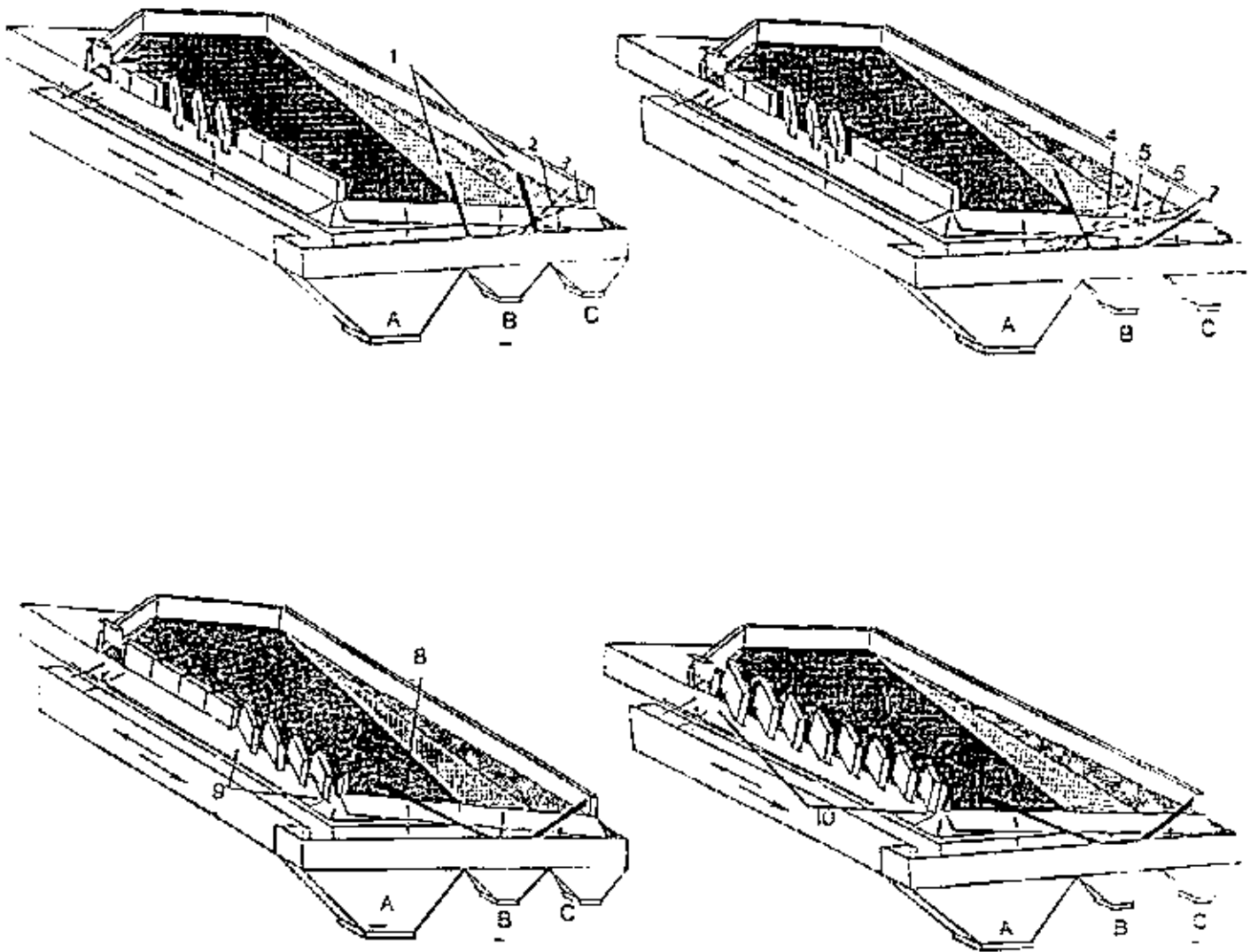


Figura. 2. Mesa de Gravedad usada para el experimento, mostrando sus salidas de descarga y divisores con las diferentes posiciones.

secada en mazorca y desgranado, fue limpiada igualmente que el

sorgo con la máquina de aire y zaranda (MAZ), usada en el Experimento 1. Dicha semilla luego fue clasificada por grosor y anchura con dos separadores por grosor y anchura Carter Day ACA-5 y ACA-6.

Los tamaños resultantes fueron: plano grande, plano mediano, plano pequeño y redondo grande; de aquí en adelante designados como PG, PM, PP y RG, respectivamente. El procedimiento para el muestreo fue similar que en el experimento 1, con la diferencia que en este, cada tamaño fue pasado por la mesa gravimétrica independientemente (Cuadro 2).

4. MUESTREO.

Para cada uno de los experimentos, se realizó un muestreo con el propósito de tomar porciones de semilla de cada una de las tres salidas de la máquina, de acuerdo a un tiempo estipulado y evaluar la calidad obtenida de cada descarga del material. Para recibir el material, se pusieron sacos en cada una de las salidas de la mesa (A, B, y C); se puso en operación la máquina por dos minutos, para distribuir uniformemente la semilla y se recolectó el material en cada saco según la salida. Luego se dejó correr la máquina nuevamente por un minuto para volver a uniformizar la semilla sobre la mesa. El proceso anterior se repitió tres veces para cada separación o posición de los divisores, lo cual nos dio tres repeticiones para cada separación y para cada salida.

Cuadro 2. Combinación de los divisores y compuertas laterales para obtener los diferentes tratamientos en la clasificación de maíz con la mesa gravimétrica.

Separaciones		Compuertas laterales	Aberturas de descarga (cm)		
			A	B	C
PG	S1	0	40cm	21cm	21cm
	S2	0	40cm	28cm	14cm
	S3	0	40cm	35cm	7cm
	S4	0	47cm	28cm	7cm
	S5	0	54cm	21cm	7cm
	S6	0	61cm	14cm	7cm
	S7	0	68cm	7cm	7cm
	S8	0	20cm	55cm	7cm
	S9	Aa	20cm	55cm	7cm
	S10	Ap	20cm	55cm	7cm
PM	S1	0	40cm	21cm	21cm
	S2	0	40cm	28cm	14cm
	S3	0	40cm	35cm	7cm
	S4	0	47cm	28cm	7cm
	S5	0	54cm	21cm	7cm
	S6	0	61cm	14cm	7cm
	S7	0	68cm	7cm	7cm
	S8	0	20cm	55cm	7cm
	S9	Aa	20cm	55cm	7cm
	S10	Ap	20cm	55cm	7cm
PP	S1	0	40cm	21cm	21cm
	S2	0	40cm	28cm	14cm
	S3	0	40cm	35cm	7cm
	S4	0	47cm	28cm	7cm
	S5	0	54cm	21cm	7cm
	S6	0	61cm	14cm	7cm
	S7	0	68cm	7cm	7cm
	S8	0	20cm	55cm	7cm
	S9	Aa	20cm	55cm	7cm
	S10	Ap	20cm	55cm	7cm
RG	S1	0	40cm	21cm	21cm
	S2	0	40cm	28cm	14cm
	S3	0	40cm	35cm	7cm
	S4	0	47cm	28cm	7cm
	S5	0	54cm	21cm	7cm
	S6	0	61cm	14cm	7cm
	S7	0	68cm	7cm	7cm
	S8	0	20cm	55cm	7cm
	S9	Aa	20cm	55cm	7cm
	S10	Ap	20cm	55cm	7cm

Posteriormente, una cantidad de por lo menos 1 kilogramo de semilla, fue tomado de las cantidades obtenidas en los sacos y esta cantidad se usó para realizar los análisis de calidad de la semilla. Se obtuvieron 90 muestras para sorgo, ya que son tres salidas, 10 separaciones y tres réplicas; para maíz se obtuvo 360 muestras, por los cuatro tamaños mencionados anteriormente.

5. ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS.

Las muestras de semilla, fueron utilizadas para realizar los análisis en el laboratorio, pero previo a ello, estas fueron almacenadas ó mantenidas en cuartos fríos en bolsas plásticas, a temperatura controlada de 10-12°C y Humedad Relativa de 50-60% con el propósito de reducir el deterioro que pudiera ser ocasionado por diferencias de humedad ó temperatura al estar sometidas a condiciones no controladas.

