

Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

División de Ingeniería



Validación de las Pruebas de Laboratorio para sembradoras
Mecánicas de la Norma NMX-O-168-SCFI-2002

Por:

Russel Alberto Nanga Coello

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Agrícola

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2003

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Validación de las Pruebas de Laboratorio para sembradoras Mecánicas de la
Norma NMX-O-168-SCFI-2002

Por:

Russel Alberto Nanga Coello

Tesis

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobado
Presidente del Jurado

Ing. B. Elizabeth de la Peña Casas

Sinodal

Co-Director de Tesis
Externo INIFAP

Dr. Martín Cadena Zapata

Dr. Santos G. Campos Magaña

Coordinador de la División de Ingeniería

M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mayo del 2003.

DEDICATORIA

Con amor para: Oscar Nanga

**Y
Mily Coello**

A mi padre por haberme enseñado a ser un hombre de bien, por enseñarme el valor del trabajo, por ser mi ejemplo a seguir, me has enseñado a superar los obstáculos y a luchar por mis sueños, por ser mi amigo y confiar siempre en mi, por todos los sacrificios que has hecho para sacar adelante a tu familia, hoy comprendo que tan dura puede ser la vida, y que no es solo diversión, el logro que hoy he obtenido te pertenece mas a ti que a mi. Gracias por tu apoyo incondicional.

A ti madre por todo el cariño y amor incondicional que siempre me has brindado, por las horas de desvelos que te cause cuando niño, por enseñarme a no utilizar la violencia y ser humilde, por ser la base de mis principios morales, gracias a tu apoyo y a tu fe en mi, he logrado una de mis metas, hace algunos años inalcanzable, este logro es gracias a tu esfuerzo y dedicación; podré olvidar muchas cosas, pero jamás olvidare quien me dio la vida y quien me ha querido y protegido de las adversidades.

A mis Hermanos:**Lorely****Carlos****Bilma****Karen**

Por confiar en mí, por todo el cariño y amor que me han demostrado, se que por ser el mayor no les puedo dar un mal ejemplo, gracias a eso y al amor que siento por ustedes he logrado una de mis metas, a veces las cosas buenas cuestan y son difíciles de obtener, sin embargo todos los sueños los podemos hacer realidad luchando por ellos. Nunca se den por vencidos todo es posible si lo deseamos con el corazón.

A mis Abuelitas:**Sra. Asunción Ruiz****Sra. Fidelia Suárez**

Gracias a sus consejos y al enorme cariño que me han tenido desde niño, en especial a mi abuelita chonita que siempre me ha sermoneado, nunca dejo que fuera un flojo y hoy puedo decirle que gracia a eso soy un ingeniero.

A mis Tíos:

Yucundo, Guadalupe, Mauro, Joaquín, Mercedes y especialmente a mi tía **Fulbia**, que cuidó de mí cuando niño y por todo el cariño que siempre me ha brindado.

A mis primos y primas: **Sergio, Eric, Pati y Carlos.**

Para **Alondra coutiño** a quien amo con todo el corazón, gracias por el amor y cariño que me has demostrado durante tanto tiempo, por tu apoyo incondicional ante las adversidades. Se que no es nada fácil estar a dos mil km pero siempre estuviste en los momentos difíciles en los que más necesitaba de alguien en quien apoyarme.

Para mis mejores amigos: **José Luis, Julián Luis** y a mis nuevos amigos: **Yesi, Dora, Carmen, Rosi, Romelia, Lupita, Mayra, Caro, Meche, Pancho, Juanjo, Mireya, Nancy, Lucy, Lili.**

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quiero agradecerle a **Díos** por haberme dado la dicha de tener a una familia tan maravillosa, hoy y siempre le estaré agradecido por haberme enseñado que puedo ser el arquitecto de mi propio destino, por estar conmigo a cada instante, se que te he pedido muchas cosas...sin embargo hoy

te ofrezco de todo corazón este triunfo... es para ti... y espero ofrecerte muchos más.

A la Universidad “**Antonio Narro**”

Recuerdo aquel día en que partí de casa, dejando a mi familia, a amigos y a alguien muy especial, ese cambio tan drástico me ha enseñado a valorar a todas las personas que amo. Todo eso te lo debo a ti y con nada de este mundo podré agradecerte...Gracias por darme las armas para luchar contra la adversidad, la ignorancia y los desafíos de este mundo cambiante.

Al Ing: Blanca Elizabeth de la Peña Por apoyarme en la realización de este trabajo, por la confianza que me ha brindado durante todo este tiempo, le reitero mi más sincero agradecimiento, gracias por apoyarme cuando lo necesite.

Al Ph. D.r Santos G. Campos Magaña: por el gran apoyo que me proporciono en este trabajo de investigación, por la confianza y amplia disponibilidad que me brindo, por levantarme los ánimos con sus palabras de aliento. Gracias por todo.

Al Ph D.r Martín Cadena Zapata: por la confianza y el apoyo que me a ofrecido durante el tiempo de conocerlo. Y por las facilidades que me ha proporcionado para la realización de la tesis.

Al Ing. Tomás Gaytan: por el apoyo brindado en la realización de este trabajo de investigación.

A mis compañeros de la generación XCIV, en especial a **Lety, Tiny, Jorge Armando, Ramiro Meza, Francisco Javier, José Manuel, Alejandro Arévalo, Adrián Mellado, Jaudiel Pliego, Juan Carlos, Sarain Maza, José Vázquez, Manuel Hinojosa, Alfredo Dávila, Mitzunory**, por el tiempo que me permitieron convivir con ellos, por la amistad que siempre me brindaron, esperando algún día volvernos a reunir.

Y a mis maestros del departamento de Maquinaria Agrícola, en especial **Mc. Uriel Serna, Mc. Juan Guerrero, ing. Juan Arredondo, Mc Jesús Valenzuela, Dr. Aguinaldo García,**

INDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 esquema de la Norma de evaluación de sembradoras	11
Fig. 2.3 fondo de las tolvas de semillas para sembradoras de plato horizontal	14
Fig. 2.4 piezas de identificación del sistema de medición tipo plato	15
Fig. 2.5 a) mecanismo de medición de semillas de plato inclinado,	16
Fig.2.6 mecanismos de precisión de medición de semilla con rotación vertical.	16
Fig. 2.7 mecanismos de precisión de medición de semilla tipo banda	17
Fig. 2.8 Mecanismo de medición para semilla de maíz tipo recogedor de dedos.	18
Fig. 2. 13. Efecto de la velocidad del plato y del tamaño de celda para maíz con platos de caída	20
Fig. 2.14 Sembradora en hileras (surcos)	21
Fig. 2.15 Sembradora de Papas	25
Fig. 3.1 Diagrama de flujo de las pruebas para evaluación de sembradoras mecánicas.	29
Fig. 3.2 Geminación de Fríjol	31
Fig. 3.3 Germinación de Maíz	31
Fig. 3.5 Sembradora montada al banco de pruebas	39
Fig. 3.6 Dosificación de semilla	40
Fig. 3.7 Dosificación de Fertilizante	41

Fig. 3.8 Motorreductor de .5 HP	41
Fig.3.9 Variador de frecuencia	42
Fig. 3.10 Inclinación a 0°	44
Fig. 3.11 Inclinación a 10°	44
Fig. 3.12 Medición de desgaste	48
Fig. 3.13 Medición de Dimensiones	49

ÍNDICE

Página

Resumen

I. Introducción

1.1 Generalidades en la normalización	1
1.2 Problemática de la mecanización en México en relación a la normalización ³	
1.3 Objetivos e hipótesis	4

II. Revisión de literatura

2.1 Sistema de evaluación de implementos en México	6
2.2 Mecanismos de medición de semilla	14
2.3 Factores que afectan el llenado de celdas	18
2.4 Conceptos de sembradoras	20
2.5 Funciones de la sembradora	21
2.6 Clasificación de sembradoras	22

III. Materiales y métodos

3.1 Materiales y equipo	27
3.2 Metodología	29
3.2.1 Estudio agronómico y de ingeniería del material	30
3.2.2 Estudio de estructura	36
3.2.3 Prueba de dosificación en laboratorio	38
3.2.4 Prueba de seguridad de operación	44
3.2.5 Prueba de operación continua	46
3.2.6 Estudio de durabilidad Mediante el desarme	47

Resultados y discusión

5.1 Descripción del Equipo	50
5.2 Caracterización de semilla y fertilizante	51
5.3 Estudio de estructura	55
5.4 Pruebas de laboratorio	56

Conclusiones y recomendaciones	101
--------------------------------	-----

VI. Literatura citada	103
VII. Anexos	106

RESUMEN

En México se encuentra en proceso la elaboración de estándares de calidad y sus métodos de prueba y de evaluación de maquinas agrícolas comercializadas en el país.

Actualmente se encuentran publicadas las normas de sembradoras mecánicas, aspersoras y arados entre otras. A pesar de la amplia revisión de estos procedimientos de prueba y evaluación, es importante la validación de los procedimientos aplicados a otros equipos que existen en el mercado.

Por tal motivo se propuso en el presente trabajo de tesis la validación de la Norma de sembradoras mecánicas (NMX-O-168-SCFI-2002) en lo referente a las pruebas de laboratorio. Las pruebas validadas fueron las de dosificación de semilla y fertilizante a diferentes velocidades e inclinaciones con tres tipos de semillas y dos tipos de fertilizantes. El método empleado fue el descrito por la norma.

Se concluyó con el presente trabajo que la norma se pudo aplicar y alcanzar un estándar de funcionamiento de la sembradora evaluada dentro de los márgenes del 6 % de irregularidad.

Se observó con un método complementario del llenado de celdas en función a la velocidad e inclinación una irregularidad del funcionamiento superior al 17 %. Se recomienda incluir dentro de la norma la prueba que

genera la curva de comportamiento de los dosificadores en un rango mas detallado de velocidades.

INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades de la Normalización

La normalización ha sido durante años algo ciertamente desconocidos fuera de un reducido grupo de técnicos especializados, a pesar de los beneficios que de su actividad se han derivado tanto para el productor como para el consumidor. Basta señalar para justificarlo el hecho de que la transferencia de tecnología, de la que depende el desarrollo de los países, va siempre unida a la normalización industrial.

Cada trabajo de normalización finaliza con la elaboración de una norma técnica que debe ser un conjunto de información ordenada que afecta a una pieza, maquina, sistema o a un producto, bajo cualquiera de sus aspectos adimensionales, de calidad, de utilización o de ensayo, a condición de que exista un interés común de los implicados en el proceso de fabricación o en la utilización. La existencia de un verdadero interés común hará que la norma se aplique, aunque no se establezca administrativamente su obligatoriedad. La participación de todos los implicados en un problema normalizable resulta fundamental si requieren alcanzar los objetivos previstos.

La normalización en el medio agrícola tiene una complicación adicional, en comparación con la normalización industrial, por las propias características del sector; usuarios que han tenido que aprender por si mismos a elegir y a manejar las maquinas que utilizan y pequeños fabricantes que no pueden pagar asesoramiento técnico orientador.

Las primeras Normas de uso agrícola tuvieron esta misión. En 1927 los técnicos de la Asociación Americana de Ingenieros Agrónomos (ASAE) establecieron las normas constructivas y de funcionamiento de la toma de fuerza con la que se dotaban a los tractores que entonces se construían. Un sistema tan simple como era un eje capaz de suministrar potencia a la maquina accionada, dejaba de ser operativo si no se establecía un convenio que fijara el sentido de giro y las dimensiones del acoplamiento. A esta normativa siguieron otras como fue el enganche de tres puntos para tractores, definido en 1939. (Ideal, [12])

Actualmente se esta promoviendo la modernización de la maquinaria en la agricultura mexicana, introduciendo un esfuerzo en conjunto de los gobiernos mexicano y japonés, creando un sistema de prueba y evaluación de maquinaria agrícola, y de esta manera suministrar maquinas agrícolas adecuadas, seguras y de una excelente calidad a los pequeños, medianos y grandes productores.

Surge así el Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA) que opera en forma conjunta por la JICA, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Dirección General de Fomento a la Agricultura (DGFA) de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

1.2 Problemática de la Mecanización en México en relación a la normalización

Aunque, en México se cuenta con una gran diversidad de maquinas y equipos agrícolas, de fabricación nacional y de importación. No se ha establecido formalmente un sistema de investigación para el desarrollo y el mejoramiento de las maquinas agrícolas, ni de pruebas de desempeño de las mismas y por ende no hay suficientes conocimientos técnico-científicos que sirvan de apoyo para la operación y el desarrollo de la maquinaria en el país.

Con el reciente establecimiento de la Norma NMX-O-168-SCFI-2002 Para Pruebas y Evaluación de Sembradoras unitarias y/o fertilizadoras accionadas mecánicamente con dosificador de semilla de disco. Publicada por la Secretaría de Economía en el Diario Oficial de La federación. En mayo del 2002, la cual fue elaborada por el Comité Técnico Nacional de Normalización de Maquinaria, Accesorios y equipo Agrícola.

Se tiene ahora un instrumento donde se puede en teoría verificar estándares mínimos de calidad, seguridad y eficiencia de las sembradoras fertilizadoras. Sin embargo es recomendable que cualquier instrumento de evaluación de maquinaria y equipo agrícola sea validado para determinar si cumple totalmente con el objetivo de generar información que pueda ser utilizada para una adecuada selección y operación de las mismas.

Es por eso que en este trabajo se propone la validación en el rubro de pruebas de dosificación y pruebas de desempeño de los procedimientos especificados en la norma para prueba y evaluación de sembradoras unitarias y/o fertilizadoras accionadas mecánicamente en laboratorio.

Al validar los procedimientos especificados en la norma para prueba y evaluación de sembradoras en laboratorio de pruebas se obtendrán implementos normalizados de calidad técnica comprobada; exacta dosificación de semilla y fertilizante, con esto se disminuirá costos de producción de cultivos, haciendo más eficiente y financieramente la actividad agrícola.

Contribuyendo al desarrollo de la maquinaria agrícola en este caso sembradoras fertilizadoras mecánicas, mediante la evaluación crítica y estricta del desempeño de las mismas.

1.3 Objetivos e hipótesis

a) Objetivo General

Validar el procedimiento de las pruebas de laboratorio de sembradoras fertilizadoras mecánicas con dosificador de semilla de disco

b) Objetivos Específicos

- Realizar pruebas agronómicas y de ingeniería de semilla y fertilizante.
- Realizar pruebas a los mecanismos de dosificación de la sembradora
- Realizar prueba de operación continua para determinar niveles de desgastes.
- Verificar que porcentaje afecta la simulación de pendientes al mecanismo dosificador de semilla y fertilizante.
- Determinación de la eficiencia de dosificación.
- Determinar el porcentaje de daño a la semilla .

Hipótesis

Los procedimientos especificados en la norma NMX-O-168-SCFI-2002 para pruebas y evaluación de sembradoras unitarias y/o fertilizadoras mecánicas son los adecuados para la realización de pruebas y evaluación en laboratorio y se obtenga la información suficiente para calificar el desempeño de las funciones de las sembradoras fertilizadoras mecánicas.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 . Sistema de Evaluación de Implementos en México

Una evaluación involucra la medición del comportamiento de una máquina bajo condiciones agrícolas reales; el propósito principal de obtener datos del comportamiento de un equipo es compararlo con el requerimiento para el cual fue diseñado (Crossley y Kilgour 1983), ya que las pruebas realizadas bajo condiciones ideales a veces no permite conseguir datos directamente relevantes a las condiciones agrícolas y dada la gran variedad de condiciones de trabajo y niveles de sofisticación de los implementos agrícolas, se ha dificultado la compilación de procedimientos de prueba para ellos (Smith y Sims, 1990).

En México, la modernización de la explotación agrícola y el mejoramiento del estatus social y económico de las zonas rurales a través del fomento de la mecanización de las labores agrícolas de los productores de pequeña escala, se consideran como tareas prioritarias de políticas agropecuarias. Sin embargo

existen factores que inhiben la mecanización agrícola, dentro de los cuales están los siguientes:

A).- Actualmente no existe un sistema de investigación para el desarrollo y el mejoramiento de las máquinas agrícolas, ni de pruebas de durabilidad o de economía de las mismas y por lo tanto no existen suficientes conocimientos científicos y técnicos acumulados sobre estos aspectos.

B).- Los productores agrícolas se interesan en la introducción de las máquinas agrícolas; sin embargo tienen que correr muchos riesgos al intentar adquirirlas, ya que no existe un sistema confiable de aseguramiento de la calidad y de la función de las mismas.

Por lo tanto se hace necesario establecer un sistema de pruebas y evaluación de las máquinas agrícolas, para asegurar la calidad y funcionalidad de estas máquinas que se usan en el campo. Estos sistemas de aseguramiento de calidad de las máquinas agrícolas además de beneficiar a los productores, también servirán para que los fabricantes se integren en un futuro a un padrón de proveedores confiables para los programas de mecanización y equipamiento de alianza para el campo, ya que con esto se dará a sus productos una difusión como máquinas confiables en cuanto a su funcionamiento y calidad (Takao, [20]).

El centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA) fue creado en Marzo de 1999, bajo un acuerdo de cooperación técnica entre los gobiernos de México y Japón, con el objetivo de coadyuvar al desarrollo y extensión del uso de maquinaria agrícola adecuada y segura para pequeños y medianos productores. Para lograr lo anterior se pretende fortalecer el sistema de pruebas y evaluación aunado al mejoramiento de la técnica para la conducción de pruebas de maquinaria agrícola. Para lograr esto se ha implementado una estrategia que involucra a usuarios, fabricantes,

distribuidores, importadores de maquinaria agrícola, así como investigadores, académicos, diseñadores y en general todos los sectores de interés en el desarrollo tecnológico de la maquinaria agrícola (Aragón, *et al.*, 2000).

2.1.1 Protocolos de Evaluación de Implementos

Actualmente existen varios protocolos de evaluación de implementos que han sido desarrollados por investigadores de distintos países entre los que se encuentra la Gran Bretaña, Estados Unidos de Norteamérica, Cuba entre otros; en México a partir del año de 1999 se ha comenzado con la formulación de estos protocolos de prueba. Actualmente ya se cuenta con la aprobación de dos de ellos, que son el de sembradoras y aspersoras, y algunos otros se encuentran en proceso como lo son el de arados y rastras.

Entre los procedimientos para la evaluación sembradoras se encuentran los siguientes:

Norma Cubana

Metodología para la realización de pruebas de Maquinaria e implementos Agrícolas, “Sembradoras de Granos”.

Esta norma establece la metodología para la realización de las pruebas a las sembradoras de granos, ya sean prototipos experimentales, maquinas modernizadas o de producción seriada.

- Sembradora a voleo
- Sembradora a Chorrillo
- Sembradora a Cuadros

- Sembradora fertilizadora

Metodología de la Norma Cubana.

2. Peritaje técnico

A las especificaciones proporcionada por el fabricante, mas que nada se trata de un análisis físico de los componentes de la maquina, su calidad de construcción y de materiales.

3. Evaluación agrotécnica

Es realizada mediante pruebas de laboratorio y en campo, determinando las condiciones de prueba, seleccionando la parcela de control, determinando los regímenes e índices de calidad, realizando un proceso matemático y un análisis y conclusiones sobre la evaluación.

4. Evaluación energética

En esta prueba se determinara la cantidad total de energía requerida por la maquina a evaluar para realizar sus funciones eficientemente.

5. Evaluación de las condiciones de seguridad laboral e higiene en el trabajo.

Esta prueba se realiza al inicio del peritaje técnico y en la prueba de explotación de la maquina, determinando sus condiciones de seguridad, comodidad en sus partes y limpieza de las mismas, así como el libre movimiento de sus partes.

6. Evaluación de fiabilidad

Esta evaluación consiste en determinar la calidad de cada una de las piezas que componen a la maquina, tanto en la fabricación así como su desempeño en campo.

7. Evaluación tecnológica explotativa

En esta prueba hay que evaluar las variables que pueden afectar o influir en el desempeño de la maquina, evaluando pruebas con diferentes semillas y tipos de suelos.

8. Evaluación económica

En esta evaluación se busca determinar la rentabilidad de esta maquina en comparación con otras.

RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery

La red regional para la Maquinaria agrícola (RNAM) es un proyecto establecido por los Naciones Unidas Económico y Comisiona para Asia y el Pacífico.

La RNAM lleva acabo programas de investigación, desarrollo, fabricación y divulgación de las maquinaria y equipo agrícola apropiados y mejoradas para la producción de la cosecha y funcionamiento de poscosecha, compatible con las condiciones ecológicas y socio-económicas locales.

El objetivo principal de la red es la identificación, comprobación, desarrollo, fabricación, divulgación y uso de herramientas agrícolas apropiadas equipo y tecnología para que los pequeños productores logren niveles más altos de productividad y aumenten sus ingresos.

La norma mexicana NMX-O-168- SCFI-2002, establece especificaciones mínimas de calidad y el método de prueba para evaluar, desempeño, durabilidad, seguridad y facilidad de operación de sembradoras unitarias y/o fertilizadoras mecánicas con dosificador de semillas de discos Para la evaluación de sembradoras indica que se deberá contar con un banco de pruebas donde se pueda enganchar la sembradora, el cual deberá tener un motor y transmisión con la que se podrá variar la velocidad de giro del eje de alimentación además, deberá contar con los aditamentos necesarios con los cuales se podrá simular la pendiente del terreno para conocer el efecto en la dosificación de la semilla. La metodología de la norma se describe en el diagrama de la Fig. 2.1

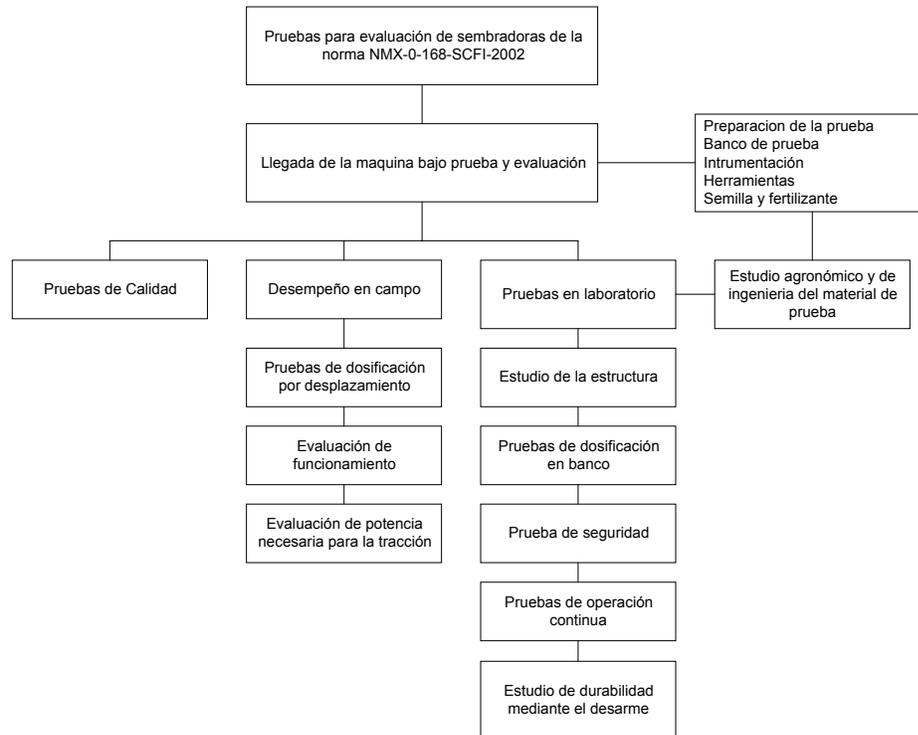


Fig. 2.1 Muestra la estructura de la Norma de evaluación de sembradoras que incluye las fases de descripción, pruebas de dosificación, continuas y la evaluación del desempeño.

El termino "evaluación" involucra la medición del comportamiento de la maquina bajo condiciones agrícolas reales, y su propósito principal es obtener datos para compararlos con los requerimientos para lo que fue diseñada (Smith y Sims, 1990)

Mancillas, (1988). Menciona que en las pruebas y evaluaciones se deben realizar a las maquinas agrícolas son:

Pruebas de funcionalidad.

Pruebas mecánicas, para fuerzas estructurales y de durabilidad.

Determinar requerimiento de potencia.

Determinación de fuerzas exteriores.

Ortiz Cañavate y Col (1989) Uno de los factores que más influyen en el desarrollo óptimo de los cultivos es sin duda, la calidad de distribución de la semilla que realiza el dispositivo de siembra. Actualmente existen en el mercado equipos que logran una precisión cercana al 100% (ensayos de laboratorio), sin embargo en el campo estos equipos se ven afectados por diversas circunstancias ajenas durante su operación, como velocidad de avance, pendiente del terreno, posición de la sembradora con respecto a la línea de marcha del tractor y condiciones de suelo; preparación de cama de siembra, tamaño de terrones, pedregosidad y residuos orgánicos.

Allan y Wiens (1982) citado por García, evaluaron los componentes y características de nueve sembradoras neumáticas, concluyendo que en la mayoría de estas máquinas el mecanismo dosificador es afectado por los cambios de velocidad de avance en el campo y por la pendiente del mismo.

Kepner (1978). El porcentaje de llenado de celdas para una sembradora está influenciada por factores tales como el tamaño de semillas máximo en relación con el tamaño de celdas, el rango de tamaños de semillas, la forma de estas, el tiempo de exposición de una celda a la semilla dentro del depósito, y la velocidad lineal de la celda.

Pérez S. *et.al.* (1997), construyó un banco de pruebas para sembradoras unitarias, el cual consta de banda para el depósito de la semilla, tres motores de accionamiento eléctrico de 10 HP trifásicos, y pistón hidráulico. El motor uno acciona la banda que simula el movimiento de la sembradora en el terreno, el motor dos acciona la sembradora, el tercer motor genera el movimiento ascendente y descendente del pistón que simula las diferentes profundidades de siembra. Además de simular el desnivel existente en el terreno.

Ramírez T.A (2000), desarrollo un sistema semiautomático para el control de la frecuencia de dosificación de la semilla en dos sembradoras unitarias, en el cual realizo pruebas para determinar el porcentaje de llenado de celdas, a las maquinas de vacío a diferentes rangos de presiones y velocidades del plato semillero, el autor reporta que los resultados más satisfactorios se dieron a bajas velocidades (26 y 36 rpm.) y de (10 y 12.5 pulgadas de vacío de agua).

Breece, (1975). Los mecanismos de medición con plato inclinado dañan mucho menos las semillas frágiles y miden las semillas que tienen una variación más grande de tamaño. Dos de las desventajas principales de este diseño son:

- Las semillas se miden con menos precisión a altas velocidades.
- La capacidad de la tolva de semilla esta más o menos limitada debido a su posición y a la necesidad de tener el nivel de la semilla de bajo del centro del plato semillero

Kepner, 1978) Mecanismos de medición con celdas en una banda. Este tipo de mecanismos preciso de medición tiene celdas en una banda, ajustadas

a las semillas. Las semillas llegan desde un depósito y entran a la cámara por arriba de la banda por medio de la apertura en a, y son mantenidas a un nivel controlado.

2.3 Mecanismos de medición de semillas.

Los mecanismos de medición de semillas se pueden clasificar en

- Mecanismos de medición con plato horizontal
- Mecanismos de medición con plato inclinado
- Mecanismos de medición con plato vertical
- Mecanismos de medición con celdas en una banda
- Mecanismos de medición con dedos recogedores

2.3.1.1 Mecanismos de medición con plato horizontal

Existen dos tipos como son. platos de fondo con celdas en el borde y caída en la orilla. (Kepner 1978).

Una sembradora con plato horizontal tiene un mecanismo de gatillo limitador y a su vez eliminador de semillas cargado a resorte, que se ubica en la parte superior del plato y elimina el exceso de semillas con el movimiento de las celdas de bajo del resorte. Un mecanismo gatillo botador cargado a resorte empuja la semilla desde las celdas cuando están sobre el tubo de semillas.

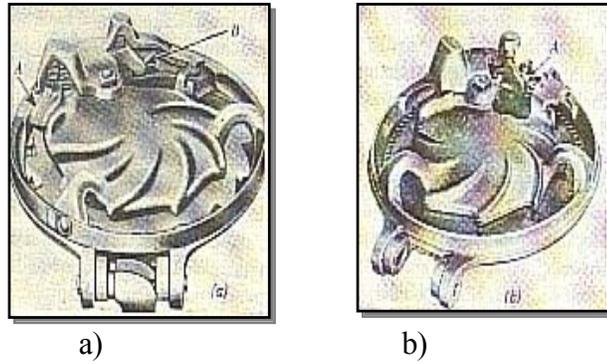
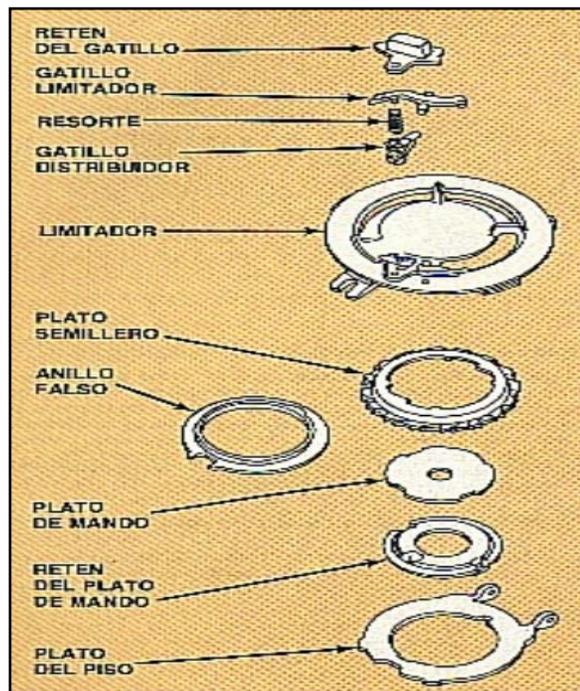


Figura 2.3 fondo de las tolvas de semillas para sembradoras de plato horizontal.

- a) Plato con caída en la orilla para maíz, notar el gatillo limitador cargado a resorte A y el gatillo botador cargado a resorte B;
- b) Plato apropiado para siembra de precisión de remolacha azucarera o semillas recubiertas, notar el plato con agujeros y el botador A. (Kepner, 1978).

Las partes principales que conforman el mecanismo de dosificación de la semilla con el plato horizontal

Figura 2.4 piezas de identificación del sistema



de medición tipo plato (Breece 1975)

2.3.1.2 Mecanismos de medición con plato inclinado.

Otro tipo de sistema de medición que se utiliza en platos semilleros es el tipo plato inclinado ilustrado en la figura 2.5. Los platos inclinados dañan mucho menos las semillas frágiles y miden las semillas que tienen una variación mas grande de tamaño.

Este mecanismo cuenta con cucharas o celdas, que se encuentran alrededor de la periferia, estas pasan a través de un deposito alimentador de semillas por debajo de una trampa del deposito, estas cucharas o celdas levantan las semillas hasta la parte mas alta del recorrido del plato, y las dejan caer al tubo de semillas un cepillo con celdas suaves es empleado para descargar excesos. (Kepner, 1978)

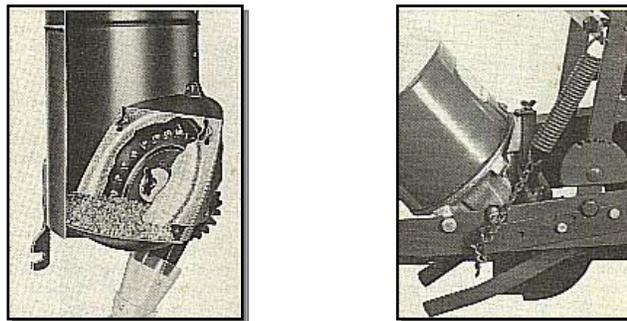


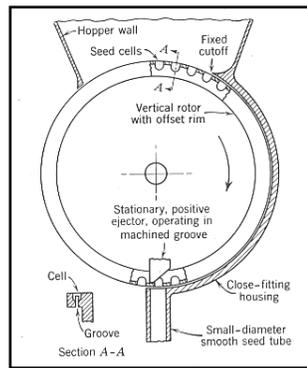
Figura 2.5 a) mecanismo de medición de semillas de plato inclinado, b) mecanismo de medición de semillas de plato inclinado diseñado para siembra de precisión de pequeñas semillas vegetales. (Kepner 1978).

2.3.1.3 Mecanismos de medición con plato vertical.

Los mecanismos de medición con rotación vertical del tipo mostrado en la figura 2.6 son usados con frecuencia para siembras precisas de vegetales y remolacha azucarera. (Kepner 1978)

En algunas unidades se omite el tubo de semillas, girando al plato lo mas lento posible y descargando directamente la semilla al surco. Las unidades de rotación vertical cuentan también con cucharas, las cuales llegan a un deposito de semilla superficial, levantan las semillas hacia la parte superior, y las descargan durante el recorrido de bajada.

Figura 2.6 mecanismos de precisión de medición de semilla con rotación vertical. (Kepner 1978).



2.3.1.4 Mecanismos de medición con celdas en una banda.

Este tipo de mecanismo preciso de medición tienen celdas en una banda, (Fig. 2.7) ajustadas a las semillas llegan desde un deposito y entran a la cámara por arriba de la banda por medio de la apertura en A, y son mantenidas a un nivel controlado. (Kepner, 1978)

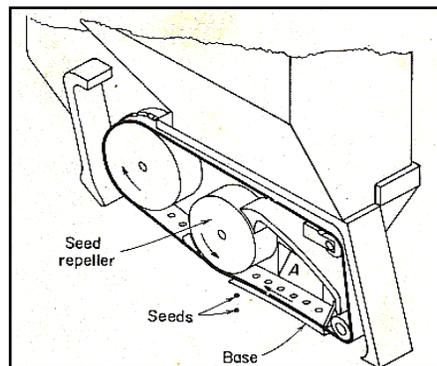


Figura 2.7 mecanismos de precisión de medición de semilla tipo banda (Kepner 1978)

Como la banda gira en el sentido de las manecillas del reloj, el borde de semillas que también gira, retira la semilla en exceso, teniendo una semilla en cada celda. Las semillas que están en las celdas son transportadas sobre la base y son descargadas por la parte inferior de la banda en la rueda repelente de semillas. La falta de estos mecanismos repelentes de excesos de semillas causan variabilidad en el espaciamiento de semillas.

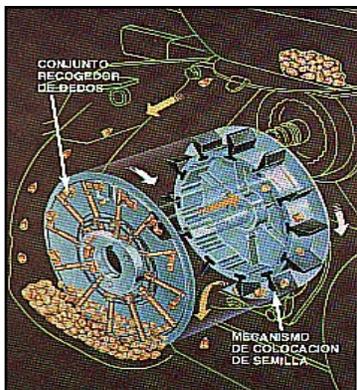
2.3.1.5 Mecanismo de medición con dedos recogedores.

La unidad mostrada en la figura 2.8 esta diseñada para todos los tipos de maíz. Esta cuenta con doce dedos recogedores con brazos en rotación radial, estos dedos recogedores atrapan a una o mas semillas a medida que pasan a través del deposito de semillas. (Kepner 1978).

De todas las semillas atrapadas por el mecanismo solo una es liberada conforme los dedos recogedores pasan sobre dos pequeñas muescas cerca de la parte superior del disco estacionario.

Como los dedos siguen en rotación, pasan sobre una apertura del disco y empujan el grano sobrante a una de las doce celdas adyacentes, con la rueda de semillas en rotación. La rueda de semillas descarga los granos individuales en el surco.