Las muestras se mantuvieron en estas condiciones por un periodo de dos meses hasta que se iniciaron los análisis de calidad.

6. ANALISIS DE LABORATORIO Y VARIABLES ANALIZADAS.

Análisis de peso específico, humedad, pureza física y germinación de la semilla fueron conducidos en el laboratorio de Análisis de semillas del CITESGRAN (Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos) para cada uno de los experimentos realizados y estos fueron usados como variables

para analizar la calidad de la semilla en cada experimento con excepción de la humedad. Como un análisis complementario se evaluó fuera del laboratorio el peso bruto para determinar la cantidad de semilla descargada en cada salida de la mesa en un tiempo determinado.

a. Peso bruto.

Se obtuvieron los pesos brutos de cada salida para determinar el rendimiento o capacidad de la máquina según cada tratamiento, así: Como se explicó en el muestreo, las semillas descargadas por la mesa en cada salida, fueron tomadas en sacos por un tiempo de dos minutos. La cantidad obtenida en cada movimiento de los divisores era considerada el peso bruto de semilla para cada salida en un tiempo determinado. De la cantidad "en bruto" obtenida, se obtenía la muestra (1 kg) que se llevó al laboratorio para los análisis establecidos.

La mesa de gravedad se apagaba después de obtenida la cantidad en bruto (peso bruto), luego se la encendía para uniformizar el flujo de semillas sobre la mesa, antes de obtener el próximo peso bruto. El apagado y encendido de la máquina se hacía entre tratamientos y réplicas. El procedimiento básicamente es el mismo para maíz y sorgo, con la diferencia que en maíz el número de muestras es mayor (cuatro tamaños).

b. Peso específico.

Para la obtención del peso específico o densidad se usó el análisis del peso bushel (1 bushel=1.25 pie³). El procedimiento fue igual para ambos experimentos: Se usó la balanza volumétrica para determinar el peso bushel de cada muestra obtenida de las diferentes salidas, separaciones, tamaños (maíz), y replicas anteriormente mencionadas.

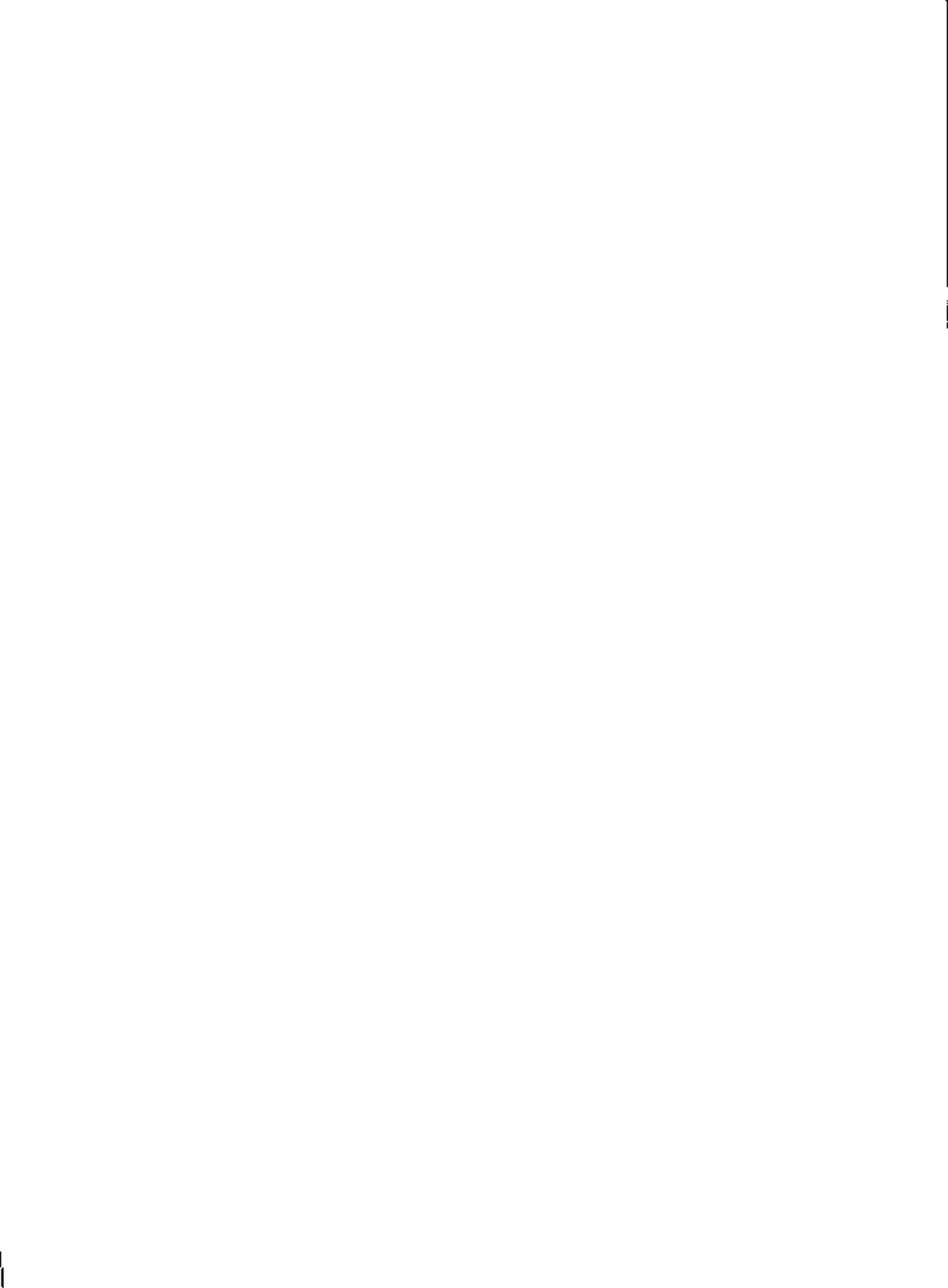
c. Humedad.

La determinación de la humedad se hizo para los dos cultivos. Las muestras de semilla fueron evaluadas después del almacenamiento en un determinador de humedad Motomco modelo N9919. Para el sorgo se hicieron 10 análisis de humedad, lo mismo que para el maíz, variando en este último la cantidad por ser 10 muestras para cada tamaño (Ver Anexos 1 y 2).

d. Pureza física.

La pureza física determinada para cada cultivo fue hecha según las reglas internacionales para el análisis de semillas de ISTA y AOSA. Para comodidad del análisis se evaluó la pureza utilizando las recomendaciones de las dos instituciones según el cultivo.

En el experimento 1 una vez obtenidas las muestras, fueron llevadas al laboratorio, para realizar los respectivos análisis. En el caso del sorgo, las muestras fueron divididas



en un homogenizador mecánico de precisión tipo Gamet, hasta obtener una submuestra no menor de 90 gramos, peso recomendado por el ISTA. Obtenido el peso requerido se prosiguió con el análisis, separando los componentes de la submuestra en: semillas de otros cultivos, semillas de malezas, y materia inerte, los cuales, fueron separados para obtener el porcentaje de semilla pura. Los datos obtenidos para el propósito de este estudio fueron solo los de semilla pura.

En el experimento 2 el análisis de pureza para el maíz fue similar al anterior, igualmente se dividió la muestra en el homogenizador tipo Gamet hasta obtener una submuestra de un peso no menor a 500 gramos, peso recomendado por la AOSA. Asimismo se separó la semilla pura para obtener su porcentaje libre de los otros componentes. La diferencia con el análisis en el experimento 1, además del peso de la submuestra, es que en el maíz tenemos cuatro tamaños, o sea el número de datos tomados fue mayor.

e. Germinación.

En el experimento 1 una vez eliminados los componentes ajenos a semilla pura proseguimos al análisis de germinación. Según las reglas internacionales para el análisis de semillas la muestra para germinación debe constar de 4 réplicas. Por condiciones de equipo disponible y mejor manejo, las réplicas constaron de 50 semillas cada una.

El sustrato utilizado para la realización de la

germinación fue "blotters", que es un sustrato recomendado para sorgo y semillas pequeñas en general. El blotter es un tipo de cartón muy absorbente y buen conservador de la humedad. Para mantener la humedad se revisaban las bandejas que contenían las muestras y las que estaban secándose se les adicionaba agua con un atomizador para lograr una eficiente germinación.

Las muestras fueron colocadas en un germinador común de laboratorio, que proporcionaba una temperatura de 25-30°C y 90% de humedad relativa, requisitos indispensables para la germinación.

Los conteos para el sorgo se hicieron al cuarto día para el primer conteo y al noveno para el segundo, según recomienda ISTA y AOSA. Se obtuvo el promedio de las cuatro réplicas de las plántulas normales como porcentaje de germinación.

En el experimento 2, para el maíz el procedimiento fue un poco similar que en el experimento 1. También se plantaron 50 semillas por réplica, para un total de 200 semillas por análisis.

El sustrato usado para maíz fue diferente, en este caso usamos el "kim pack", que se consideró el mejor para el análisis según las condiciones que se dispusieron para germinación. El kim pack es un tipo de papel toalla muy absorbente ideal para muchas variedades de semillas. Consta de varias capas de papel fino poroso para mayor facilidad de absorción de agua, emergencia y desarrollo radicular.

Las condiciones ambientales para la germinación fueron también diferentes (21°C y 90%HR). En este caso no usamos el germinador sino que las muestras fueron colocadas en bandejas de germinación, directamente bajo condiciones ambientales en el laboratorio y se humedecían las muestras atomizándolas cuando se observaba que estas necesitaban agua. Una vez empezada la emergencia se les proporcionaba un poco de luz con las lámparas del laboratorio.

Las semilla seleccionadas como normales, presentaban excelente desarrollo radicular y vegetativo; la selección para plantas normales fue más severa en maíz que para el sorgo, tomando en cuenta esto decimos que las plántulas además de buena germinación indicaban vigor (capacidad de resistir condiciones adversas). En el caso del maíz, se hizo un solo conteo y de esta forma se determinó no solamente la viabilidad sino que se evaluó vigor, es decir la velocidad de germinación. Las razones para que se siguiera este procedimiento fue porque las condiciones en que se pusieron las bandejas de germinación, representan mejor a las condiciones de campo.

7. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el experimento 1 (Sorgo), el diseño experimental utilizado fue un DCA con parcelas divididas con un arreglo factorial 3x10, con tres repeticiones, obteniéndose 30 tratamientos por cada repetición. Los factores en estudio

fueron: salidas de descarga y separaciones de las salidas.

Para experimento 2 (Maiz), el diseño experimental utilizado fue también un DCA con parcelas divididas con un arreglo factorial $4 \times 3 \times 10$, con tres repeticiones, obteniéndose 120 tratamientos por cada repetición. Los factores en estudio fueron: tamaños de la semilla, salidas de la mesa y separaciones de las salidas.

8. ANALISIS ESTADISTICO.

Los datos para las variables en estudio, tanto para el experimento 1 como el 2, fueron analizados con la ayuda del programa estadístico MSTAT versión 4.0, realizándose los cuadros ANOVA (Anexos 6 y 7) como las separaciones de medias con la prueba Duncan para cada uno de los tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

A. EXPERIMENTO 1.

Evaluación de la Eficiencia de la mesa gravimétrica en sorgo.

El Cuadro 3 muestra que en la clasificación de sorgo por la mesa gravimétrica, existe un efecto independiente e interactivo de las separaciones y salidas del material, sobre la calidad y rendimiento de la semilla obtenido, expresados en las variables como ser: Densidad, pureza física, germinación y peso bruto de la semilla. También podemos asegurar con 99% de confianza que hubo un efecto interactivo en todas las variables, excepto en germinación, en la cual solamente se mostró un efecto independiente de los factores en estudio.

Los coeficientes de variación fueron menores al 1% en la variable peso específico y pureza física, menor que el 5% en germinación y menor al 7% en peso bruto, lo que nos indica que en esta actividad de semillas los factores son fácilmente controlables.

BIBLIOTECA WILSON POPANOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 23
TEGUCIGALPA HONDURAS



Cuadro 3. Efecto independiente e interactivo de las separaciones de los divisores y las salidas, en la calidad y rendimiento del sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.

FUENTE DE VARIACION	PESO ESPECIFICO	GERMINACION	PESO BRUTO	PUREZA FISICA
Repetición	0,011ns	152,211*	21,345-	0,072ns
Salidas	435,905**	3985,203**	22904,888**	39,630**
Separación	9,280**	56,972**	10,320*	0,392**
Sal.X sepa.	4,095**	17,996ns	551,213**	0,239**
C. V.	0,68%	4,33%	6,58%	0,27%

*, ** Significativo al $P \leq 0,05$ y $0,01$, respectivamente.

En este estudio, se valida el principio de operación y la función básica de la máquina al observar que todas las características de calidad de la semilla que aquí se evalúan, son mejores o superiores en la salida A e inferiores en la salida C, teniendo mediana calidad en la salida B.

1. PESO ESPECIFICO DE LA SEMILLA.

El efecto combinado de la calibración o separación de los divisores con las salidas del material que muestra el Cuadro 4, nos indica que cuando colocamos los divisores en las posiciones o separaciones 8, 4, 1 y 9, en la salida A se obtiene la mejor densidad en la semilla de sorgo, teniendo pesos de 61.04, 60.92 y 60.88 libras por bushel; cualquiera de estas posiciones se puede usar indistintamente si estamos considerando solamente peso específico. La posición 5, resultó con buena densidad, inmediatamente inferior a las cuatro anteriores.

Cuadro 4. Efecto de las separaciones y salidas de la mesa gravimétrica en el peso específico (lbs/bu) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARACIONES	S A L I D A S		
	A	B	C
1	60,92 A 1/	59,85 BCDEF	57,63 H
2	60,75 AB	59,73 CDEF	55,55 I
3	60,67 ABC	59,15 FG	51,26 N
4	61,04 A	58,77 G	51,98 MN
5	60,77 AB	58,75 G	53,23 JK
6	60,57 ABCD	57,11 HI	52,13 LMN
7	60,54 ABCD	56,52 I	51,70 MN
8	61,04 A	59,68 DEFG	54,02 J
9	60,88 A	59,53 EFG	52,99 KL
10	60,32 ABCDE	59,03 FG	52,47 KLM

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

Se pueden obtener densidades intermedias tanto en la salida B como en la C (simultáneamente) cuando colocamos los divisores en la posición 1 y que las menores densidades se obtuvieron en la salida C, con las separaciones 3, 7 y 4 y con pesos de 51.26, 51.70 y 51.98, respectivamente.

Aunque la mayor densidad se obtuvo con las separaciones 8, 4, 1 y 9, solamente la posición 4 de este grupo tuvo la más alta eficiencia de separación con un 14.84 por ciento, seguida de la posición 5, que tuvo un 12.40 por ciento de eficiencia. Las menores densidades en la salida A se obtuvieron en las posiciones 6, 7 y 10. Los porcentajes de eficiencia obtenidos se observan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Porcentajes de eficiencia obtenidos con sorgo ganadero bajo las diferentes posiciones de los divisores. El Zamorano, Honduras, 1994.

S E P A R A C I O N E S									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5,4	6,9	15,51	14,84	12,40	13,93	14,60	11,50	12,96	13,01

2. GERMINACION.

El Cuadro 5, nos muestra que las diferencias de germinación entre las tres salidas de la mesa es grande; 20% entre A y C, y 13.5% entre B y C, por lo tanto; esto, demuestra que el efecto de las salidas de la máquina fue alto cuando clasificamos este lote de semillas. La mejor germinación se obtuvo en la salida A y la germinación más baja en la C.

Cuando se analizó el efecto de las diferentes separaciones en la mesa en forma independiente, se pudo observar de acuerdo al Cuadro 7 que los más altos porcentajes de germinación fueron obtenidos bajo las posiciones 2, 8, 1 y 5, con porcentajes de germinación de 79.33, 78.28, 78.17 y 75.78, respectivamente. Se observó que no hubo diferencia significativa entre estos y que si consideramos únicamente la variable germinación, se puede usar cualquier de estas separaciones para obtener alta calidad o germinación.

Cuadro 6. Efecto de las salidas de la mesa gravimétrica en la germinación (%) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.