Figura 2.8 Mecanismo de medición para semilla de maíz tipo recogedor de dedos.



El sistema de medición recogedor de dedos que se ilustra en la figura 2.8 se desarrollo debido al inconveniente de tener que cambiar los platos semilleros cada vez que se cambiaba el tamaño de la semilla, y a la dificultad de obtener exactamente el plato de semillero apropiado.

2.2 Factores que afectan el llenado de celdas y daño en las semillas

El porcentaje de llenado de las celdas para una sembradora dada está influenciada por factores tales como: el tamaño de la semilla máximo con relación al tamaño de celda, el rango de tamaño de semilla, la forma de éstas, la forma de las celdas, el tiempo de exposición de una celda a la semilla dentro del depósito, y la velocidad lineal de la celda (Kepner, 1978)

El porcentaje de llenado de celda se define como: el número total de semillas descargadas dividido por el número total de celdas pasando por el punto de descarga.

De acuerdo con esta definición, el 100% de llenado de celdas no necesariamente significa que cada celda contenga a una semilla pero meramente implica que alguna celda pueda estar vacía y que otras sean llenadas por múltiples semillas. La distribución más uniforme de la semilla es usualmente obtenida con combinaciones de semilla, tamaño de celda, y velocidad de celda que dan alrededor del 100% de llenado promedio de celdas.

La figura 2.13 muestra la relación de llenado de celdas contra velocidad cuando la medición de la semilla de maíz es con sembradoras de plato caída por la orilla y horizontal. La curva de líneas punteadas muestra muy pequeños incrementos en llenado de celdas (posiblemente debido a unas cuantas dobles en las celdas) a medida que la velocidad fue reducida debajo del punto del 100% de llenado, indicando que probablemente la semilla fue más uniforme y el tamaño de celda, se aproximó a la semilla que para alguna de las otras tres curvas.

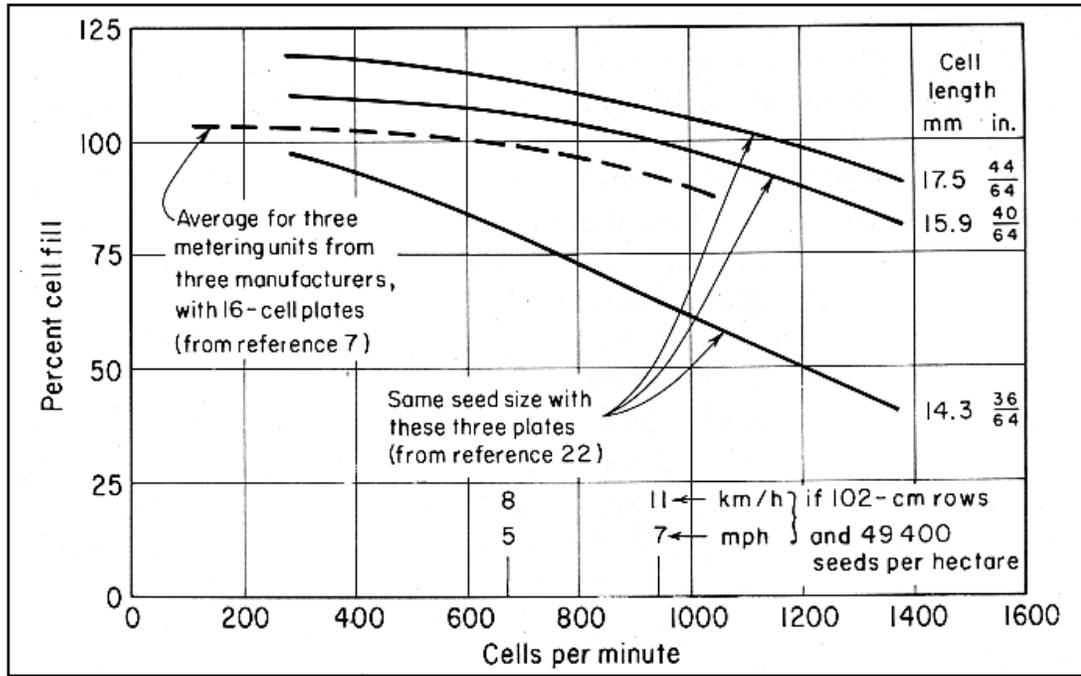


Figura 2. 13. Efecto de la velocidad del plato y del tamaño de celda para maíz con platos de caída en la orilla y horizontal. (Espacio de hileras de 102cm con una velocidad de avance para 49 400 semillas por hectárea). (Kepner, 1978)

El efecto de velocidad de la celda aparenta ser mucho mayor para semillas de superficie ásperas que para semillas largas uniformes como el maíz. Las semillas dobles en las celdas ocurren a bajas velocidades con semillas de tamaño pequeño que con semillas largas.

2.4 Concepto de Sembradoras.

García y García 1976. Define con el término. “Una sembradora es una maquina que deposita en el suelo las simientes de cereales, legumbres y de otros granos análogos”. Davies C.1980. Define el término. “Es una maquina que suelta cantidades medidas de semilla en chorro continuo que atravesando

unos tubos cae en la tierra” Gulvin y Stone 1987. Menciona que las sembradora son aquellas maquinas que siembran la semilla en hileras en el fondo de un surco o al voleo en terrenos sin surcar. Candelon 1971. Dice que la sembradora es una maquina con características de trabajo como: regularidad en la profundidad de siembra con posibilidad de regular como se desee, regularidad en el reparto de semilla, siembra en líneas regulares y acondicionamiento de sementera. Breece, 1975. Menciona que las sembradoras en hileras están diseñadas para sembrar grandes cantidades de semillas de diferentes cultivos en muchas condiciones de suelo. Breece At al Op. Cit. Señala en 1890 se uso por primera vez una sembradora de goteo de un solo grano.

2.5 Funciones de la Sembradora

El propósito de la mayoría de las sembradoras(excluyendo las sembradoras al voleo) es la siembra uniforme en hileras o camellones. Para hacer esto de forma deseada, la sembradora debe realizar un número importante de funciones:

- Abrir un suco en el suelo
- Medir la semilla
- Colocar la semilla
- Cubrir la semilla
- Apisonar la sementera

2.5.1 Medición de la Semilla

Para obtener un rendimiento óptimo durante la cosecha, hay que tener una proporción de siembra controlada, tales como semillas por hectárea, hectolitros por hectárea o kilos por hectárea. La medición de la semilla esta considerada como una de las funciones principales de cualquier maquina sembradora. Este dispositivo permite que la semilla se mida y se coloque en la tierra una a la vez. Otros dispositivos medidores incluyen el tipo placa, alimentación acanalada, aire, patín interno y orificio variable. (Breece, 1975)

2.6 Clasificación de las Sembradoras

Tipos de Sembradoras

Los equipos de plantación o siembra generalmente se dividen en cuatro tipos:

- Sembradoras en hileras
- Sembradoras de granos
- Sembradoras a voleo
- Sembradoras especializadas

2.6.1 Sembradoras en Hileras

Las sembradoras en hileras (Fig. 2.14) se utilizan generalmente para cultivos, tales como maíz, sorgo, soya y algodón, que requieren espaciamiento entre hileras precisas y espaciamientos uniformes de las plantas dentro de las hileras. Estos cultivos son sembrados en hileras para ayudar el control de malezas y también de la cosecha. Este tipo de sembradoras están diseñadas para colocar las semillas en hileras lo suficientemente separadas para permitir el control de malezas mediante el cultivo y para mejorar la eficiencia de la cosecha. (Breece, 1975)



Fig. 2.14 Sembradora en hileras (surcos)
Sembradoras en terreno plano

Las sembradoras de terreno plano son utilizadas en regiones donde la cantidad de lluvia es suficiente para el crecimiento de un cultivo desde la siembra hasta la cosecha, sin necesidad de contar con un sistema de irrigación.

Sembradora en camellones

Las sembradoras en camellones tienen su aplicación directa en lugares donde hay demasiada humedad antes de la siembra o donde es conveniente regar los surcos entre los camellones.

La parte superior de las camas o camellones se secan más rápidamente permitiendo la siembra más temprana que lo que podría hacerse en terreno plano. Además se obtiene una población mejorada pues la cama seca se calienta más rápidamente, mejorando la germinación de la semilla y apurando la salida de la planta.

Sembradoras de surcos. Colocan las semillas en los surcos entre los camellones donde hay más humedad disponible, este tipo de sembradoras se utilizan en lugares donde la cantidad de agua es limitada durante la estación de crecimiento. Los cultivos sembrados en surcos se benefician con la lluvia adicional colectada en estos surcos

Sembradora en Surcos

El método de siembra se usa más comúnmente en la plantación de maíz, soya, sorgo y algodón. Las semillas se dejan caer individualmente en la hilera a una distancia dada tales como una semilla aproximadamente cada cinco o veinte centímetros dentro de la hilera. El espacio depende de la población deseada por hectárea. (Breece, 1975)

2.6.2 Sembradoras de granos pequeños

La sembradora de granos se usa para sembrar o plantar semillas tales como avena, trigo, cebada y otros granos pequeños. Estas semillas están sembradas para producir cosechas de alta población.

La sembradora de grano esta disponible en una variedad de anchos y puede usarse para sembrar semillas de pasto o de algunas leguminosas, así como para aplicar fertilizante.

Las semillas deben sembrarse en hileras de anchos de 20 a 50 cm en proporciones moderadamente precisas, en kilos por hectárea o hectolitros por hectárea. (Breece, 1975)

2.6.3 Sembradora al Voleo

La sembradora a voleo se utiliza para granos pequeños tales como avena, trigo, cebada y pasto o leguminosas. En la actualidad estas sembradoras no se utilizan para cultivos comerciales por tres razones, que son:

- La precisión de siembra no es tan buena como las sembradoras en hileras.
- Las semillas se dispersan al azar, y no en hileras básicas.

- Las semillas quedan en la parte superior de la sementera; por lo tanto requieren otra operación de campo para cubrir la semilla.

2.6.4 Sembradoras Especializadas

Las sembradoras especializadas incluyen las transplantadoras y un número de sembradoras de semillas de hortalizas. Todas estas sembradoras están diseñadas para operaciones de siembra especiales. Varían considerablemente los anchos de hileras, método de medición, abresurcos, métodos de cobertura y tipos de mecanismos de colocación de la semilla (Ortiz y Herranz, 1989)

Sembradoras para Papa

Estas maquinas que entierran tubérculos en vez de semillas se les llama plantadoras. Según el tipo de alimentación, se distinguen tres tipos de maquinas sembradoras de papas(Fig. 2.15).

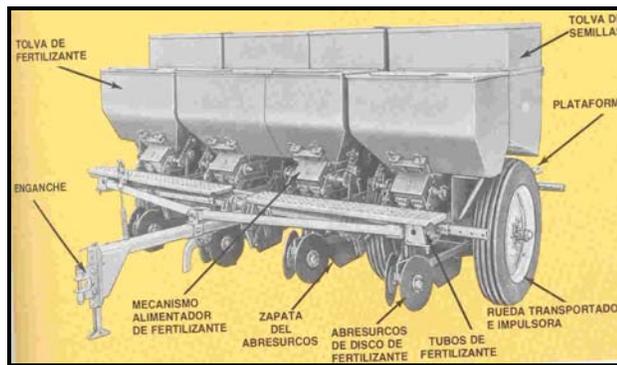


Fig. 2.15 Sembradora de Papas

Transplantadoras

Se utilizan fundamentalmente en horticultura y viveros para transplantar plántulas producidas en semillero. Realizan una labor más perfecta y de ancho mayor rendimiento que la realizada manualmente. Deben colocar la planta en el terreno en posición erecta, con las raíces extendidas, apretando la tierra en la base de la planta. Se planta a una profundidad de 20 cm. en líneas separadas entre 25 y 75 cm. y a una distancia en línea entre 15 y 120 cm las maquinas deben ser utilizables para distintos tipos de plantas. (Ortiz y Herranz, 1989).

Sembradoras para hortalizas

Estas sembradoras se usa generalmente como una unidad montada ya sea aun transportador de herramientas o a una barra portaherramientas en el tractor. La sembradora de hortalizas se utiliza para sembrar cultivos tales como zanahoria, espinaca, rábano, repollo, pimiento, tomate y lechuga. La sembradora de hortaliza se utiliza en lugares donde estas se cultivan en gran

escala para mercados comerciales. Bajo estas condiciones de gran escala los equipos modernos son de necesidad económica. (Breece, 1975).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales y equipo.

El procedimiento de las pruebas de dosificación y continuas se llevara acabo con la sembradora Gherardi modelo G-152 de dos unidades.

Para realizar las diferentes mediciones será necesario contar con instrumentos y material necesario para medir: la longitud, masa, volumen, tiempo, revoluciones por minuto, ángulos, diámetros interiores y exteriores.

1. Banco de pruebas
2. Báscula 5 ton
3. Báscula (50 Kg)
4. Báscula de reloj de 10 Kg.
5. Báscula de reloj de 2100 g.
6. Báscula de reloj de 600 g.
7. Cronómetros
8. Cámara fotográfica
9. Cámara de video
10. Flexómetro de 5 m
11. Caja de herramientas
12. Nivel lineal Magnético
13. Nivel angular Magnético.
14. Reglas métricas de 20 m
15. Reglas métricas de 50 m
16. Escuadra de precisión
17. Pie de rey digital (vernier)
18. Micrómetros
19. Probeta de 1 l.
20. Plomadas(2)
21. Tacómetro digital
22. Bolsas de plástico 20x20 cm
23. Papel filtro para germinación
24. Recipientes de plástico
25. Contenedor para muestra de suelo
26. Medidor de ángulo de reposo

27. Tamices grandes (10 a 100 mm)
28. Tamices pequeños de 2 a 15 mm.
29. Sembradora mecánica GHERARDI
Con engranes de: 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26 para variar la entrega en el dosificador de semilla y fertilizante.
30. Semilla de maíz: variedad AN-447, tamaño Bola mediano
31. Semilla de sorgo super Sweet II
32. Semilla de fríjol
33. Equipo de análisis de suelo.
34. Sub-ensamble para transmisión a dosificadores.
35. Reductor
36. Vareador de frecuencia para 3 HP trifásico.
37. Sistema de monitores de caída de semilla y desplazamiento de dos unidades.
38. Banco modular con un motóreductor de 1.30 con motor de 0.5 HP

3.2 Metodología

Las pruebas y evaluaciones se realizaran en el laboratorio de pruebas para sembradoras fertilizadoras de funcionamiento mecánico con que cuenta la UAAAN, para la evaluación se aplicara la norma NMX-O-168-SCFI-2002

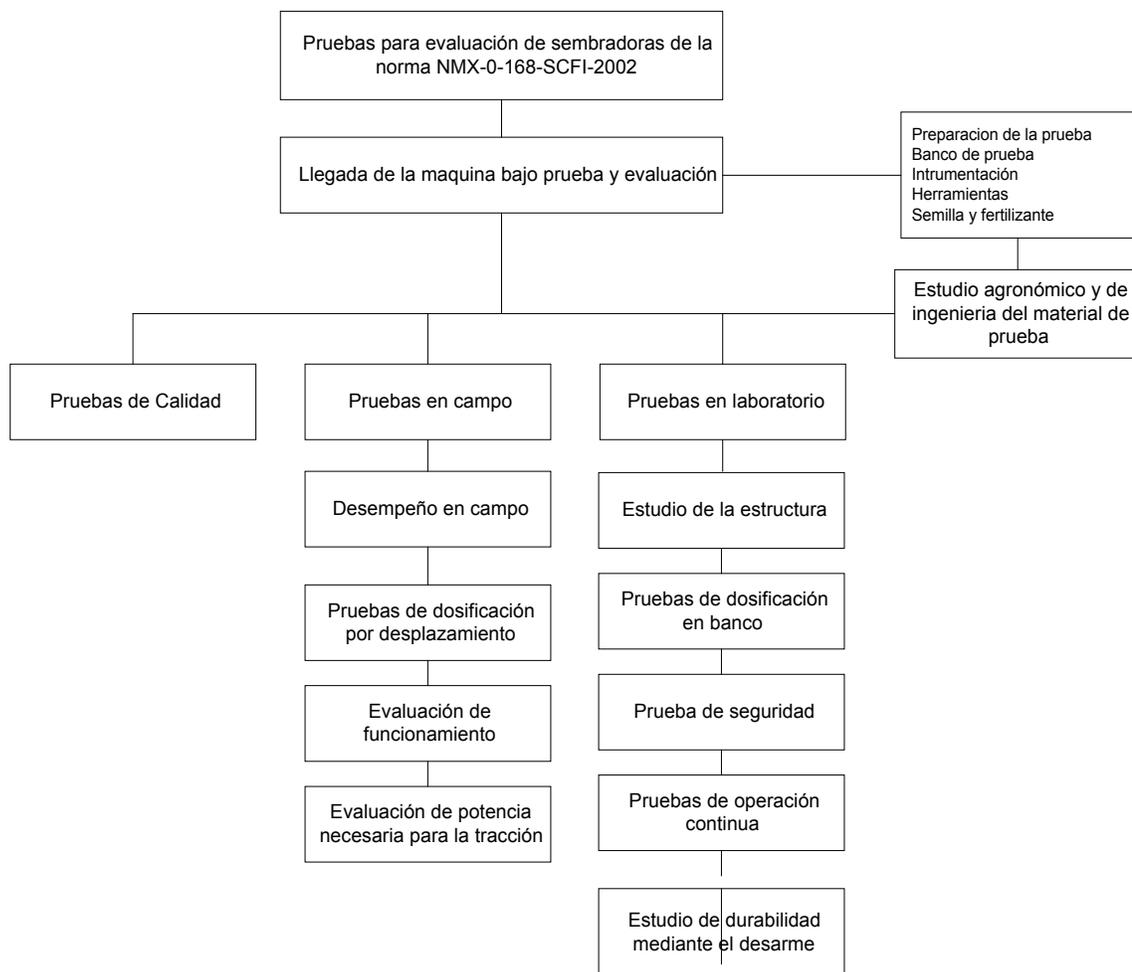


Fig. 3.1 Diagrama de flujo de las pruebas para evaluación de sembradoras mecánicas.