FACTOR	VARIABLE
SALIDA	GERMINACION (%)
A	86,23 A 1/
B	76,78 B
C	63,30 C

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

Por otro lado, las separaciones con las cuales se obtuvo el porcentaje de germinación más bajo fueron 7, 10 y 6 con 73.61, 73.56 y 71.50, respectivamente; estas no tuvieron diferencia significativa entre ellas tampoco.

La posición 2 proporcionó una separación en la salida A de 40cm, aumenta la separación del retorno o reciclaje (salida B) a 28cm y disminuye el descarte (salida C) a 14 cm. La posición 8, restringe al máximo la salida A (20cm), incrementa al máximo la salida B (55cm) y disminuye la salida C (7cm). Al restringir al máximo la salida A obviamente tendremos semilla muy buena (la de mayor peso específico), porque la apertura es mínima dando así una clasificación más rigurosa por lo que los porcentajes de germinación de estas semillas son elevados. La posición 1 mantiene los divisores rectos, en la forma que comúnmente se trabaja; las separaciones son A con 40cm, la salida B con 21cm, y la salida C también tiene 21cm.

Cuadro 7. Efecto de las separaciones de los divisores de la mesa gravimétrica en la germinación (%) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.

FACTOR	VARIABLE
SEPARACIONES	GERMINACION (%)
1	78,17 A 1/
2	79,33 A
3	73,61 B
4	74,83 AB
5	75,78 AB
6	71,50 B
7	73,61 B
8	78,28 A
9	75,72 AB
10	73,56 B

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

3. PESO BRUTO (LBS/2 MIN).

El peso bruto como mencionamos anteriormente está referido a la cantidad de semilla obtenida en cada salida de descarga de la mesa, en un tiempo de dos minutos. Estos resultados nos dan la idea de rendimiento o capacidad de la máquina.

Como lo muestra el Cuadro 8, el efecto combinado de las salidas y las diferentes posiciones, permitieron efectuar una separación muy amplia del material, no solamente entre las salidas A, B y C, sino que también dentro de estas.

Las mayores cantidades separadas fueron descargadas por la salida A y dentro de esta, cuando posicionamos los divisores en 7, 6 y 10, se obtuvieron los más altos pesos o

volúmenes de semilla; 77.50, 74.67, 73.73, respectivamente. Se pudo observar también, que el manipuleo de los divisores, permite encontrar separaciones que provocan un traslape de calidades o pesos, influyendo en el resultado final; por ejemplo, la posición 8, permite obtener mayor volumen en la salida B que en la salida A, reduciendo la cantidad de semilla obtenida.

Las separaciones 9 y 10 en la salida C, fueron las que dieron menores cantidades de semilla de descarte en el tiempo que se dió para la clasificación: 4.50 y 2.33, respectivamente. Las cantidades más bajas obtenidas en la salida A se dieron bajo las posiciones 8, 9, 3, 1 y 2.

Cuadro 8. Efecto de las separaciones y salidas de la mesa gravimétrica en el peso bruto (lbs/2 mín) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARACIONES	S A L I D A S		
	A	B	C
1	54,83 D 1/	20,08 III	18,42 I
2	54,25 D	26,83 G	11,17 J
3	53,25 D	31,42 F	5,500 KL
4	61,67 C	23,92 GH	5,400 KL
5	68,33 B	17,25 I	5,600 KL
6	74,67 A	9,667 JK	5,417 KL
7	77,50 A	6,333 KL	5,233 KL
8	40,50 E	53,92 D	5,500 KL
9	51,85 D	39,00 E	4,500 L
10	73,73 A	15,92 I	2,333 L

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

Los mejores rendimientos (porcentaje de semilla en cada salida o posición con respecto al total) se obtuvieron con las separaciones 10, 7 y 6 con 96.84, 93.25 y 92.74 por ciento de rendimiento, respectivamente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentajes de rendimiento obtenidos con sorgo ganadero bajo las diferentes posiciones de los divisores. El Zamorano, Honduras, 1994.

S E P A R A C I O N E S									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
66,4	79,41	89,67	91,24	91,80	92,74	93,25	86,42	91,32	96,84

4. PUREZÁ FISICA.

En el Cuadro 10, podemos observar que las semillas con mayor pureza son obtenidas en la salida A. Así tenemos también, que las mejores posiciones de los divisores para la salida A son las posiciones: 5, 3 y 2. La pureza de las semillas obtenidas en esta salida y posiciones, no demuestran pureza significativamente diferentes entre ellas. La pureza disminuye y continúa constante para la salida B, en la salida C se obtiene un cambio notorio en la pureza obtenida en todas las posiciones de los divisores o separaciones de las salidas. Veremos en el Cuadro 10 que las diferencias en pureza de la salida A y C son en decimales, que al analizar en la computadora esta las difiere significativamente, pero en la práctica no tiene mucho efecto estos cambios de pureza.

No debemos olvidar que si no hay mucha diferencia en los porcentajes de pureza se debe a que el trabajo de la máquina de aire y zaranda ha sido eficiente, por lo tanto la computadora hará la diferenciación con los datos dados.

Cuadro 10. Efecto de las separaciones y salidas de la mesa gravimétrica en la pureza física (%) de la semilla de sorgo ganadero. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARACIONES	S A L I D A S		
	A	B	C
1	99,98 AB 1/	99,82 AB	98,81 CD
2	100,00 A	99,89 AB	98,49 DE
3	100,00 A	99,79 AB	97,21 G
4	99,98 AB	99,72 AB	97,52 FG
5	100,00 A	99,64 AB	98,05 EF
6	99,96 AB	99,41 ABC	97,80 FG
7	99,96 AB	99,30 BC	97,67 FG
8	99,98 AB	99,82 AB	97,84 FG
9	99,99 AB	99,70 AB	97,73 FG
10	99,81 AB	99,57 AB	97,29 G

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

B. EXPERIMENTO 2.

Evaluación de la eficiencia y rendimiento de la mesa gravimétrica en maíz.

El efecto de los factores (tamaño de la semilla, salidas de la mesa y separación de los divisores) en la clasificación de maíz HB-104 se puede observar en el Cuadro 11, en el cual se muestra un efecto tanto independiente como también interactivo de los tres factores sobre las variables peso

específico, peso bruto y pureza física de la semilla de maíz, lo anterior lo podemos asegurar con un 99% de confianza. Para la variable germinación, se observó un efecto separado del tamaño, las salidas y las separaciones. También se observó un efecto combinado del tamaño con separaciones y salidas con separaciones. Sin embargo, la interacción tamaño con salidas y la interacción de los tres factores no fue estadísticamente significativo.

Al igual que en el sorgo, los coeficientes de variación fueron inferiores al 10%.

Cuadro 11. Efecto independiente e interactivo de las separaciones de los divisores y las salidas, en la calidad y rendimiento del maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

FUENTE DE VARIACION	PESO ESPECIFICO	GERMINACION	PESO BRUTO	PUREZA FISICA
Repetición	0,478ns	17,651ns	15,578ns	0,013ns
Tamaño	178,157**	1050,602*	1005,973**	0,142**
Salidas	984,501**	1739,647**	70876,005**	0,700**
Tam.X sal.	1,596**	68,076ns	232,366**	0,071**
Separac.	18,788**	199,836**	15,627**	0,018**
Tam.X sep.	1,138**	64,227**	21,440**	0,005**
Sal.X sep.	5,142**	75,184**	2657,666**	0,012**
T X Sa X Sp	0,447**	36,687ns	54,532**	0,004**
C. V.	0,69%	7,89%	6,81%	0,05%

*, ** Significativo al $P \leq 0,05$ y $0,01$, respectivamente.

1. PESO ESPECIFICO (LIBRAS/BUSHEL).

Los diferentes tamaños de maíz varían significativamente en su peso específico, de acuerdo a las salidas de la mesa y a la separación que se da a los divisores.

El Cuadro 12 nos confirma lo antes mencionado, ya que podemos notar que en la salida A el tamaño redondo grande es el que alcanza el mayor peso bushel (62,39 lbs/bu). Es importante observar que el mismo tamaño, en la salida B alcanza una densidad superior a los otros tamaños, en todas las salidas (60,39 lbs/bu); si consideramos que el peso estandar para maíz es de 56 lbs/bu, el tamaño redondo grande ofrece la mejor densidad de todos los tamaños, siguiéndolo el tamaño plano grande. También es importante mencionar que los valores más bajos en peso específico siempre serán dados por la salida C, ya que la mesa gravimétrica envía la semilla liviana a ese extremo, esto sin importar tamaño alguno, sin embargo, la menor densidad se obtuvo en la salida C con el tamaño plano mediano.

Esto no basta para dar una selección óptima sobre que hacer, aún nos falta unas interacciones más donde se ponga en juego las separaciones con los otros factores.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

Cuadro 12. Efecto de los tamaños y salidas de la mesa gravimétrica en el peso específico (lbs/bu) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

TAMAÑOS	S A L I D A S		
	A	B	C
PLANO PEQUEÑO	59,77 D 1/	57,16 EF	54,16 GH
PLANO MEDIANO	60,07 C	57,13 EF	53,97 H
PLANO GRANDE	60,20 BC	57,33 E	54,40 G
REDONDO GRANDE	62,39 A	60,39 B	57,02 F

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 13, donde se está tomando en cuenta la interacción de los cuatro tamaños del maíz y las diez separaciones, las posiciones 2, 1 y 3, seguidas de la 4 y 8 combinadas con el tamaño redondo grande, son las que obtuvieron el mejor peso específico, entre todos los tamaños y separaciones.

Cuadro 13. Efecto de los tamaños y separaciones de los divisores en el peso específico (lbs/bu) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARAC.	T A M A Ñ O S			
	PLANO PEQ.	PLANO MED.	PLANO GRAN.	REDONDO GR.
1	57,84 GHIJ	58,31 FG	58,79 EF	61,12 A 1/
2	57,71 HIJ	57,97 GHI	58,16 GH	61,12 A
3	57,03 KLMN	57,49 IJK	57,68 HIJ	60,86 A
4	56,94 LMNO	56,90 LMNO	57,48 IJK	59,92 B
5	56,61 NOPO	56,75 MNOPO	57,35 JKL	59,32 CD
6	56,81 LMNOP	56,42 OPOR	56,42 OPOR	59,22 CDE
7	56,94 LMNO	56,27 PQRS	56,20 QRS	58,81 DEF
8	58,03 GHI	57,77 GHIJ	57,50 IJK	59,86 B
9	56,45 OPQR	56,85 LMNO	57,29 JKLM	59,54 BC
10	55,94 RS	55,78 S	56,25 PQRS	59,58 BC

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

El tamaño redondo grande obtuvo los mayores pesos bushel en las diez separaciones y las más bajas densidades se obtuvieron en las posiciones 6, 7, 10 y 9 consistentemente en todos los tamaños. En el resto de los tamaños, también las posiciones 1, 2, 3, 8 y 4 alcanzaron los mejores pesos, siendo la mejor posición la 1 en todos los tamaños, excepto en el plano pequeño donde la posición 8 fue la mejor.

La posición 1 (divisores rectos), con una separación en A con 40cm, en salida B con 21cm, y en salida C con 21cm y la 8 para el plano pequeño, tiene un buen peso bushel cuando abrimos al máximo el retorno para reciclar una mayor cantidad de semilla.

La densidad del maíz fue también afectada por las

separaciones y salidas de la mesa como lo muestra el Cuadro 14. En la salida A se observaron los mayores peso específicos de las tres salidas. Las posiciones en las que se obtuvieron las mayores densidades fueron la 8, 1, 3 y 2, para las salidas A y B; 1, 3 y 2 para la salida C. Las posiciones 6, 7 y 10 dieron las menores densidades en la salida A.

Cuadro 14. Efecto de las salidas y separaciones de los divisores en el peso específico (lbs/bu) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARAC.	S A L I D A S		
	A	B	C
1	61,01 AB 1/	58,83 DE	57,21 HI
2	60,90 B	58,67 E	56,65 J
3	61,02 AB	58,67 E	55,11 K
4	60,84 B	58,20 F	54,40 LMN
5	60,90 B	57,53 GH	54,08 N
6	60,31 C	57,08 I	54,26 MN
7	60,07 C	56,33 J	54,76 KL
8	61,39 A	58,89 DE	54,60 LM
9	60,41 C	58,03 F	54,17 MN
10	59,22 D	57,80 FG	53,64 O

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

2. GERMINACION.

Con el factor tamaño, obtuvimos que sí existe diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre los tamaños. El tamaño plano grande resultó con el mayor porcentaje de germinación (Figura 3), este porcentaje además reflejó buen vigor de la semilla.

51
 MAIZ HB-104 (4 TAMAÑOS)
 GERMINACION (SALIDA A)

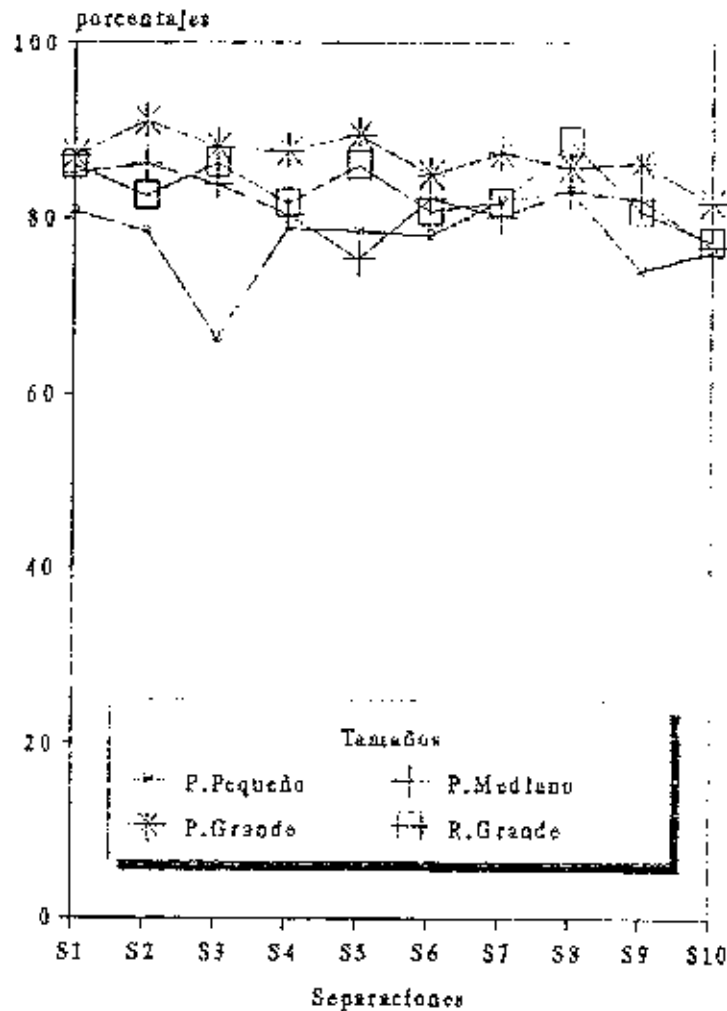


Figura 3. Porcentajes de germinación (salida A) en cada posición de los divisores para cuatro tamaños de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

El Cuadro 15 muestra el efecto combinado de los tamaños y separaciones sobre la germinación del maíz, se observó que el tamaño plano grande tuvo la mayor germinación cuando los divisores fueron colocados en las posiciones 1 y 2 seguidas de la posición 4.

En el resto de los tamaños, la germinación del maíz se vió afectada variablemente por las diferentes posiciones ya que en el tamaño redondo grande las mejores germinaciones se obtuvieron con las posiciones 3, 1 y 2, seguidas de la posición 8. Similarmente en el tamaño plano mediano las posiciones 2, 1, 8 y 3 obtuvieron las mejores germinaciones. En el tamaño plano pequeño se observó una mayor variación en la germinación con respecto a las separaciones, ya que las mejores posiciones fueron la 8, 7, 1 y 4.

Se observó que en todos los tamaños, la posición 1 y 8 consistentemente obtuvieron buenas germinaciones.