Para este trabajo de investigación de validación de la norma, únicamente se realizarán las pruebas en laboratorio como están indicadas en el diagrama de flujo de la Fig. 3.1

La sembradora se enganchará al banco de prueba, el cual cuenta con un motor reductor y un varedor de frecuencia, varía la velocidad de giro del eje de alimentación (rpm),

se cuenta también con un mecanismo que simulara la pendiente del terreno para conocer el efecto de esta sobre estas dos variables en dosificación de semilla y fertilizante.

Antes de iniciar el trabajo, se realizara una verificación completa de la maquina este en buen estado para trabajar, junto con las especificaciones relacionadas con los elementos de la sembradora. Se debe contar con un manual de funcionamiento de la sembradora para poder realizar el análisis comparativo lo que dice el fabricante co los resultados obtenidos en laboratorio.

3.2.1 Estudio Agronómico y de Ingeniería del Material Sujeto a Prueba

Determinación de Condiciones de la Semilla sujeta a prueba

Análisis de Pureza

Primeramente se realiza una prelimpieza con una criba de 26/64 RD, posterior a esto se llevo a cabo la clasificación con un Cártter Day con una criba de 8 mm de diámetro, a 34 rev/min.

El objetivo es determinar la composición de la muestra, y por lo tanto, de la semilla y de la materia inerte presente en la muestra; se desglosan y se cuantifican sus componentes: semilla pura, semilla de otros cultivos y hierba; materia inerte.

Método de examen visual

En primer lugar se realiza un análisis para verificar que la semilla sea adecuada al plato correspondiente. Para semilla de maíz la muestra debe ser de un kilogramo (Moreno, 1996)

Primeramente se homogeniza el lote (30 Kg) obteniendo de este la muestra (1 kg) la homogenización se realiza con un homogenizador de Boenet. Los componentes de la muestra se determinan manualmente con una espátula y son pesados con una báscula de 0.01g de preescisión.

a) se determina el peso y el porcentaje correspondiente de cada componente y se obtiene el porcentaje de semilla pura.

Poder Germinativo de la Semilla

El objetivo de esta prueba es obtener la información con respecto a la capacidad de la semilla para producir plántulas normales; estos métodos de laboratorio son los más adecuados ya que permiten controlar las condiciones externas para obtener resultados uniformes y rápidos sobre germinación de semillas Fig. 3.2 y 3.3



Fig. 3.2 Geminación de Fríjol

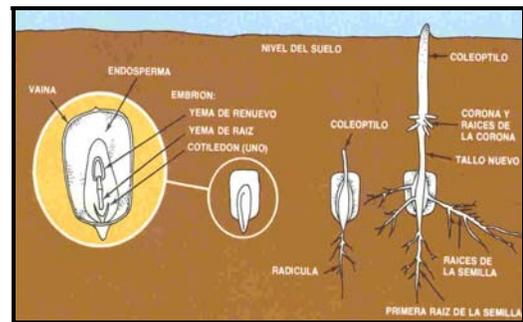


Fig. 3.3 Germinación de Maíz

La prueba de germinación se lleva acabo con la fracción de la muestra considerada como semilla pura.

a) Se toman 400 semillas al azar y se realizan 8 repeticiones de 50 semillas por muestra, evitando de esta manera que se amontonen y se contaminen con microorganismos que puedan alterar los resultados.

- b) Se colocan 8 repeticiones de 50 semillas entre las hojas de papel, el embrión de la semilla deben llevar el mismo sentido; el papel es enrollado en tacos, posteriormente se colocan en una bolsa de polietileno y se llevan a la cámara de germinación, se colocan en posición vertical.
- La humedad relativa dentro de la cámara debe ser de 90 a 95 % lo más cercano a la saturación, o de acuerdo a la necesidad de la semilla; revisando periódicamente para asegurar la humedad adecuada.
 - La temperatura de la cámara de germinación debe ser de 20 a 30 °C
 - La intensidad de luz es de 750 a 1250 lux(75-125 Ft), esto satisface la necesidad de las semillas para germinar.
- c) La duración de la prueba de germinación para maíz es de 7 días y para frijol 8 días, en la cual se realiza el conteo final determinando

FORMULA

$$\text{Germinación} = 100(S_n + S_a) / N_s$$

S_n: Semillas normales

S_a: Semillas anormales

N_s: Numero de semillas

Contenido de Humedad

La humedad es el factor más importante en la conservación de la semilla, ya que favorece el desarrollo de insectos y hongos, teniendo un efecto en los procesos fisiológicos de la semilla. El contenido de humedad se entiende como la cantidad de agua que contienen las semillas y es expresado en por ciento (Moreno, 1996).

Procedimiento

Se realizan 6 repeticiones, utilizando una secadora, contenedor, desecador y balanza electrónica digital. La masa de cada muestra aproximada a 100g (rango de error es la masa promedio de una semilla) Obteniendo la masa inicial (W_s) Secar de 60 a 80 °C durante 24 horas, después de secar, obtener la masa final (W_s) Obteniendo la masa de tara (W_C) Calculando el contenido de humedad (P_{as} , %)

Formula

$$P_{as} = 100(W_s - w_s) / (W_s - W_C)$$

W_s : Masa inicial

W_s : Masa final

W_C : Masa de la tara

Peso de mil semillas

Se realizan ocho repeticiones de 100 semillas cada una, se pesan en gramos con el mismo numero de cifras decimales. Calculando la varianza (S^2), la desviación estándar (S), y el coeficiente de variación (CV). Con las siguientes formulas:

$$S^2 = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{N(n-1)} \quad S = \sqrt{S^2} \quad CV = \frac{S}{x} (100)$$

X = Peso en gramos de cada repetición.

N = Numero de repeticiones

X = media del peso de mil semillas.

Peso Volumétrico

Para determinar el peso volumétrico se recomienda la balanza de peso volumétrico, la cual consta de un cono, un recipiente graduado y una balanza.

Procedimiento

El cono se coloca a una altura de 5 cm. sobre la parte central del recipiente graduado, la semilla se vacía en el cono, sobrepasando el borde del recipiente para que el llenado sea uniforme, eliminando el exceso con una regla. Una vez realizada esta operación se coloca en la balanza y se toma la lectura de su peso. El peso volumétrico se reporta en kilogramos por hectolitros.

Se obtienen de tres a cinco lecturas para determinar el promedio y este representara el peso volumétrico de la semilla.

Tamaño de la semilla

Se realizan 5 repeticiones de 100 semillas por cada variedad. Utilizando un vernier (graduación mínima de 0.01 mm)

Para esta medición se utilizara semilla tamizada, midiendo el valor de la longitud (Ls), Ancho(As), y Espesor(Es) de la semilla, corresponde a los valores máximos medidos en la semilla para cada caso, el valor se especifica en mm.

Densidad de la semilla

Se realizaran 5 repeticiones, midiendo en una probeta de 1l con graduación mínima de 1ml, y una báscula digital con graduación mínima de 0.01g. Obteniendo la masa del vaso de precipitados (m_{vp}), g. Vaciando lentamente la muestra en el vaso de precipitados hasta alcanzar un litro ($V=1l$). Obteniendo la masa total (M_t) g.

Formula

Calcular la densidad de semillas (g/l)

$$D = (M_{vp} - M_t) / V$$

Tratamiento de la Semilla

Se obtendrá de un estudio realizado del proceso de producción de maíz y frijol predominantes, donde se determinara que productos son aplicados a las semillas para la siembra. En el caso de semilla certificada o registrada, los datos sobre el tratamiento de la semilla deberán ser especificados por la compañía productora y/o envasadora de semillas.

Determinación del Fertilizante Sujeto a Prueba

a) Peso Volumétrico del fertilizante

Para determinar el peso volumétrico se recomienda la balanza de peso volumétrico, la cual consta de un cono y un recipiente graduado y una balanza.

Procedimiento

El cono se coloca a una altura de 5 cm sobre la parte central del recipiente graduado, el fertilizante se vacía en el cono, sobrepasando el borde del recipiente para que el llenado sea uniforme, eliminando el exceso con una regla. Una vez realizada esta operación se coloca en la balanza y se toma la lectura de su peso. El peso volumétrico se reporta en kilogramos por hectolitros.

Se obtienen de tres a cinco lecturas para determinar el promedio y este representara el peso volumétrico del fertilizante.

Distribución del Tamaño del Fertilizante.

Se realizaran tres repeticiones de la mezcla de fertilizante previamente preparada, utilizando tamices (10, 5, 2, 1.7, 1.5, 1.2, 1.0, .8 mm) y una bascula electrónica digital. Se hacen pasar mediante la vibración durante 30 segundos, 4 Kg. de muestra de fertilizante, a través de los tamices. Obteniéndose de esta manera la masa del fertilizante de cada tamiz y se calcula el porcentaje respecto a la muestra total. Realizando un histograma de la distribución de tamaño.

Angulo de reposo del fertilizante

Se realizan 5 repeticiones. Utilizando el medidor de ángulo de reposo (MAR), termómetro de bulbo, nivel de mano, regla métrica de 1m, papel estraza de 75 x 75 cm. Preparar 30 Kg. de muestra.

Se coloca el MAR nivelado horizontalmente, se mide la temperatura del medio ambiente. Se llena la tolva del MAR con la muestra de fertilizante asegurándose que la salida este cerrada. Se abre la tapa hasta que la punta del montón se eleve hasta a alcanzar la boca (salida) de la tolva; en caso contrario de debe añadir más fertilizante con la tapa abierta hasta que se alcance. Se marcan ocho puntos alrededor de la base del montón de muestra y se mide el diámetro en 4 posiciones.

FORMULA

$$\alpha = \tan^{-1} (240) / (d-25)$$

α : Ángulo de reposo

D : Promedio de diámetros (mm)

3.2.2 Estudio de Estructura

Este estudio tiene como finalidad tanto la revisión de la información brindada por el fabricante, como el análisis de las dimensiones principales, masa, mecanismos e instalación del equipo sujeto a prueba. También verificar aspectos generales de seguridad de la estructura.

Revisión de la Información Brindada por el Solicitante

En esta revisión, tanto las especificaciones de la sembradora como la información proporcionada por el fabricante en cuanto a las recomendaciones para el desempeño y la capacidad de trabajo, deben ser confirmadas y examinadas. La sembradora debe obtenerse con toda información técnica para estar en posibilidad de examinar detalladamente la estructura del equipo y comparar la congruencia con los parámetros nacionales e internacionales.

Variables de estudio

Todas las pruebas de medición de la estructura se realizan en el laboratorio de pruebas. Uno de los objetivos es valorar el grado de coincidencia de la información que acompaña la maquina entregada por el fabricante con las condiciones reales obtenidas en la evaluación.

Datos de la maquinaria

Donde se requiere contar con:

- 1 Nombre del fabricante

- 2 Modelo
- 3 Número de serie
- 4 Dirección del fabricante

Documentos entregados

Es necesario que el fabricante entregue los siguientes documentos

- Manual del operador
- Manuales de mantenimiento
- Dibujos
- otro que el fabricante considere necesarios.

Masa de la sembradora en Kg.

La masa de la maquina se determina con todos sus componentes como debe ser usada durante las pruebas, pero sin semilla ni fertilizante en las tolvas. La sembradora debe estar acoplada a los enganches de tres puntos del tractor, se pesara junto con el tractor y se desganchara y se pesara solo la sembradora.

Sistema de transmisión

Se requiere identificar el tipo de transmisión que se utiliza la sembradora en relación de velocidad de entrada: velocidad de salida y el número de elementos de transmisión

Mecanismo Dosificador para Semilla y Fertilizante

Se deberá identificar el mecanismo que utiliza para dosificar la semilla y el fertilizante donde se identifique para cada caso el:

- a) Mecanismo

- b) Método de ajuste
- c) Rango de ajuste entre matas
- d) Número de salidas
- e) Tolvas(numero, capacidad, material)

3.2.3 Prueba de Dosificación en el laboratorio de pruebas

Se requiere montar la sembradora en el banco y realizar los ajustes necesarios para poder dar inicio a la prueba

3.2.3.1 Prueba de Ajuste al Dosificador

Esta prueba se realiza íntegramente en el Banco de Pruebas para sembradoras (Fig. 3.5), y tiene como objetivo identificar los límites de dosificación de la semilla y del fertilizante del equipo sujeto a prueba, la uniformidad de entrega entre las salidas y grado de precisión



Fig. 3.5 Sembradora montada al banco de pruebas

Método de Prueba

Se requiere determinar y/o alcanzar:

1. Velocidad en revoluciones por minuto del eje de alimentación
2. Se ajusta a la velocidad recomendada por los fabricantes (generalmente de 6 a 8 km/h).
3. Numero de salidas del dosificador: la prueba se realizo en los dos cuerpos de la sembradora.
4. Cantidad de fertilizante y semilla para llenar las tolvas: estas se llenan hasta un 80 % de su capacidad.
5. Ajuste al dosificador: este parámetro esta relacionado con la capacidad efectiva de ajuste de los dosificadores Semilla: relación de engranes y plato semillero recomendado por el fabricante. Fertilizante: relación de engranes y dosificador de estrella.
6. Repeticiones: 3 repeticiones por cada unidad y combinación de engranes

Variables a Medir

- a) Cantidad dosificada por cada salida durante 60 segundos en semillas y fertilizante, en cada ajuste al dosificador.
- b) Proporción de semilla dañada en cada ajuste al dosificador.
- c) Estado de trabajo (dosificación).
- d) Otros puntos necesarios, ejemplo: fallos y ajustes durante la prueba

Método de Medición

Las pruebas se realizan por separado ya sea para semilla o fertilizante. En su caso se llena las tolvas con semilla o fertilizante hasta un 80% de su capacidad, procurando que no haya variación en la cantidad del contenido de la tolva durante la medición.

a) Semilla: con respecto a cada ajuste al dosificador, se mide en gramos la cantidad dosificada en un lapso de 60 segundos, por cada salida del dosificador, y se estudia la condición bajo la cual se dosifican las semillas, se realizan tres repeticiones para cada salida (Fig. 3.6)



Fig. 3.6 Dosificación de semilla

b) Fertilizante: con respecto a cada ajuste del dosificador, se mide en gramos la cantidad de fertilizante dosificada en el lapso de 60 segundos, por cada salida del dosificador, se estudia la condición bajo la cual se dosifico el fertilizante, se realizan tres repeticiones para cada salida (fig. 3.7)



Fig. 3.7 Dosificación de Fertilizante

3.2.3.2 Dosificación por Cambio de velocidad

Esta prueba tiene como objetivo identificar la dosificación por unidad de distancia debido al cambio en el número de revoluciones del eje de alimentación del equipo sujeto a prueba. La velocidad del eje de alimentación es proporcionada por un motóreductor de 1:30 (Fig. 3.8), y la velocidad es controlada por un variador de frecuencia (Fig.3.9).



Fig. 3.8 Motorreductor de .5 HP



Fig.3.9 Variador de frecuencia

Parámetros Calculados

A) Dosificación por cada Metro y por cada Salida
Se calcula mediante la siguiente formula:

$$Gm = 0.033 gh / v$$

Gm: Dosificación por cada metro y por cada cuerpo (g/m).

gh: Promedio de la dosificación de una salida por cada 60 seg., en gramos (g).

v: Velocidad de desplazamiento (m/s)

$$VTangencial = 0.0167 rpm (\pi) D$$

D: Diámetro efectivo

rpm: medidas con el tacómetro o directamente en eje de la rueda motriz.

B) Dosis de Siembra

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$gf = 1000 (Gm * Nt) / Ah$$

gf: Dosis de siembra (kg/ha).

Gm: Promedio de dosificación por cada metro y por cada cuerpo (g/m).

Nt: Numero de salida

Ah: Ancho de trayecto de trabajo (m)

C) Dosis de Fertilizante

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$gf = 1000 (Gm * Nt) / Ah$$

gf: Dosis de fertilizante (kg/ha).

Gm: Promedio de dosificación por cada metro y por cada cuerpo (g/m).

Nt: Numero de salida

Ah: Ancho de trabajo (m)

D) Irregularidad de Entrega en las Salidas

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$G_p = 100 (g_m - G_m) / G_m$$

G_p : Irregularidad de entrega en las salidas (%).

G_m : Valor máximo o mínimo de la dosificación en cada salida (g/m) (se selecciona el valor mayor de la desviación respecto al valor promedio)

G_m : Promedio de la dosificación por cada metro y por cada salida (g/m). Sin embargo respecto a la irregularidad de entrega entre salidas, se toma el valor de la dosificación a nivel de ajuste correspondiente que se encuentre dentro de los límites especificados en la tabla 1.

E) Irregularidad de Entrega de la Maquina

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$G_e = 100 (g_f - G_f) / G_f$$

G_e : Irregularidad de entrega de la maquina (%).

G_f : Valor máximo o mínimo de la dosificación (kg/ha)

G_f : Promedio de la dosificación (kg/ha).

F) Proporción de Semilla Dañada

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$C_r = 100 (S_d + S_c) / S_w$$

C_r : Proporción de semilla dañada (%)

S_d : Masa de las semillas añadas (g)

S_c : Masa de las semillas rotas (g)

S_w : masa total de la muestra (g)

G) Proporción de la Variación de dosificación por unidad de distancia

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$G_{np} = 100 (G_{np} - G_{ms}) / g_{ms}$$

G_{np} : Proporción de la variación de dosificación por unidad de distancia (%)

G_{mp} : Dosificación promedio de cada salida al modificarse a ± 20 % del numero de revoluciones del eje de alimentación (g/m).