Cuadro 15. Efecto de los tamaños y separaciones de los divisores en la germinación (%) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARAC.	T A M A Ñ O S			
	PLANO PEQ.	PLANO MED.	PLANO GRAN.	REDONDO GR.
1	71,06CDEFG	76,94ABCDEF	83,22A 1/	76,50ABCDEF
2	70,06DEFGH	77,17ABCDE	83,50A	75,11ABCDEF
3	64,28H	74,61BCDEFG	79,67ABC	78,06ABCD
4	70,94DEFGH	73,06BCDEFG	80,11AB	73,78BCDEFG
5	68,33FGH	71,17CDEFGH	78,11ABCD	71,61BCDEFG
6	69,44DEFGH	70,00DEFGH	75,12ABCDEF	70,39DEFGH
7	73,61BCDEFG	73,00BCDEFG	76,94ABCDEF	67,22GH
8	77,06ABCDEF	74,72BCDEFG	76,61ABCDEF	73,89BCDEFG
9	68,39EFGH	70,67DEFGH	76,44ABCDEF	71,00CDEFGH
10	69,06EFGH	67,06GH	72,94BCDEFG	70,11DEFGH

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

El Cuadro 16 muestra el efecto de las separaciones y salidas sobre la germinación, observándose en la salida A los valores más altos de germinación y que dentro de esta salida la mejor posición fue la posición 8, seguida de la 1 y 2. La posición 10 y 9 resultaron con los valores más bajos en germinación, en la salida A; 7 y 10, en la B; 6 y 10, en la salida C.

Cuadro 16. Efecto de las salidas y separaciones de los divisores de la mesa gravimétrica en la germinación (%) de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARAC.	S A L I D A S		
	A	B	C
1	84,79 AB 1/	75,08 DEFGH	70,92 GH
2	84,54 AB	75,38 CDEFGH	69,46 HI
3	81,17 ABCDE	78,50 ABCDEF	62,79 IJ
4	82,17 ABCD	77,13 CDEFG	64,13 IJ
5	82,08 ABCD	76,58 CDEFG	58,25 J
6	81,54 ABCDE	74,42 EFGH	58,21 J
7	82,46 ABC	72,67 FGH	62,96 IJ
8	85,21 A	77,96 BCDEFG	63,54 IJ
9	80,83 ABCDE	74,50 EFGH	59,54 J
10	78,04 BCDEFG	73,08 FGH	58,25 J

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

3. PESO BRUTO (LBS/2 MIN).

Al igual que en peso específico, el peso bruto presenta niveles altamente significativos en los factores (tamaños, salidas y separaciones), tanto independientemente como en interacción (Cuadro 11).

En el Cuadro 17 se muestra la separación de medias obtenida de la interacción de tamaños del maíz y salidas de la mesa.

Cuadro 17. Efecto de los tamaños y salidas de la mesa gravimétrica en el peso bruto (lbs/2 min) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

TAMAÑOS	S A L I D A S		
	A	B	C
PLANO PEQUEÑO	51,08 D 1/	21,62 G	7,88 I
PLANO MEDIANO	55,74 B	23,53 F	7,32 I
PLANO GRANDE	62,54 A	30,30 E	8,49 I
REDONDO GRANDE	52,87 C	18,97 H	7,75 I

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

Podemos notar que el tamaño con mayor peso bruto fue el plano grande, además, que la salida A es por donde el maíz alcanzó los mayores pesos brutos de todos los tamaños y salidas.

Lo que nos dice este análisis es que la mesa ha hecho deslizar con mayor velocidad la semilla de tamaño plano grande hacia las salidas A, B, y C, logrando este tener un alto peso bruto (Lbs/2 min) en las tres salidas de la mesa; le siguen el tamaño plano mediano, redondo grande y plano pequeño,

respectivamente. Para cada tamaño existe una posición de los divisores adecuada que acelerará su recorrido a través de la mesa de gravedad. Estas separaciones para cada tamaño se pueden observar en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Efecto de los tamaños y separaciones de los divisores en el peso bruto (lbs/2 min) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARAC.	T A M A Ñ O S			
	PLANO PEQ.	PLANO MED.	PLANO GRAN.	REDONDO GR.
1	29,25DEFG	29,22DEFG	32,19 BC	24,69L 1/
2	27,25EFGHIJK	28,56DEFGHI	29,47 DEF	26,86FGHIJK
3	27,69EFGHIJK	29,36DEF	30,97 CD	26,39GHIJKL
4	26,28HIJKL	29,00DEFGH	34,67 AB	25,78JKL
5	26,25HIJKL	28,33DEFGHI	34,61 AB	25,78JKL
6	28,00EFGHIJK	29,19DEFG	35,69 A	25,58KL
7	25,83JKL	29,31DEF	35,67 A	25,78JKL
8	26,08IJKL	30,11CDE	35,17 A	27,78EFGHIJ
9	25,72JKL	26,82FGHIJK	33,72 AB	26,86FGHIJK
10	26,25HIJKL	28,72DEFGHI	35,61 A	29,78CDE

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

Las separaciones (posiciones) influyen en el peso bruto de los tamaños; aunque, entre los tamaños se mantiene la tendencia de obtener los mayores pesos el plano grande, seguido del plano mediano. Las separaciones que indican pesos altos para cada tamaño, varían entre estos de tal forma que en el plano grande, las mejores posiciones son la 6, 7, 8 y 10, no habiendo diferencia entre estas. Para el plano mediano, las mejores posiciones fueron la 8, 3 y 7; en cambio, para el

tamaño redondo grande, los mejores pesos se obtuvieron bajo las posición 10, seguido de la posición 8. El tamaño plano pequeño tuvo mejores pesos de semilla en la posición 1, seguido de la 6. Esta variación se debe a que hay grandes diferencias de tamaño y forma en el maíz, después de haber sido clasificado por tamaño y forma.

El Cuadro 19, muestra que las cantidades de semilla obtenidas en cada salida variaron entre si, como resultado de las diferentes separaciones, lo que permitió que tanto en la salida A, como en las otras salidas se pudieran observar pesos altos y bajos según la posición.

Cuadro 19. Efecto de las salidas y separaciones de los divisores de la mesa gravimétrica en el peso bruto (lbs/2 min) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

SEPARAC.	S A L I D A S		
	A	B	C
1	47,50 G 1/	18,33 L	20,69 K
2	46,42 G	25,19 J	12,50 M
3	46,73 G	32,81 H	6,271 NOP
4	55,02 E	25,40 J	6,375 NOP
5	61,04 D	18,92 KL	6,271 NOP
6	69,38 C	12,83 M	6,646 NO
7	76,35 A	4,208 PQ	6,875 N
8	27,71 I	55,60 E	6,042 NOP
9	51,91 F	28,46 I	4,483 OPQ
10	73,52 B	14,29 M	2,458 Q

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

Las posiciones que dieron mayor rendimiento al considerar las tres salidas de la mesa fueron las posiciones 10, 7 y 6, en las cuales se obtuvieron 96,66%, 90,99% y 90,42%, respectivamente (Cuadro 20). La posición 9, aunque demostró alto rendimiento, tuvo baja eficiencia ya que la cantidad reciclada es alta y la cantidad de semilla en la salida A es baja.

Cuadro 20. Porcentajes de rendimiento obtenidos con maíz HB-104, bajo las diferentes posiciones de los divisores. El Zamorano, Honduras, 1994.

S E P A R A C I O N E S									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
56,4	73,07	86,58	88,41	89,72	90,42	90,99	78,19	91,36	96,66

4. PUREZA FISICA.

La separación de medias realizada para la interacción de los tres factores (Cuadro 21) nos muestra que la prueba Duncan ha hecho una separación amplia de las medias, aún habiendo diferencias mínimas entre los porcentajes de semilla pura.

La función de la mesa además de desviar la semilla liviana hacia la salida C, también desvía las partículas pequeñas o impurezas que se encuentran en el lote, esto hace que los menores porcentajes menores de semilla pura se los encuentre en la salida C.

Cuadro 21. Efecto de los tamaños, salidas de la mesa y posición de los divisores en la pureza física (%) de la semilla de maíz HB-104. El Zamorano, Honduras, 1994.

		S E P A R A C I O N E S									
TAM	SAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PP	A	100 A1/	99,9AB	99,9AB	100 A	99,9AB	100 A	100 A	100 A	99,9ABC	99,9ABCD
PP	B	99,9ABC	99,9AB	99,9AB	99,9AB	99,8AB	99,8CD	99,9ABC	99,9ABC	99,9ABC	99,9ABCD
PP	C	99,8DEF	99,7KL	99,7N	99,6 O	99,6 O	99,7MN	99,8IJK	99,8GHI	99,5 O	99,6 O
PM	A	99,9ABC	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	99,9ABC	100 A	100 A	100 A
PM	B	100 A	99,9AB	100 A	100 A	99,9AB	99,9AB	99,9ABD	99,9AB	99,9ABC	99,9ABCD
PM	C	99,9ABC	99,9AB	99,9AB	99,8EF	99,8CD	99,8AB	99,9ABC	99,8HIJ	99,8ABC	99,7LMN
PG	A	99,9ABC	100 A	100 A	100 A	100 A	99,9AB	100 A	100 A	100 A	99,9ABC
PG	B	100 A	100 A	99,9AB	100 A	99,9AB	99,9AB	99,9ABC	100 A	99,9ABC	99,9ABCD
PG	C	99,9ABC	99,9AB	99,9AB	99,9AB	99,9AB	99,9AB	99,9ABC	99,9ABC	99,8GHI	99,8HIJK
RG	A	100 A	100 A	100 A	100 A	100 A	99,9AB	100 A	100 A	99,9ABC	99,9ABC
RG	B	100 A	100 A	99,9AB	99,9AB	99,9AB	99,9AB	99,9ABC	99,9ABC	99,9ABC	99,9ABCD
RG	C	99,9ABC	99,9AB	99,9AB	99,8EC	99,9AB	99,9AB	99,8FGH	99,7JKL	99,8DEF	99,8IJKL

1/ Medias que no son seguidas por la misma letra dentro de las columnas y filas, son significativamente diferentes, según lo establece la prueba Duncan al 1% de probabilidad.

La salida A en todos los tamaños obtuvo los mejores porcentajes de pureza, siendo el tamaño plano mediano el que obtuvo el mayor valor en casi todas las posiciones (8 de 10 posiciones). En la salida B, el tamaño plano grande obtuvo alta pureza en la mayoría de las posiciones (4 de 10 posiciones).

Las mejores posiciones obtenidas al comparar el efecto de los tres factores fueron: 4, 1, 8 y 5; ya que en estas posiciones se obtuvo la mayor pureza en todos los tamaños y en las salidas A y B.

La mejor posición de todas fue la 4 ya que obtiene altas purzas en la salida A para todos los tamaños y en la salida B en dos de los cuatro tamaños (plano grande y plano mediano).

Al comparar todas las variables juntas, se observó que las posiciones óptimas, considerando calidad de semillas (germinación, densidad y pureza) fueron: 1, 8, 2 y 4; obteniéndose las menores calidades bajo las posiciones: 10, 6, 7 y 9.

En cuanto a rendimiento de la mesa, al observar todas las variables, se observó que las posiciones 10, 7 y 6 dieron los mejores rendimientos, opuestamente las posiciones 1, 2, 3 y 8 fueron inferiores.

V. CONCLUSIONES

- Por los resultados obtenidos confirmamos que si se puede mejorar la eficiencia y rendimiento de la máquina mediante las diferentes calibraciones y por ende mejorar la calidad de las semillas de sorgo y maíz.

- Para el sorgo resultó la posición 5 como la óptima de todas las calibraciones, cuando comparamos las variables, ya que aparece consistentemente entre las mejores opciones, siguiéndola la posición 4 como otra alternativa.

En el caso del maíz las posiciones para obtener una buena calidad de semilla fueron la 1, 8, 2 y 4; en el caso de rendimiento, las posiciones con mejores rendimientos fueron 10, 7 y 6. Tomando en cuenta calidad y rendimiento podemos decir que la posición 4 es la posición óptima para la clasificación de maíz.

- Se observó que a medida que aumenta la cantidad de semilla de sorgo hacia la salida A, disminuye la calidad de la semilla (germinación, densidad y pureza). En maíz, similarmente a medida que aumenta el rendimiento disminuye la calidad.

- Debido a la eficiente labor de la MAZ, se obtuvo en el cultivo de sorgo, porcentajes de pureza física superiores al estándar establecido en la ley de semillas de Honduras.

En maíz los porcentajes de pureza fueron variables, dependiendo del tamaño de la semilla y las diferentes

posiciones de los divisores.

- Para el sorgo las peores posiciones en cuanto a eficiencia y rendimiento fueron la 1, 8, 3 y 9.

En el cultivo de maiz las posiciones que daban como resultado la más baja calidad de semillas fueron la 10, 6, 7 y 9; y las posiciones que daban como resultado un bajo rendimiento fueron la 1, 2, 3 y 8.

VI. RECOMENDACIONES

1. Debido a los resultados obtenidos en este trabajo, se sugiere continuar este estudio con semillas de frijol, arroz y soya, por tener diferencias en tamaño, forma y densidad.

2. Se recomienda realizar un estudio en el cual se incluya también el tamaño redondo mediano además de los otros analizados.

3. Transferir los resultados obtenidos en este estudio a personas que estén involucradas en la industria de semillas en Honduras.

4. Usar las posiciones 5 y 4 como patrones establecidos para obtener óptima eficiencia y rendimiento en la clasificación de semillas de sorgo.

5. Usar las posiciones 1, 2, 8 y 4 como patrones establecidos para la obtención de una alta calidad en la clasificación de semillas de maíz.

6. Usar la posición 4 como patrón para obtener un mejor rendimiento y calidad de la semilla de maíz.

7. No continuar usando las posiciones 8 y 1 para la clasificación de semilla de sorgo, ya que con estas se obtiene bajos rendimientos.

8. No usar las posiciones 1, 8, 9 y 3 que resultaron ser las peores en la clasificación de semilla de sorgo.

9. No usar las posiciones 10, 6, 7 y 9 para la

clasificación de semilla de maíz, ya que afectan negativamente la calidad de la semilla.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, R. Y PESKE, S. 1988. Manual para el beneficio de semillas. Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali-Colombia.
2. BALASCIO, C.C. 1985. Probabilistic modeling of particle movement through a gravity separator. Unpublishing Ph. D. thesis. Iowa State University, Ames. Iowa 5001.
3. BAUDET, L. 1987. Physical and physiological properties of seed corn separated by a gravity table. Ph. D. thesis, Iowa State University, Ames.
4. BOYD, A.H. et al. 1975. Seed Drying and Processing. Cereal Seed Technology, FAO. pp. 71-79.
5. BRANDENBURG, N.R. 1977. The principles and practice of seed cleaning: separation with equipment that senses dimensions, shape, density and terminal velocity of seeds. Seed Sci. technol. 5(2): 173-186.
6. COPELAND and MC DONALD. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2nd edition. Burgess Publishing Company. 321 p. Minneapolis, U.S.A.
7. CORTES, J.E. 1987. Relationships of seed size and density to seed quality in sorgo [Sorghum bicolor. (L.) Moench]. Dissertation (Ph.D.). Miss. State Univ., Miss. State, MS.
8. CUNDIFF, J.S. and R.E. WILLIAMSON. 1976. Tobacco seed segregation based on differences in terminal velocities. ASAE Paper No. 76-3547. St. Joseph, MI: ASAE.
9. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA. 1986. Reglas y Reglamentos de la ley Federal de Semillas. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Avisos de Reglamentación y Servicio, No. 156, 51 p.