G_{ms} : Dosificación promedio de cada salida en caso de que se maneje el numero de revoluciones normales (g/m).

3.2.3.3 Prueba de Dosificación sobre el Cambio de Inclinación de la maquina.

Esta prueba tiene como objetivo identificar la variabilidad en la dosificación, por unidad de distancia, del equipo sujeto a prueba mediante la Simulación de pendiente: de 0 y 10° de inclinación (Fig. 3.10 y 3.11



Fig. 3.10 Inclinación a 0°



Fig. 3.11 Inclinación a 10°

Para esta prueba se seguirá el mismo procedimiento descrito en el inciso 3.2.3.2

2.2.4 Prueba de seguridad

Prueba de seguridad de operación

Este estudio tiene como objetivo verificar aspectos generales de seguridad de la estructura del equipo sujeto a prueba, que depende del fabricante.

Método de Estudio

En caso necesario, además de confirmar físicamente el sistema y el equipo de seguridad, más de dos inspectores operaran el equipo sujeto a prueba para verificar así la seguridad del mismo.

Variables de Estudio

- a) Información de seguridad en los folletos entregados por el fabricante.
- b) Señalización.
- c) Guardas o cubiertas.
- d) Existencia de puntos salientes y partes punzo-cortantes que representen algún peligro al usuario.
- e) Indicaciones de ajuste de la cantidad dosificada.
- f) Seguridad y maniobrabilidad en el sistema de transmisión.
- g) Seguridad al liberar las semillas atoradas en el mecanismo dosificador.
- h) Seguridad al enganchar y desenganchar la sembradora.
- i) Seguridad para efectuar ajustes.
- j) Seguridad para realizar acciones correctivas, colocación de semilla y fertilizantes.
- k) Otros necesarios a criterio del inspector.

Prueba de Facilidad de Operación

Esta prueba tiene como objetivo identificar el nivel de facilidad para el manejo y operación del equipo sujeto a prueba montado al tractor, así como la dificultad de instalarlo al tractor.

Método de Medición

La operación y el manejo se realizan en el campo donde se realizara la prueba de funcionamiento. Esto se lleva a cabo por más de dos inspectores utilizando las semillas y los fertilizantes para ejecutar el estudio, y siguiendo las instrucciones descritas para la prueba de funcionamiento.

Variables a Medir y a Estudiar

1. Indicaciones para el ajuste de la cantidad dosificada.
2. Esfuerzos para el accionamiento de los controles.
3. Disposición de los controles de calibración.
4. Facilidad de acople y desacople del equipo al tractor.
5. Facilidad para dar vueltas.
6. Facilidad para carga y descarga de semilla y fertilizante.
7. Facilidad y seguridad de ajuste, mantenimiento y reparación.
8. Seguridad y maniobrabilidad en el sistema de transmisión para los dosificadores de semilla y fertilizante.
9. Facilidad para mantener la operación en línea recta.

3.2.5 Prueba de Operación Continua

Operar el equipo sujeto a prueba de forma continua para observar y estudiar el estado de la operación, averías o anomalías tales como: Atoramiento

de semillas o fertilizante; variación en la cantidad de semillas o fertilizante que dosifican; midiendo el grado de daño de las semillas y fertilizante. La prueba se efectúa durante tres horas de operación interrumpida.

Método

1. Para cada unidad de la sembradora, se preparan un mínimo de 30 Kg. de semilla y 100 Kg. de fertilizante.
2. Se mide la dosificación en las condiciones recomendadas y se verifica el alcance de la dosificación de semillas y fertilizante, además de revisar irregularidades proporcionales entre cada cuerpo.
3. La semilla se colecta saliendo del dosificador por un lapso de 60 segundos; se repite esta operación para cada una de las salidas del dosificador, con intervalos de 30 minutos.
4. El fertilizante se colecta saliendo del dosificador por un lapso de 30 segundos; repitiendo esta operación para cada una de las salidas del dosificador con intervalos de 30 minutos.

Variables a medir

- 1) se calcula la variabilidad en la dosificación entregada por cada unidad de la sembradora y fertilizadora, analizando la variabilidad entre unidad y la maquina entera.
- 2) Se registran los cambios de temperatura en los ejes y chumaceras.
- 3) Se registran la ocurrencia de fallos, ruidos y requerimientos de lubricación.

3.2.6 Estudio de Durabilidad Mediante el Desarme

Estudio de durabilidad

El objetivo de este estudio es evaluar la durabilidad de la maquina mediante la observación y registro de fallas y/o problemas que ocurran a lo largo de diversas pruebas a que es sometido el equipo. Al terminar las pruebas, se evalúan y registra la condición final de la maquina para confirmar la existencia del desgaste o deformación de piezas.

Método de Estudio

En caso de presentarse fallas durante la prueba, es necesario hacer un registro de la condición de falla de la maquina y el tiempo requerido para eliminarla. Al término de las pruebas se desmontan las piezas principales para hacer un estudio por observación y medición de las mismas. Efectuando observación especial sobre los siguientes componentes de la sembradora: Platos dosificadores, catarinas, cadenas, mecanismos de transmisión, estado de tolvas.

- a) Revisión de desgastes (Fig. 22)
- b) Revisión de deformaciones o roturas.
- c) Condición de recubrimiento contra oxidación
- d) Número de fallos en piezas de reparación sencilla
- e) Número de fallos de composturas delicadas



Fig. 3.12 Medición de desgaste

Estudio Mediante el Desarme

Estudiar la calidad y precisión del ensamblado, maquinado y materiales que constituyen a las maquinas sembradoras.

Métodos de Estudio

Ejes

Se estudiara cada parte donde se ubiquen catarinas, cojinetes, engranes, cuñas. Midiendo Material, Dimensiones, Dureza el diámetro, dureza y observar el material de que esta hecho. En los ejes de la rueda motriz, de los tensores y del dosificador.



Fig. 3.13 Medición de Dimensiones

Bujes y Rodamientos

En los bujes o rodamientos donde gira el eje, se mide los de 1etro interior en dos posiciones a intervalos de 180°, en cada extremo y a $\frac{1}{4}$ desde ambas orillas, estudiando el material, Dimensiones y maquinado.

Mantenimiento

De acuerdo con las observaciones realizadas durante las pruebas, se evaluara la facilidad de mantenimiento y ajuste del equipo de siembra. Para esto es necesario desarmar y reensamblar la sembradora para evaluar la facilidad de estos parámetros.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron pruebas a la sembradora fertilizadora G-152 serie básica por New Holland (Fig. 4.1) las cuales consistieron en pruebas de estudio de estructura, dosificación en laboratorio tanto de semilla como de fertilizante. Determinando para el caso de semilla el porcentaje de llenado de celdas el daño mecánico con diferentes velocidades a 0° y 10° de inclinación. Para el caso de

fertilizante se determinara la eficiencia de dosificación en términos de velocidad, inclinación y numero de salida.

4.1 Descripción del equipo evaluado

Partes que conforman a la sembradora

- Paralelogramo Articulado
- Cuerpo sembrador
- Rueda de Mando
- Dosificador
- Abresurco
- Controladores de profundidad
- Ruedas compactadotas
- Tapadores



Fig. 4.1 Sembradora Gherardi G-152

4.2 Caracterización de Semilla

Las semillas utilizadas en las pruebas de dosificación se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.1 Caracterización de semillas

Semilla:	Maíz	Maíz	Fríjol	Sorgo
Variedad:	AN-447	AN-447	Flor de Mayo	Super Sweet II
Forma:	Bola	Plano		
Tamaño:	Mediano	Mediano	Mediano	

4.2.1 Porcentaje de Germinación

Los resultados obtenidos en esta prueba, se muestran en la siguiente tabla, clasificados según el tipo de plántula, así como las semillas sin germinar.

Cuadro 4.2 Caracterización del % de germinación de Sorgo

Tipo de plántulas*	Media	SD	CV
PN	87.75	3.01	.03
PA	11.37	2.97	0.26
SM	0.87	0.99	1.12

* PN(plántulas normales), PN(plántulas anormales) y SM(semillas muertas)

El porcentaje de germinación de la semilla de sorgo fue de 98.25 %

Cuadro 4.3 Caracterización del % de germinación de Maíz

Tipo de plántulas*	Media	SD	CV
PN	81	5.04	.06
PA	17.87	5.30	0.29
SM	1.25	1.12	1.00

* PN(plántulas normales), PN(plántulas anormales) y SM(semillas muertas)

El porcentaje de germinación de la semilla de maíz fue de: 97.75 %

Cuadro 4.4 Caracterización del % de germinación de Fríjol

Tipo de plántulas*	Media	SD	CV
PN	80.12	6.85	.085
PA	18.62	7.52	0.40
SM	1.25	0.88	0.70

* PN(plántulas normales), PN(plántulas anormales) y SM(semillas muertas)

El porcentaje de germinación de la semilla de fríjol fue de: 97.5 %



Fig. 4.2 Prueba de germinación de frijol

4.2.2 Peso de Mil Semillas

En las muestras analizadas de semillas en la siguiente tabla se logra apreciar la homogeneidad de las semillas, debido a que el coeficiente de variación no es insignificativo.

Cuadro 4.5 Caracterización del peso de 1000 semillas.

Tipo de semilla	Media	SD	CV	
	gr		%	%
Sorgo	2.28		0.11	0.05
Maíz	28.59		0.52	0.01
Frijol	36.0		0.6	0.01

4.2.3 Tamaño de Semillas

Los resultados de esta prueba se obtuvieron mediante la medición del valor de longitud, anchura y espesor de la semilla. Obteniéndose las Medias, la Desviación Estándar y el Coeficiente de Variación

Cuadro 4.6 Parámetros del tamaño de la semilla de sorgo (mm).

Dimensiones	Media (mm)	SD (mm)	CV %
Largo	4.2	.23	5.6
Ancho	3.3	.20	6.6
Espesor	2.6	.19	7.5

Cuadro 4.7 Parámetros del tamaño de la semilla de maíz bola (mm)

Dimensiones	Media (mm)	SD (mm)	CV %
Largo	8.6	1.1	14.8
Ancho	8.1	.68	8.5
Espesor	6.5	.77	11.7

Cuadro 4.8 Parámetros del tamaño de la semilla de frijol (mm)

Dimensiones	Media (mm)	SD (mm)	CV %
Largo	13	1	8
Ancho	9.9	.69	7
Espesor	4.7	.50	10.5

4.3 Estudio de Estructura

Datos de la sembradora

Fabricante:	New Holland de México, S.A. De C.V.
Modelo:	G-152
Número de serie:	G-G152
Dirección:	Av. 5 de Febrero 2117 Querétaro, Mex.

Documentos Entregados

Manual del Operador que se entregó con la máquina consta de indicaciones de seguridad, mantenimiento del equipo para su conservación, datos técnicos, instrucciones generales del acople y nivelación del equipo, y además incluye un capítulo detallado de partes y refacciones.

Mecanismo Dosificador de Semilla

- a) El mecanismo dosificador de la sembradora es de tipo placa o plato sembrero; para Maíz de 40 alvéolos, Frijol de 74 alvéolos y para sorgo de 136 alvéolos.
- b) El método de ajuste de la dosificación es cambiando la relación de engranes de transmisión, de esta manera se aumenta o disminuye el número de semillas por metro.

- c) Para el ajuste de la distancia entre matas o hileras se realiza aflojando los tornillos que sujetan las unidades, moviendo las unidades para ajustar la distancia adecuada.
- d) La sembradora G-152 cuenta con dos botes semillero uno para cada unidad con una capacidad de 50 litros, y una tolva de fertilizante para ambas salidas con capacidad de 270 litros.
- e) El sistema dosificador cuenta con engranes y gatillos botadores de semillas intercambiables para cada hilera.

4.4 Prueba de dosificación en el laboratorio

Banco de pruebas

Para esta prueba es necesario montar la sembradora en la estructura del el banco de pruebas, e instalar el banco modular; el cual consta de una parte esencial que proporciona el movimiento por medio de un motóreductor integrado con relación de 1 a 30 y una potencia de .5 hp, trifásico, otro componente importante es el contador digital el cual nos envía la lectura de las semillas teóricas y reales, este va conectado a un sensor de desplazamiento y al sensor optoeléctrico de la sembradora. La velocidad o revoluciones del motóreductor es controlada por un variador de frecuencia.



Fig. 4.3 Banco Modular con un Motóreductor de 0.5 Hp



Fig. 4.4 Variador de frecuencia

Operación del banco modular.

1. El variador de frecuencia pone en marcha el motóreductor, el cual a su vez por medio de la relación de engrane de transmisión de la sembradora proporciona el giro del plato semillero, a la velocidad requerida de la siembra a simular en laboratorio.
2. Con la relación de engrane se controlara la cantidad de semilla dosificada.
3. Cuando la semilla es descargada, esta pasa, por el sensor optoéctrico cortando el rayo de luz del sensor(Fig. 4.5), produciendo la señal que es dirigida inmediatamente al contador digital(Fig. 4.6).
4. El medidor de desplazamiento opera en conjunto con el plato perforado siendo este cual nos enviara las semillas teóricas.



Fig. 4.5 Sensor optoeléctrico

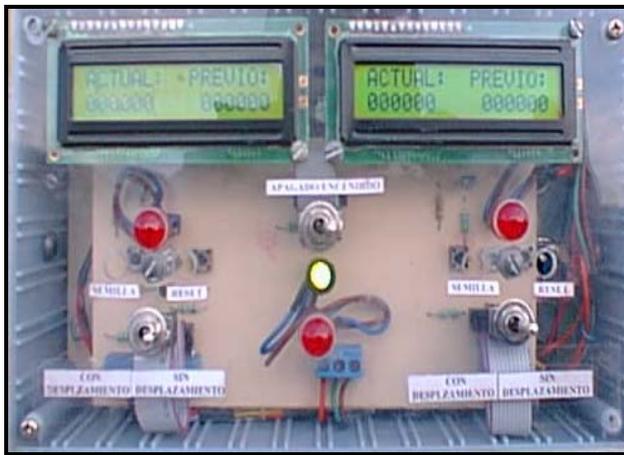


Fig. 4.6 Contador digital

Calibración del equipo antes de ser realizadas las pruebas

Cuadro 4.10 Calibración del equipo

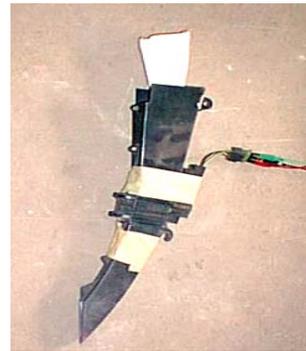
Calibración	% de exactitud del contador
Sorgo*	99.37
Maíz **	99.25
Frijol	100

* Para el caso de las semillas de sorgo, por ser muy pequeña surgió la necesidad de adaptar al tubo dosificador un cono de 1cm de base inferior y 7

cm de lado superior, y una altura de 17 cm, obteniendo un menor espacio en el de base superior cual la semilla pasaría por el haz de luz, del sensor optoeléctrico, se contaron 100 semillas, (cinco repeticiones) las cuales fueron pasadas por el sensor optoeléctrico teniendo un rango de aproximación del 98 a 100%.



4.7



4.8

Fig. 4.7 Muestra el cono utilizado para mejorar la precisión del sensor optoeléctrico

Fig. 4.8 Instalación del cono dentro del dosificador de semillas

** En el caso de la semilla de maíz la variación se debe al tratamiento de la semilla ya que al desprenderse partículas de la semilla o del tratamiento Es detectado por el sensor, teniendo una proximidad de $100\% \pm 1$.

4.4.1 Pruebas de dosificación de semilla de sorgo en gr/m

En los cuadros siguientes se muestran las dosificaciones en kg/Ha y g/m para cada unidad evaluada en forma independiente para 0° de inclinación.

Cuadro 4.11 Dosificación de sorgo, Unidad 1 a 0° de inclinación

Semillas	Velocidad	gh	Gm	gf
----------	-----------	----	----	----

Teóricas				
Cell/min	km/h	g/min	g/m	kg/ha
2399	7.20	56.57	0.47	5.90
2988	8.96	70.37	0.47	5.89
3759	11.28	88.13	0.47	5.86

Cuadro 4.12 Dosificación de sorgo, Unidad 2 a 0° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	km/h	g/min	g/m	kg/ha
2399	7.20	57.47	0.48	5.99
2988	8.96	69.87	0.47	5.85
3757	11.27	87.43	0.47	5.82

gh(gramos por minuto), Gm(gramos por metro) y gf(Dosis de siembra kg/ha)

a) Irregularidad de entrega en las salidas

En el cuadro 4.13 adicionamos un análisis comparativo entre las unidades dosificadores, obteniendo el porcentaje de variación entre unidades.

Cuadro 4.13 irregularidad de entrega entre salidas en semilla de sorgo a 0° de inclinación.

SALIDAS	% DE IRREGULARIDAD
Salida 1	0.28
Salida 2	1.76

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.13 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor **2 %** para una inclinación de 0°. Lo cual es aceptable.

b) Irregularidad de entrega en la maquina para 0° de inclinación

El porcentaje de variación de la maquina se muestra en le siguiente cuadro

Cuadro 4.14 irregularidad de entrega de la maquina a 0° de inclinación.

	% DE IRREGULARIDAD
Sembradora	1.81

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de siembra por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %.

Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de semilla de sorgo de los gramos por metro y referenciados a kg/ha.

Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 7.2 a 11.2 km/h la variación fue del orden de **1.81 %** para una inclinación de 0°

c) Prueba de dosificación a cambio de inclinación

En los cuadros siguientes se muestran las dosificaciones en kg/Ha y g/m para cada unidad evaluada en forma independiente para 10° de inclinación

Cuadro 4.15 Dosificación de sorgo, Unidad 1 a 10° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	Km/h.	g/min	g/m	kg/ha
2402	7.21	60.87	0.51	6.34
2981	8.94	72.27	0.48	6.06
3751	11.25	89.10	0.48	5.94

Cuadro 4.16 Dosificación de sorgo, Unidad 2 a 10° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	km/h.	g/min	g/m	kg/ha
2402	7.21	57.07	0.48	5.94

2981	8.94	69.53	0.47	5.83
3751	11.25	87.17	0.46	5.81

gh(gramos por minuto), Gm(gramos por metro) y gf(Dosis de siembra kg/ha)

d) Irregularidad de entrega en las salidas

Cuadro 4.17 Irregularidad de entrega entre salidas en semilla de sorgo a 10° de inclinación.

SALIDAS	% DE IRREGULARIDAD
Salida 1	3.68
Salida 2	1.33

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.17 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor **4 %** para una inclinación de 10°

e) Irregularidad de entrega en la maquina para 10° de inclinación

Cuadro 4.18 Irregularidad de entrega de la maquina en semilla de sorgo a 10° de inclinación.

	% DE IRREGULARIDAD
Sembradora	5.83

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de siembra por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %. Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de semilla de sorgo de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 7.2 a 11.2 km/h la variación fue del orden de **5.83 %** para una inclinación de 10°

Realizando un comparativo entre los resultados obtenidos de la dosificación de acuerdo con los cuadros 4.11, 4.12, 4.15 y 4.16 para la dosificación de gramos por metro(g/m) para 0° y 10° de inclinación existió una variación del **6.75 %** no habiendo diferencia entre velocidades. Indicándonos que no se encuentra entre el rango de tolerancia de variación especificado por la norma.

4.4.2 Pruebas de dosificación de semilla de maíz en gr/m

En los cuadros siguientes se muestran las dosificaciones en kg/Ha y g/m para cada unidad evaluada en forma independiente

Cuadro 4.19 Dosificación de maíz, Unidad 1 a 0° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	km/h	g/min	g/m	kg/ha

708	4.699	209.430	2.674	32.54
839	5.569	258.330	2.783	33.87
1107	7.347	322.070	2.630	32.00

Cuadro 4.20 Dosificación de maíz, Unidad 2 a 0° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	km/h	g/min	g/m	kg/ha
708	4.699	209.100	2.670	32.49
839	5.569	258.730	2.788	33.92
1107	7.347	321.600	2.626	31.96

gh(gramos por minuto), Gm(gramos por metro) y gf(Dosis de siembra kg/ha)

(a) Irregularidad de entrega en las salidas

Cuadro 4.21 Irregularidad de entrega entre salidas en semilla de maíz a 0° de inclinación.

SALIDAS	% DE IRREGULARIDAD
Salida 1	3.24
Salida 2	3.46

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.21 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor **4 %** para una inclinación de 0°, esto nos indica que la variación entre

salidas es aceptable, ya que esta en el rango de variación especificado por la norma.

(b) Irregularidad de entrega en la maquina

Cuadro 4.22 Irregularidad de entrega de la maquina en semilla de maíz a 0° de inclinación.

% DE IRREGULARIDAD	
Sembradora	3.45

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de siembra por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %.

Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de semilla de sorgo de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 4.6 a 7.6 km/h la variación fue del orden de **3.45 %** para una inclinación de 0°, lo cual es aceptable de acuerdo a la norma.

(b) Prueba de dosificación a cambio de inclinación

En los cuadros siguientes se muestran las dosificaciones en kg/Ha y g/m para cada unidad evaluada en forma independiente

Cuadro 4.23 Dosificación de maíz, Unidad 1 a 10° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	km/h.	g/min	g/m	kg/ha
722	4.792	209.900	2.628	31.98

884	5.867	257.700	2.635	32.07
1112	7.381	321.470	2.613	31.80

Cuadro 4.24 Dosificación de maíz, Unidad 2 a 10° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	km/h	g/min	g/m	kg/ha
722	4.792	213.930	2.679	32.59
884	5.867	260.000	2.659	32.35
1112	7.381	322.270	2.620	31.88

gh(gramos por minuto), Gm(gramos por metro) y gf(Dosis de siembra kg/ha)

(c) Irregularidad de entrega en las salidas

Cuadro 4.25 Irregularidad de entrega entre salidas en semilla de maíz a 10° de inclinación.

SALIDAS	% DE IRREGULARIDAD
Salida 1	0.36
Salida 2	0.99

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.25 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor 1 % para una inclinación de 10°, indicándonos que para la dosificación

de maíz existe una menor variación en comparación a la dosificación de 0° del cuadro 4.21.

(d) Irregularidad de entrega en la maquina

Cuadro 4.26 Irregularidad de entrega de la maquina

% DE IRREGULARIDAD	
Sembradora	1.49

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de siembra por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %. Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de semilla de Maíz de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 7.2 a 11.2 km/h la variación fue del orden de **1.49 %** para una inclinación de 10°, esto nos ratifica que hay una menor variación en la dosificación a 10° que en la de 0° mostrada en el cuadro 4.22.

Realizando un comparativo entre los resultados obtenidos de la dosificación para maíz de acuerdo con los cuadros 4.19, 4.20, 4.23 y 4.24 para la dosificación de gramos por metro(g/m) para 0° y 10° de inclinación existió una variación del **4.52 %** no habiendo diferencia entre velocidades. Estos resultados de la variación son aceptables por estar en el rango de variación especificado por la norma.

e) Proporción de semilla de maíz dañada para 0° de inclinación

Cuadro 4.27 Porcentaje de daño mecánico de la semilla de maíz

Velocidad Dosificador Celdas/min	Bote 1 % de daño Mecánico	Bote 2 % Daño Mecánico
150	0	0
215	0.1	0.5
304	0.22	0.4
332	0.65	0.52
457	0	0
574	0	0
400	0.16	0.49
506	0.13	0
637	0.32	0.12
708	0.19	0.1
790	0.19	0.16
879	0.23	0.21
985	0.27	0.21
1107	0.07	0.23

Daño mecánico de la semilla por dosificación
a 0° de inclinación

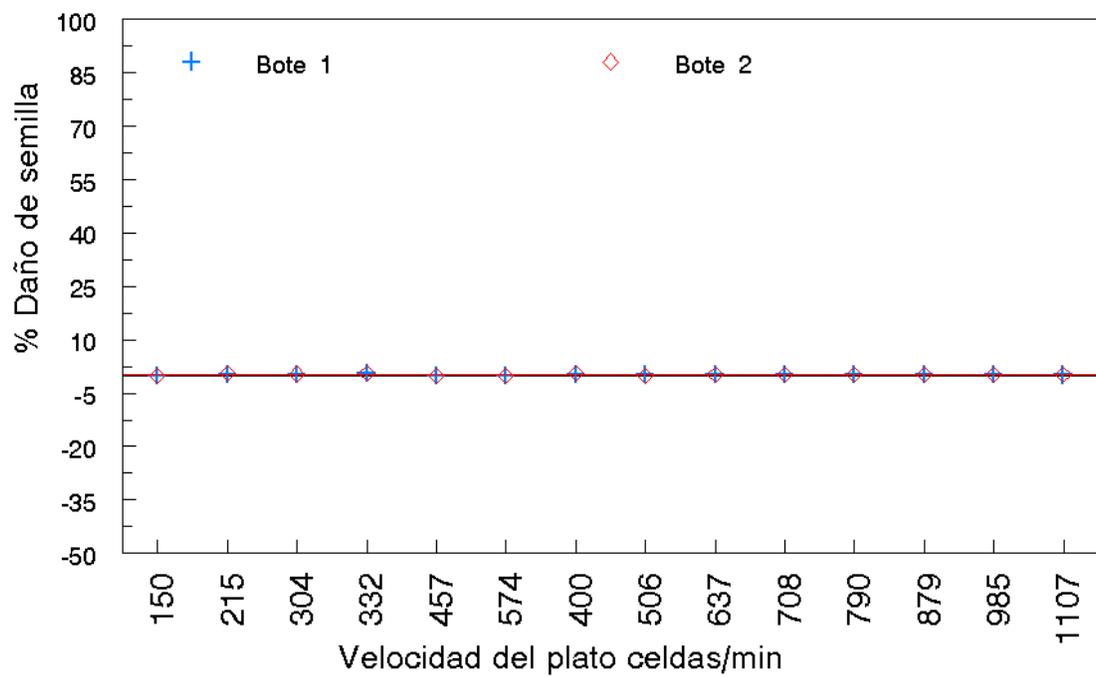


Fig. 4.9 Grafica del daño mecánico de la semilla a diferentes velocidades

En la Fig. 4.9 Logramos apreciar que el daño causado por los dosificadores es menor al 0.5%, este daño no es significativo.

f) Proporción de semilla de maíz dañada para 10° de inclinación

Cuadro 4.28 Porcentaje de daño mecánico de la semilla de maíz

Velocidad Dosificador Celdas/min	Bote 1 % de daño Mecánico	Bote 2 % Daño Mecánico
152	0.07	0.36
306	0.07	0.15
336	0.07	0.26
401	0.22	0.2
510	0.18	0.24
722	0.42	0.06
884	0.09	0.28
1112	0.26	0.14

En la cuadro 4.28 logramos apreciar que el daño causado por los dosificadores es menor al 0.5%, este daño no es significativo.

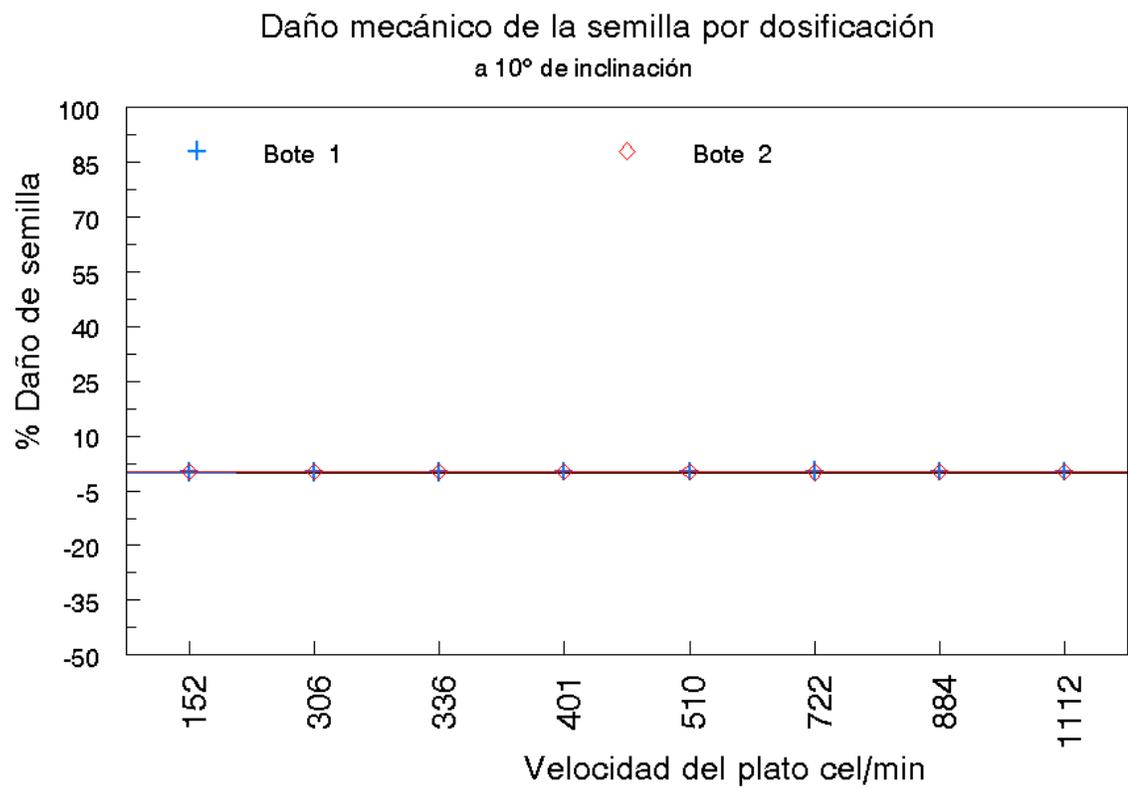


Fig. 4.14 Grafica de daño mecánico para maíz

En la Fig. 4.10 Logramos apreciar que el daño causado por los dosificadores es menor al 0.5%, este daño no es significativo.

4.4.3 Pruebas de dosificación de semilla de frijol en gr/m

En los cuadros siguientes se muestran las dosificaciones en kg/ha y g/m para cada unidad evaluada en forma independiente

Cuadro 4.29 Dosificación de frijol, Unidad 1 a 0° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	km/h	g/min	g/m	kg/ha
1311	4.727	489.770	6.216	38.853
1629	5.874	601.700	6.146	38.414
2050	7.392	711.500	5.775	36.096

Cuadro 4.30 Dosificación de frijol, Unidad 2 a 0° de inclinación

Semillas Teóricas	Velocidad	gh	Gm	gf
Cell/min	km/h	g/min	g/m	kg/ha
1322	4.767	483.970	6.092	38.073
1650	5.950	597.270	6.023	37.646
2083	7.511	730.030	5.832	36.449

gh(gramos por minuto), Gm(gramos por metro) y gf(Dosis de siembra kg/ha)

A) Irregularidad de entrega en las salidas

Cuadro 4.31 Irregularidad de entrega entre salidas en semilla de fríjol a 0° de inclinación.

SALIDAS	% DE IRREGULARIDAD
Salida 1	1.81
Salida 2	2.81

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.31 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor **3 %** para una inclinación de 0°, esto nos indica que la variación entre salidas es aceptable, ya que esta en el rango de variación especificado por la norma.

B) Irregularidad de entrega en la maquina

Cuadro 4.32 Irregularidad de entrega de la maquina con semilla de fríjol.

	% DE IRREGULARIDAD
Sembradora	3.15

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de siembra por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %. Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de semilla de sorgo de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 4.7 a 7.5 km/h la variación fue del orden de **3.45 %** para una inclinación de 0°, lo cual es aceptable de acuerdo a la norma.

C) Prueba de dosificación a cambio de inclinación

En los cuadros siguientes se muestran las dosificaciones en kg/ha y g/m para cada unidad evaluada en forma independiente

Cuadro 4.33 dosificación de sorgo, unidad 1 a 10° de inclinación

Semillas teóricas	Velocidad	Gh	Gm	Gf
Cell/min	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
1322	4.767	483.970	6.092	38.073
1650	5.950	597.270	6.023	37.646
2083	7.511	730.030	5.832	36.449

Cuadro 4.34 dosificación de sorgo, unidad 2 a 10° de inclinación

Semillas teóricas	Velocidad	Gh	Gm	Gf
Cell/min	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
1322	4.767	493.800	6.215	38.847
1650	5.950	599.930	6.050	37.814
2083	7.511	726.930	5.807	36.294

Gh(gramos por minuto), gm(gramos por metro) y gf(dosis de siembra kg/ha)

D) Irregularidad de entrega en las salidas

Cuadro 4.35 Irregularidad de entrega entre salidas en semilla de frijol a 10° de inclinación.

salidas	% de irregularidad
salida 1	3.16
salida 2	3.18

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.35 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor **4 %** para una inclinación de 0°, esto nos indica que la variación entre salidas es aceptable, ya que esta en el rango de variación especificado por la norma.

E) Irregularidad de entrega en la maquina

Cuadro 4.36 irregularidad de entrega de la maquina en dosificación De semilla a de frijol.

% de irregularidad	
sembradora	3.17

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de siembra por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %.

Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de semilla de sorgo de los gramos por metro y referenciados a kg/ha.

Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 4.7 a 7.5 km/h la variación fue del orden de **3.17 %** para una inclinación de 0°, lo cual es aceptable de acuerdo a la norma.

Realizando un comparativo entre los resultados obtenidos de la dosificación para maíz de acuerdo con los cuadros 4.29, 4.30, 4.33 y 4.34 para la dosificación de gramos por metro(g/m) para 0° y 10° de inclinación existió una variación del **3.35 %** no habiendo diferencia entre velocidades. Estos resultados de la variación son aceptables por estar en el rango de variación especificado por la norma.

E) Proporción de semilla de frijol dañada a 0° de inclinación

Cuadro 4.37 Porcentaje de daño mecánico de la semilla de frijol

Velocidad Dosificador Celdas/min	Bote 1 % de daño Mecánico	Bote 2 % Daño Mecánico
150	0.31	0
215	0.24	0.04
304	0.36	0.35
332	0.07	0.18
457	0.08	0.19
574	0.12	0.1
400	0.15	0.28
506	0.04	0.29
637	0.16	0.38
708	0.24	0.33
790	0.14	0.2
879	0.24	0.37
985	0.26	0
1107	0.12	0.25

En la cuadro 4.37 logramos apreciar que el daño causado por los dosificadores es menor al 0.5%, este daño no es significativo.