10. DOUGLAS, J.E., ed. 1980. Successful Seed Programs: A Planning and Management Guide. Boulder, Colo.: Westview Press.
11. FEHR, W.R. and C.R. WEBER. 1968. Mass selection by seed size and specific gravity in soybean populations. Crop. Sci. 8: 551-554.
12. FOSTER, G.H. 1982. Drying Cereal Grains. In Storage of Cereal Grains and Their Products. 3rd edition. American Association of Cereal Chemists Inc. Minnesota, USA. 5(4): 79-113.
13. GAUL, A.D., M.K. MISRA, C.J. BERN and C.R. HURBURGH. 1986. Variation of physical properties in gravity separated soybeans. Transactions of the ASAE 29(4): 1146-1149.
14. GREGG, B.R. 1969. Associations among selected physical and biological properties of gravity graded cottonseed. Ph. D. thesis, Mississippi State University, Mississippi State.
15. GREGG, B.R., A.G. LAW, S.S. VIRDI, and J.S. BALIS. 1970. Seed processing. New Delhi, India: Mississippi State University, National Seeds Corporation, and United States Agency for international Development, New Delhi.
16. GRESSLER, O. 1976. Gravity table separation of soybean seeds. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., Miss., State, MS.
17. HARMOND, J.E., N.R. BRANDENBURG, and L.M. KLEIN. 1968. Mechanical seed Cleaning and Handling. Agricultural Handbook No. 354. Washington, D. C.: Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture in cooperation with Oregon Agricultural Experiment Station.
18. HENDERSON, James. 1957. Fanning Mill Operation and Screen Nomenclature. Seed processors Short Course Proceedings, pages 21-26. Oregon State College. U.S.A.
19. HILL, H.J., A.G. TAYLOR and T.G. MIN. 1989. Density separation of imbibed and primed vegetable seeds. J. Am. Soc. Hort. Sci. 114(4): 661-665.

20. HOY, D.J. and E.E. GAMBLE. 1987. Field performance of soybeans with seeds of differing size and density. *Crop Sci.* 27(1): 121-126.
21. JOHNSON, J.R. 1970. Relation of bulk density of acid-delinted cottonseed to performance in laboratory and field tests. Thesis (M.S.) Miss. State Univ., Miss. State, MS.
22. JOHNSON, J.R., C.C. BASKIN and J.C. DELOUCHE. 1973. Relation of bulk density of acid-delinted cottonseed to field performance. *Miss. Agr. & For. Exp. Sta. J. No.* 2679.
23. JUSTUS, N.R., H. LOE, J.B. DICK, and M.N. CHRISTIANSEN. 1965. Effect of gravity separation on cottonseed. *Miss. Farm Research.* 28 (3).
24. KAMIL, J. 1974. Relation of Specific Gravity of Riceseed to Laboratory and Field Performance. (Ph.D. Dissertation, Miss. State Univ.)
25. KASPERBAUER, J.J. and T.G. SUTTON. 1977. Influence of seed weight on germination, growth and development of tobacco. *Agron. J.* 69: 1000-1002.
26. KLEIN, L.M., and J.E. HARMOND. 1959. Suction Reclaimer for Shattered Seed. *Agricultural research Service* 42-24. U. S. A.
27. KLEIN, L.M., J. HENDERSON, and A.D. STOEISS. 1961. Equipment for cleaning seed. In *seeds: The yearbook of Agriculture*, ed. Alfred Stefferud, pp 307-321. Washington, D. C.: U. S. Department of Agriculture.
28. KUNZE, O.R., L.H. WILKES and G.A. NILES. 1969. Field emerge and growth response related to the physical characteristics of cotton seeds. *Transactions of the ASAE* 12(5): 608-610, 613.
29. LAI, CHIN-SHAN. 1972. Comparison of fractionating aspirator and gravity table separator in the processing of acid-delinted cottonseed. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., Miss. State, MS.

30. MARANVILLE, J.W. and M.D. CLEGG. 1977. Influence of seed size and density of germination, seedling emergence, and yield of grain sorghum. *Agron. J.* 69: 329-330.
31. MATHUR, P.N., N.C. SINHA, R.P. SINGH. 1982. Effect of seed size on germination and seed vigor in oat (*Avena sativa* L.). *Seed Research (India)*. 10: 109-113.
32. MINTON, E.B. and J.R. SUPAK. 1980. Effects of seed density on stand, verticillium wilt, and seed and fiber characteristics of cotton. *Crop Sci.* 20: 345-347.
33. MISRA, M.K. 1983. Cleaning of black nightshade berries from soybean seed. *Iowa Seed Sci.* 5(1): 5-6.
34. MISRA, M.K., A. GAUL and O. KAYODE. 1985. Soybean seed quality conditioning. *Transactions of ASAE* 28(2): 576-579.
35. MSTAT-C. 1988. User's Guide to Mstat-C. Version 4:0. Michigan State University and Agricultural University of Norway
36. OLIVER MFG. CO., INC. 1980. Gravity operating instructions manual. Oliver Mfg. Co., Inc., Rocky Ford, Co.
37. PESKE, S.T. 1976. Processing Pensacola bahiagrass seeds. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., Miss. State, MS.
38. PHANEENDRANATH, B.R. 1971. Variability in cottonseed density and its relation to performance in laboratory and field test. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., Miss. State, MS.
39. ROCHA, S.B. 1975. Relation of specific gravity of rice (*Oryza sativa* L.) seeds to laboratory and field performance. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., Miss. State, MS.

40. ROWE, P.N., A.W. NIENOW, and A.J. AGBIN. 1972. The mechanisms by which particles segregate in gas fluidized beds-binary systems of near-spherical particles. Transactions of Institute of Chemical Engineers. 50: 310-323.
41. SATERLEE, Guy C. 1958. Separations. Sutton, Steel & Steel, Inc. Western Feed & seed. Dallas, Texas, U. S. A.
42. SMITH, O.E., N.C. WELCH and T.M. LITTLE. 1973. Studies in lettuce seed quality: I. Effect of seed size and weight on vigor. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 98(6): 529-533.
43. SNYDER, H. 1905. Heavy and light weight grains. University of Minnesota Agric. Exp. Stn. Bull. 90.
44. SONGBOON, W. 1989. Seed density and quality relationships in sorgho [Sorghum bicolor, (L.) Moench]. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., State, MS.
45. SPILDE, L.A. 1989. Influence of seed size and test weight on several agronomic traits of barley and hard red spring wheat. J. Prod. Agric. (2): 169-172.
46. SUNG, T.Y. and J.C. DELOUCHE. 1962. Relation of Specific Gravity to Vigor and Viability in Rice seed. Proc. Assoc. Of Seed Anal. 52: 162-168.
47. SWITZER, G.L. 1959. The effect of specific gravity separation on some common indices on Pinus taeda L. J. For. 57: 497-499.
48. THOMAS, R.L. 1966. The influence of seed weight on seedling vigor in Lolium perenne. Ann. Bot. 30: 111-121.
49. THOMPSON, J.R. 1979. An introduction to seed Technology. New York: John Wiley and Sons.
50. TSENG, S.J. AND C.I. LIN. 1962. Studies on the physiological quality of pure seed of rice. Proc. Int. Seed Test Assoc. 27: 459-475.

51. VAUGHAN, C.E. 1978. Upgrading physiological quality of seed lots. Short Course for Seedsmen. Seed Tech. Lab., Miss. State, MS. 20: 105-116.
52. VAUGHAN, C.E., et al. (editors). 1968. Seed Processing and Handling. Seed Tech. Lab., Miss. State Univ., Handbook No 1. 295 p.
53. WALDRON, L.R. 1941. Analysis of yield of hard red spring wheat growth from seed of different weight and origins. J. Agr. Res. 62: 445-460.
54. WEBER, C.R. 1950. Inheritance and interrelation of some agronomic and chemical characters in an interspecific cross in soybeans. Glycine max X Glycine ussuriensis. Iowa Agric. Exp. Stn. Res. Bull. 374
55. WELCH, G.B. 1983. Lecture Notes Seed Processing Machinery. Spring Semester. Seed Tech. Lab., Miss. State Univ. 256 p.
56. WHEELER, W.A., and D.D. HILL. 1957. Grassland seeds. New York: D. Van Nostrand.

DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre: Fernando Javier Guamán Andrade

Lugar de nacimiento: Machala - El Oro - Ecuador

Fecha de nacimiento: 10 de junio de 1968

Nacionalidad: Ecuatoriana

Formación académica:

<u>Institución</u>	<u>Periodo</u>	<u>Título obtenido</u>
Colegio Particular Dr. Manuel González A. Pasaje-El Oro-Ecuador	1979-85	Bachiller en Ciencias Básicas
Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano-Honduras	1988-90	Agrónomo
Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano-Honduras	1992-94	Ingeniero Agrónomo