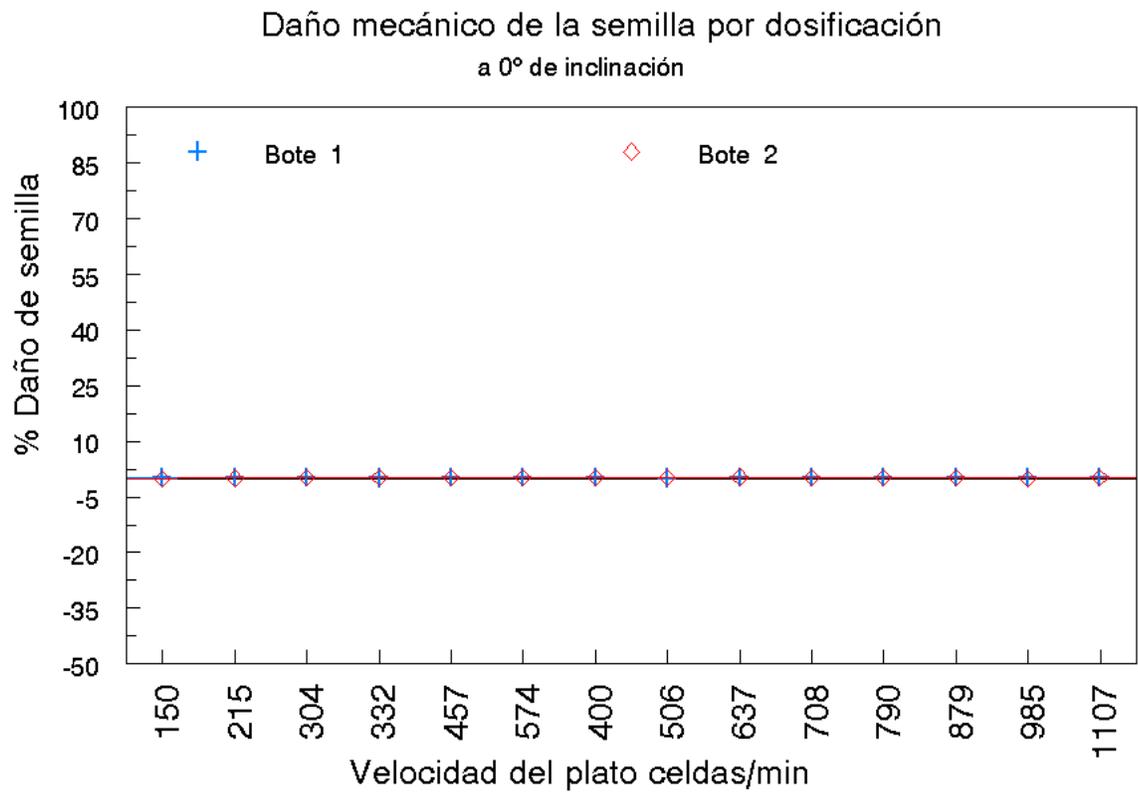


Fig. 4.16 Gráfica de daño mecánico de fríjol

En la Fig. 4.11 Logramos apreciar que el daño causado por los dosificadores es menor al 0.5%, este daño no es significativo.

F) Proporción de semilla de frijol dañada a 10° de inclinación

Cuadro 4.37 Porcentaje de daño mecánico de la semilla de maíz

Velocidad Dosificador Celdas/min	Bote 1 % de daño Mecánico	Bote 2 % Daño Mecánico
152	0.22	0.27
306	0.38	0.45
336	0.37	0.35
401	0.42	0.26
510	0.26	0.1
722	0.24	0.28
884	0.35	0.28
1112	0.3	0.52

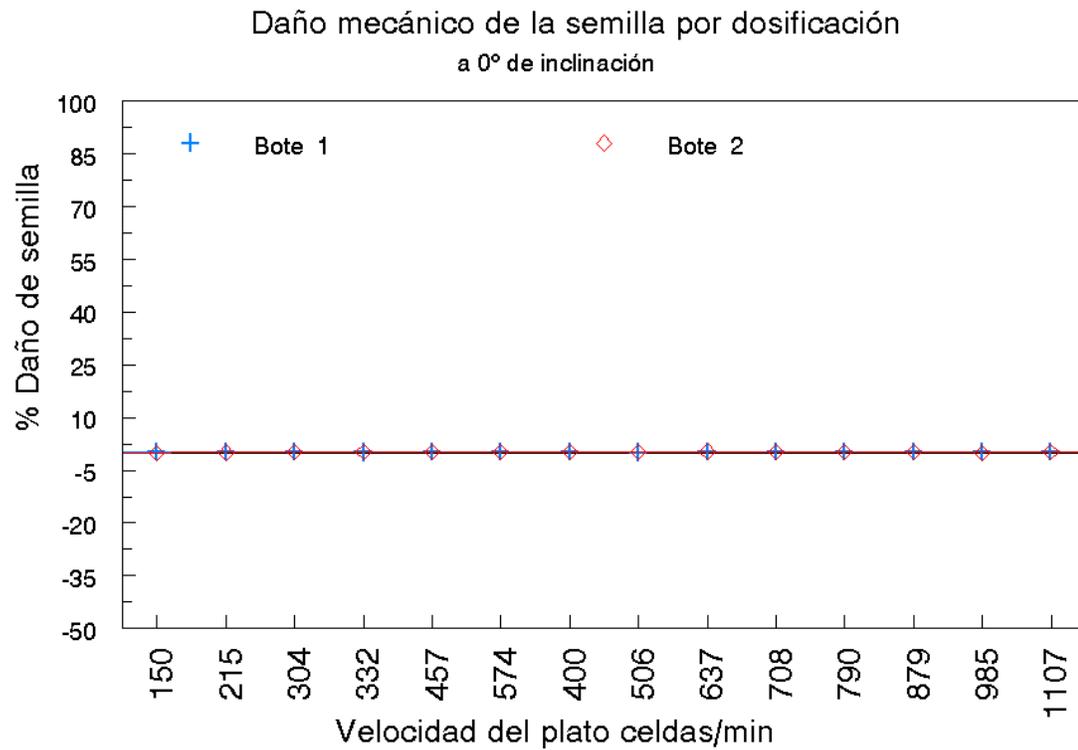


Fig. 4.12 Grafica de daño mecánico de frijol a 10° de inclinación
En la Fig. 4.12 se logra apreciar que el daño a la semilla es menor al 1 %, estando en el rango de aceptación por la norma.

4.4.4 Dosificación de fertilizante

4.4.4.1 Dosificación de fertilizante Di fosfató de amonio

Cuadro 4.38 dosificación de fertilizante fosfato Diamónico por Metro y kilos por hectárea

Unidad 1		0° inclinación fosfato Diamónico		
Vel del eje	Vel	Dosificación		
Dosificador				
Rpm	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
64.8	6.4	1962.66	18.40	230.00

81.0	8	2517.2	18.87	235.99
97.2	9.6	2996.5	18.72	234.10

**Cuadro 4.39 dosificación de fertilizante fosfato Diamónico
Por metro y kilos por hectárea**

Unidad 2 0° inclinación fosfato Diamónico				
Vel del eje Dosificador		Vel Dosificación		
Rpm	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
65.4	6.4	1962.6	18.40	230.00
81.0	8	2517.2	18.87	235.99
97.2	9.6	2996.5	18.72	234.10

a) Irregularidad de entrega en las salidas a 0° de inclinación

Cuadro 4.40 Irregularidad de entrega entre salidas de fertilizante
Di fosfato de amonio a 0° de inclinación.

Salidas	% de irregularidad
Salida 1	1.12
Salida 2	1.12

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.40 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor **1.5 %** para una inclinación de 0°, esto nos indica que la variación entre salidas es aceptable, ya que esta en el rango de variación especificado por la norma.

b) Irregularidad de entrega entre la maquina a 0° de inclinación

Cuadro 4.41 Irregularidad de entrega de la maquina en dosificación
De fertilizante di fosfató de amonio l.

% de irregularidad	
Fertilizadora	1.12

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de fertilizante por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %.

Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de fertilizante de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 6.4 a 9.6 km/h la variación fue del orden de **1.12 %** para una inclinación de 0°, lo cual es aceptable de acuerdo a la norma.

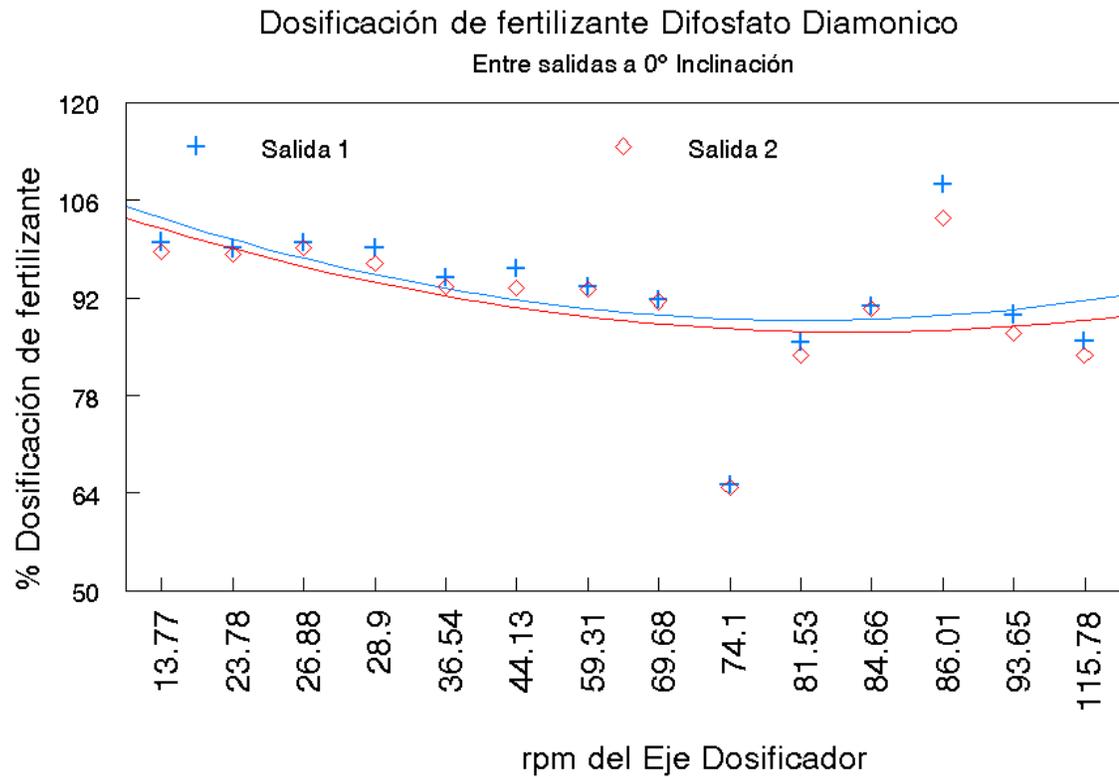


Fig. 4.13 Grafica de comportamiento de dosificación de fertilizante

Dosificación de fertilizante a 10° de inclinación

Cuadro 4.42 dosificación de fertilizante fosfato Diamónico por metro Y kilos por hectárea

Unidad 1 10° inclinación fosfato Diamónico				
Vel del eje Dosificador		Dosificación		
Rpm	Vel Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
63.6	6.4	1962.6	18.4	230.00
81.0	8	2570.2	19.2	240.96
97.2	9.6	3197.4	19.9	249.80

**Cuadro 4.43 dosificación de fertilizante fosfato Diamónico por metro
Y kilos por hectárea**

Unidad 2 10° inclinación fosfato Diamónico				
Vel del eje Dosificador	Vel	Dosificación		
Rpm	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
62.3	6.4	1962.6	18.4	230.00
81.0	8	2531.2	18.9	237.30
97.2	9.6	2849.5	17.8	222.61

c) Irregularidad de entrega en las salidas a 10 ° de inclinación

**Cuadro 4.44 irregularidad de entrega entre salidas de fertilizante di fosfato
de amonio a 10° de inclinación.**

salidas	% de irregularidad
salida 1	3.9
salida 2	7.15

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.44 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas hay una gran diferencia entre la salida 1 que tiene una variación del 3.9 % a comparación del 7.15 % de variación de la salida 2, esto nos indica que la variación de dosificación de fertilizante es mucho mayor que lo especificado por la norma por lo cual no es aceptable.

c) Irregularidad de entrega entre la maquina a 10° de inclinación

Cuadro 4.45 Irregularidad de entrega de la maquina en dosificación
De fertilizante di fosfató de amonio I.

% de irregularidad	
Fertilizadora	6.24

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de fertilizante por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %. Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de fertilizante de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 6.4 a 9.6 km/h la variación fue del orden de **6.24 %** para una inclinación de 10°, esto nos ratifica que hay una mayor variación en la dosificación a 10° que en la de 0° mostrada en el cuadro 4.44.

Por consiguiente estos resultados no son aceptados, debido a que es mayor que el porcentaje de tolerancia descrito en la norma.

Realizando un comparativo entre los resultados obtenidos de la dosificación para maíz de acuerdo con los cuadros 4.38, 4.39, 4.42 y 4.43 para la dosificación de gramos por metro(g/m) para 0° y 10° de inclinación existió una variación del **6.64 %** no habiendo diferencia entre velocidades. Estos resultados de la variación nos ratifica que existe una gran variación para el cambio de inclinación. Por lo tanto no son aceptables, debido a que es mayor que el porcentaje de tolerancia descrito en la norma.

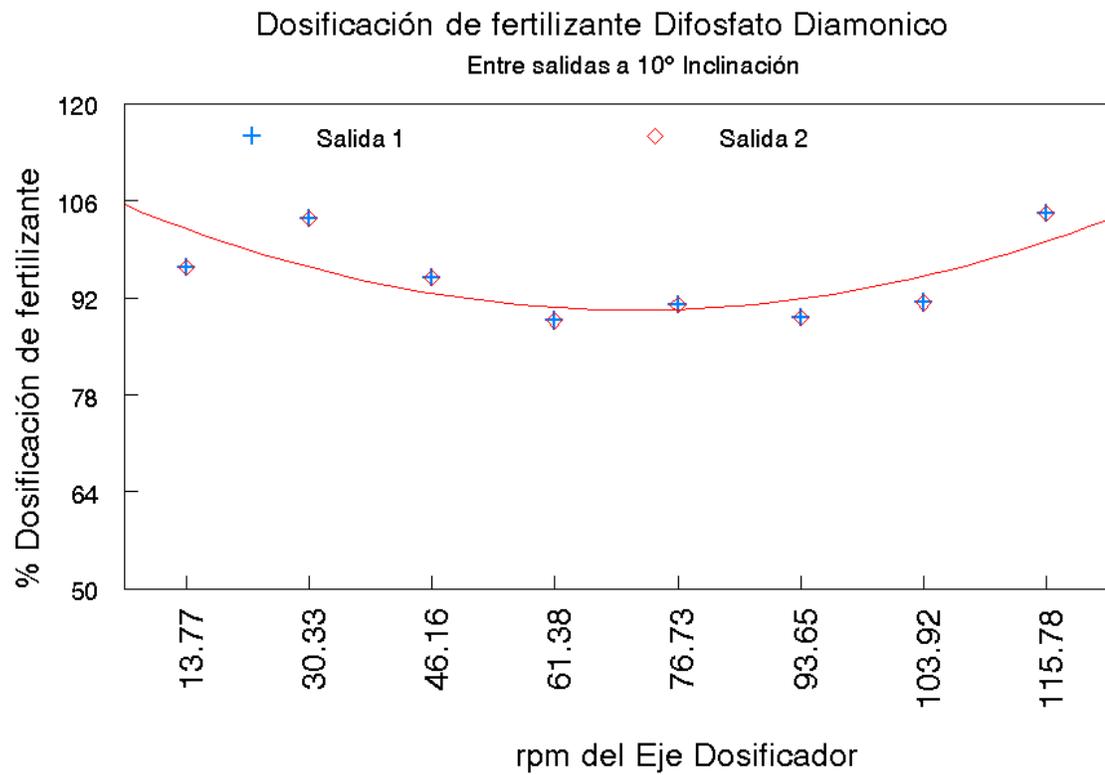


Fig. 4.14 Grafica de comportamiento de dosificación de fertilizante

4.4.4.2 Dosificación de fertilizante Urea

Cuadro 4.46 dosificación de fertilizante Urea por metro
Y kilos por hectárea

Unidad 1 0° inclinación urea				
Vel del eje Dosificador	Vel	Dosificación		
Rpm	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
61.2	6.4	1962.6	18.4	230.00
81.0	8	2624.6	19.6	246.06
97.2	9.6	3068.2	19.1	239.70

**Cuadro 4.47 dosificación de fertilizante Urea
Y kilos por hectárea**

Unidad 2 0° inclinación urea				
Vel del eje Dosificador	Vel	Dosificación		
Rpm	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
61.5	6.4	1962.6	18.4	230.00
81.0	8	2570.0	19.3	241.35
97.2	9.6	3000.2	18.75.1	234.39

a) Irregularidad de entrega entre salidas a 0° de inclinación.

Cuadro 4.48 Irregularidad de entrega entre salidas de fertilizante Urea a 0° de inclinación.

Salidas	% de irregularidad
Salida 1	3.13
Salida 2	2.59

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.48 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor **3.5 %** para una inclinación de 0°, esto nos indica que la variación entre salidas es aceptable, ya que esta en el rango de variación especificado por la norma.

b) Irregularidad de entrega en la maquina a 0° de inclinación

Cuadro 4.49 Irregularidad de entrega de la maquina en dosificación De fertilizante Urea

% de irregularidad	
Fertilizadora	3.85

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de fertilizante por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %.

Tomando en cuenta los indicadores de calidad que están en función para el caso de fertilizante de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 6.4 a 9.6 km/h la variación fue del orden de **3.85 %** para una inclinación de 0°, lo cual es aceptable de acuerdo a la norma.

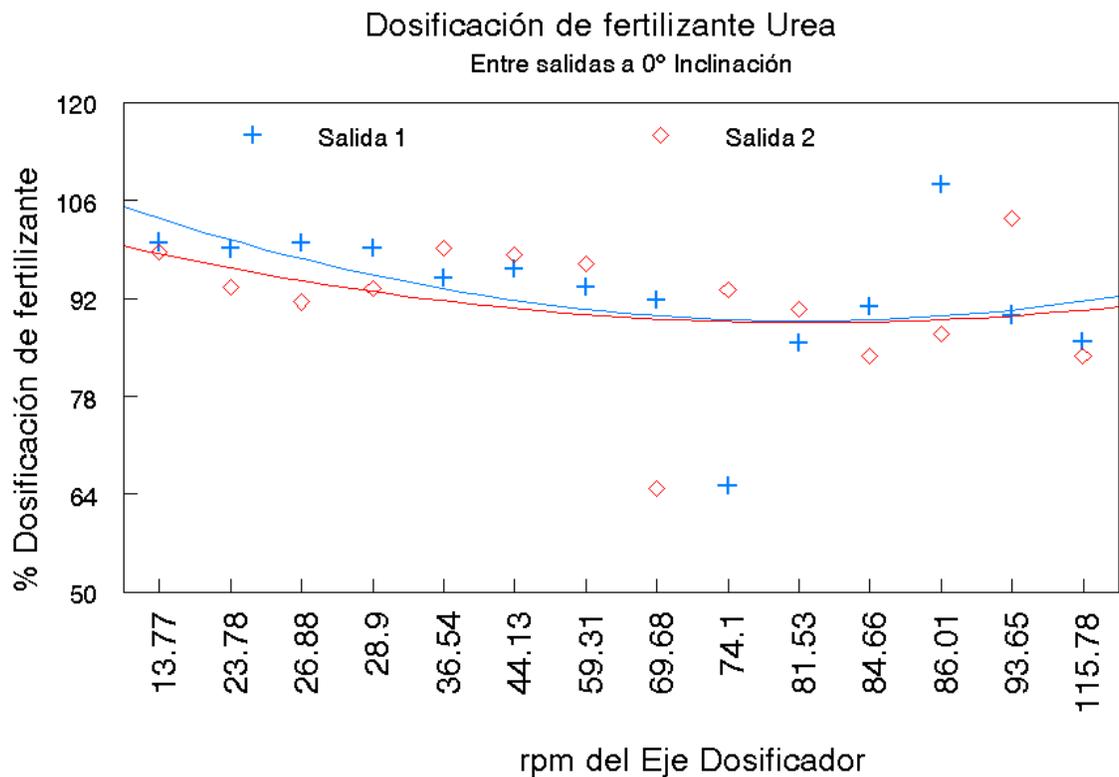


Fig. 4.15 Grafica de comportamiento de dosificación de fertilizante

Cuadro 4.50 dosificación de fertilizante Urea por metro
Y kilos por hectárea

Unidad 1 10° inclinación urea				
Vel del eje		Velocidad		Dosificación
Dosificador				
Rpm	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
63.6	6.4	1962.6	18.4	230.00
81.0	8	2.570.2	19.2	240.96
97.2	9.6	3197.4	19.9	249.80

Cuadro 4.51 dosificación de fertilizante Urea por metro
y kilos por hectárea

Unidad 2 10° inclinación urea				
Vel del eje		Velocidad		Dosificación
Dosificador				
Rpm	Km/h	G/min	G/m	Kg/ha
63.8	6.4	1962.6	18.4	230.00
81.0	8	2.561.0	19.2	240.09
97.2	9.6	3.15	19713.8	246.42

c) Irregularidad de entrega entre salidas a 10° de inclinación

Cuadro 4.52 Irregularidad de entrega entre salidas de fertilizante Urea 10° de inclinación.

Salidas	% de irregularidad
Salida 1	3.97
Salida 2	3.17

De acuerdo con las especificaciones de la norma la variación de entrega entre salidas no debe exceder al 6%. Como se logra apreciar en el cuadro 4.52 la variación entre salidas que están en función de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que la variación entre salidas es menor 4 % para una inclinación de 10°, esto nos indica que la variación entre salidas es aceptable, ya que esta en el rango de variación especificado por la norma.

b) Irregularidad de entrega en la maquina a 10° de inclinación

Cuadro 4.53 irregularidad de entrega de la maquina en dosificación de fertilizante Urea

% de irregularidad	

Fertilizadora	4.2

De acuerdo con la norma la proporción de variación de la dosis de fertilizante por cambio de velocidad no debe exceder al 5 %.

Tomando en cuenta los indicadores de calidad están en función para el caso de fertilizante Urea de los gramos por metro y referenciados a kg/ha. Podemos apreciar que para el rango de velocidad de 6.4 a 9.6 km/h la variación fue del

orden de **4.2 %** esto nos indica que la variación entre salidas es aceptable, ya que esta en el rango de variación especificado por la norma.

Realizando un comparativo entre los resultados obtenidos de la dosificación para maíz de acuerdo con los cuadros 4.46, 4.47, 4.50 y 4.51 para la dosificación de gramos por metro(g/m) para 0° y 10° de inclinación existió una variación del **4.2 %** no habiendo diferencia entre velocidades. Esto nos indica que la variación entre salidas es aceptable, ya que esta en el rango de variación especificado por la norma.

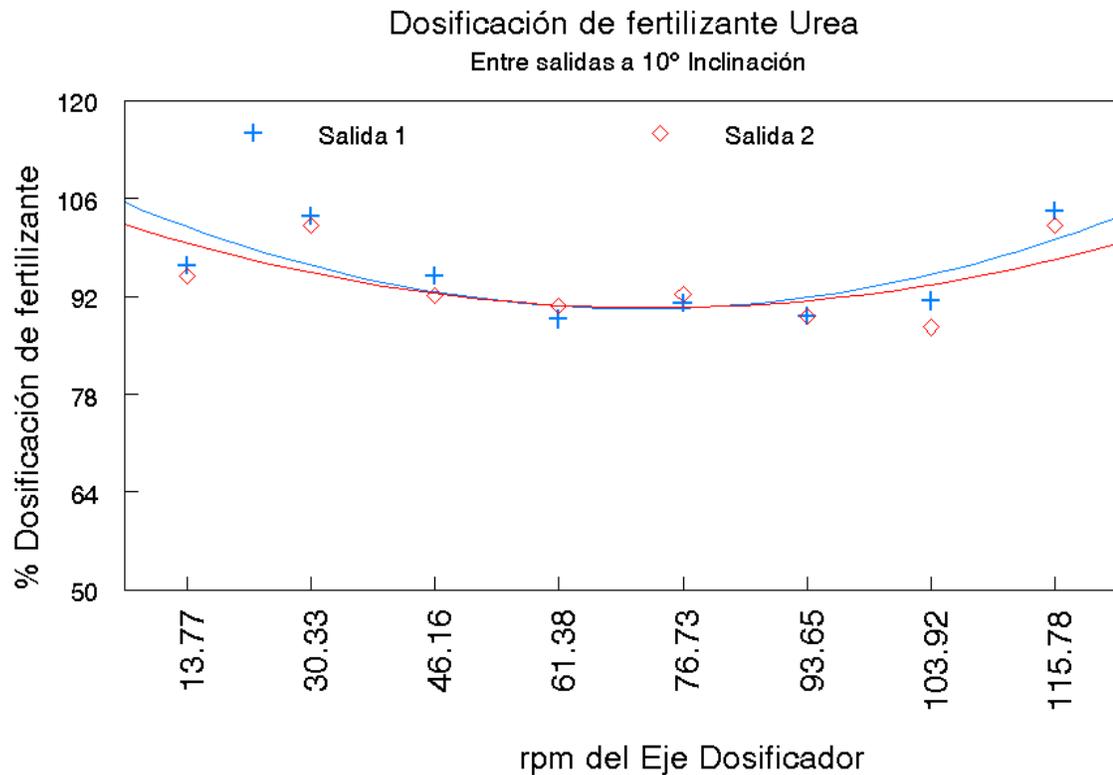


Fig. 4.16 Grafica de comportamiento de dosificación de fertilizante

4.4.3 Pruebas de porcentaje de llenado de celdas en sorgo

Los resultados de las pruebas de llenado de celdas fueron analizados por la comparación de medias de las pruebas de Tukey con un nivel de .05 de significancia, esto fue para los tres tipos de semillas empleadas.

De los resultados mostrados en el cuadro 4.11 se aprecia que existe una diferencia significativa al 95 % entre la operación de los botes. Lo cual representa un comportamiento no deseado en la dosificación entre botes.

Cuadro 4.54 Comparación de medias entre botes en semilla de sorgo a 0° de inclinación.

BOTES	MEDIA	*
Bote 1	93.238	A
Bote 2	76.500	B

* las letras indican que hay diferencia significativa al 0.05

En el cuadro 4.55 de comparación múltiple de velocidades se alcanza apreciar un efecto significativo en el llenado de celdas por efecto de la velocidad. Indicando un comportamiento adecuado mayor del 90% para velocidades menores 1131 celdas/min equivalente a 7.2 km/h.

Cuadro 4.55 Comparación de medias de velocidades en semilla de sorgo a 0° de inclinación.

VELOCIDADES	MEDIA	*
2	94.000	A
1	92.666	AB
3	92.500	AB
4	91.333	AB
5	88.333	ABC
7	87.000	ABC
6	86.333	BC
8	83.000	CD
10	82.833	CD
9	81.000	CDE
11	78.666	DE
12	78.666	DE
13	77.666	DE

* tratamientos con la misma letra no tiene diferencia significativa al 0.05

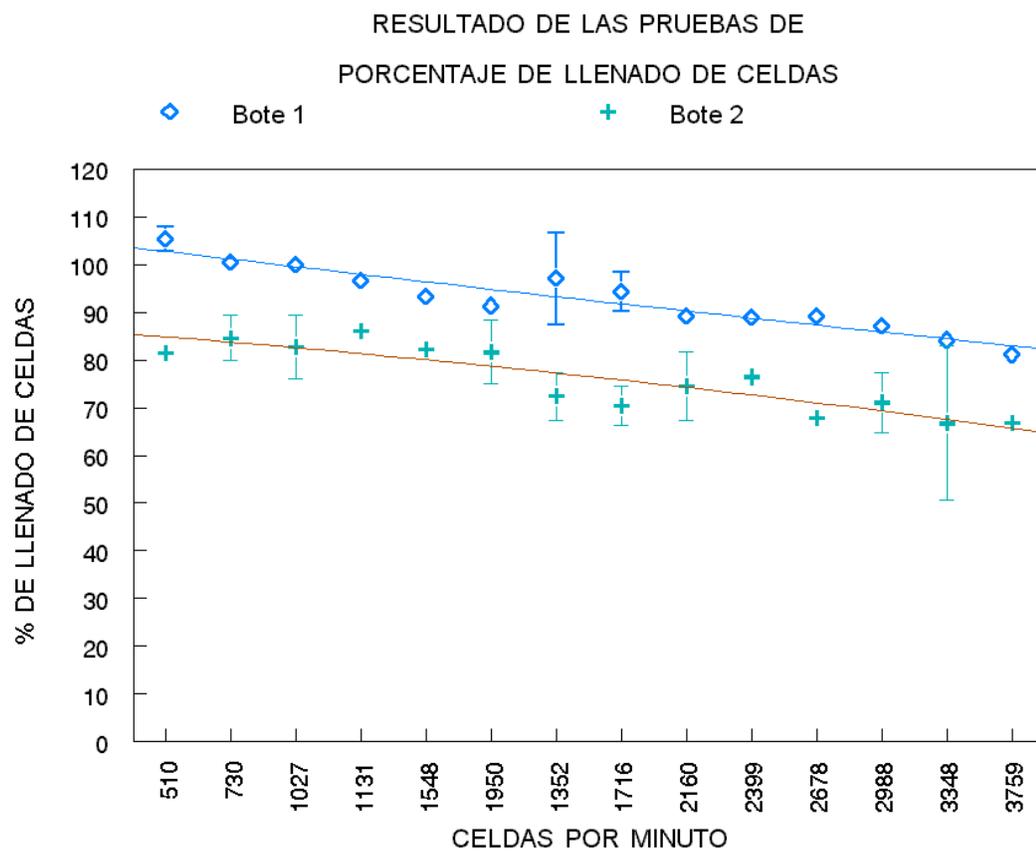


Fig. 4.17 Comparación del % de llenado de celdas entre botes y velocidades en semilla de sorgo a 0° de inclinación.

En la Fig.4.17 se aprecia claramente como la eficiencia del llenado del llenado decrece conforme se incrementa la velocidad de las celdas.

Prueba de dosificación a cambio de inclinación

En el cuadro 4.56 nos vuelve a indicar que existe una diferencia significativa entre botes, lo cual nos ratifica los resultados obtenidos a 0°.

Cuadro 4.56 Comparación de medias entre botes en semilla de sorgo a 10° de inclinación.

BOTES	MEDIA	*
Bote 1	101.625	A
Bote 2	71.666	B

* las letras indican que hay diferencia significativa al 0.05

Cuadro 4.57 Comparación de medias de velocidades de Sorgo a 10° de inclinación.

VELOCIDADES	MEDIA	*
1	103.333	A
2	91.000	B
3	89.500	B
4	88.666	B
5	86.000	BC
6	81.333	CD
7	78.166	D
8	74.166	D

* tratamientos con la misma letra no tiene diferencia significativa al 0.05

En el cuadro 4.57 los resultados nos vuelven a ratificar que no se debe trabajar arriba de la velocidad de 1131 celdas/min para una densidad de siembra de 250000 semillas/ Ha, a una distancia entre hileras de 80 cm, a una velocidad de 7.2 km/h.

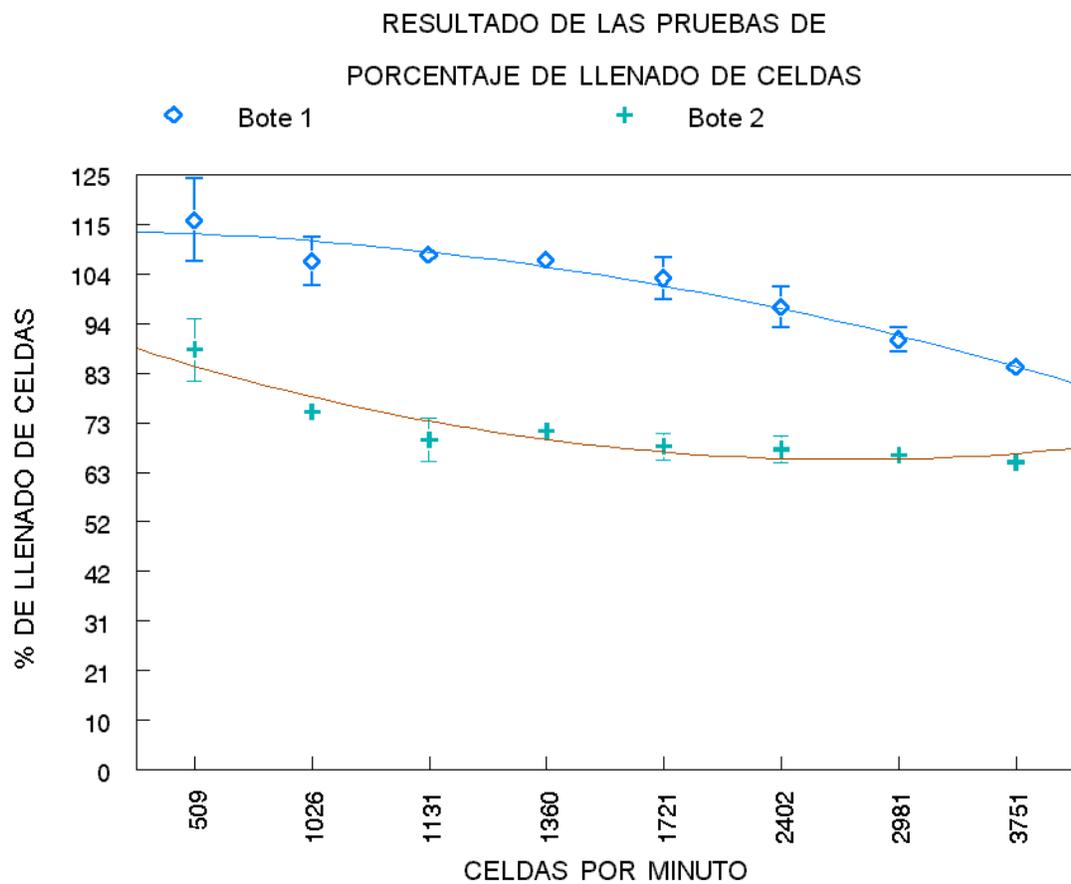


Fig. 4.18 Comparación del % de llenado de celdas entre botes y

Velocidades en semilla de sorgo a 10° de inclinación.

En la Fig. 4.18 se aprecia un comportamiento similar a la Fig. 4.17 en donde se recomienda trabajar a velocidades bajas de los dosificadores menores a 1131 cel/min.

Mediante este procedimiento de la prueba de dosificación de semilla de sorgo se ven diferencias estadísticas del funcionamiento del bote mayores al 17 y 30 % para las inclinaciones de 0 y 10° respectivamente.

Los análisis complementario de varianza indican que hay un efecto significativo debido al efecto de la velocidad del plato dosificador. No se recomienda su uso a velocidades mayores a 7.2 km/h dado que se reduce la eficiencia en 17 y 19 % cuando la sembradora se encuentra inclinada a 0 y 10°.

4.4.4 Resultados de la prueba del porcentaje de llenado de celdas en maíz

Los resultados de las pruebas de llenado de celdas fueron analizados por la comparación de medias de las pruebas de Tukey con un nivel de .05 de significancia.

De los resultados mostrados en el cuadro 5.57 se aprecia que existe una diferencia significativa al 95 % entre la operación de los botes. Lo cual representa un comportamiento no deseado en la dosificación entre botes.

Cuadro 4.57 Comparación de medias entre botes maíz bola a 0° de inclinación.

PRESIONES	MEDIA	*
Bote 1	93.238	A

Bote 2 76.500 B

* tratamientos con la misma letra no tiene diferencia significativa al 0.05

En el cuadro 4.58 de comparación múltiple de velocidades se alcanza apreciar un efecto significativo en el llenado de celdas por efecto de la velocidad. Indicando un comportamiento adecuado mayor del 90% para velocidades menores 1131 celdas/min equivalente a 7.2 km/h.

Cuadro 4.58 Comparación de medias de velocidades de maíz bola a 0° de inclinación.

VELOCIDADES	MEDIA	*
2	94.000	A
1	92.666	AB
3	92.500	AB
4	91.333	AB
5	88.333	ABC
7	87.000	ABC

6	86.333	BC
8	83.000	CD
10	82.833	CD
9	81.000	CDE
11	78.666	DE
12	78.666	DE
13	77.666	DE
14	74.166	E

* tratamientos con la misma letra no tiene diferencia significativa al 0.05

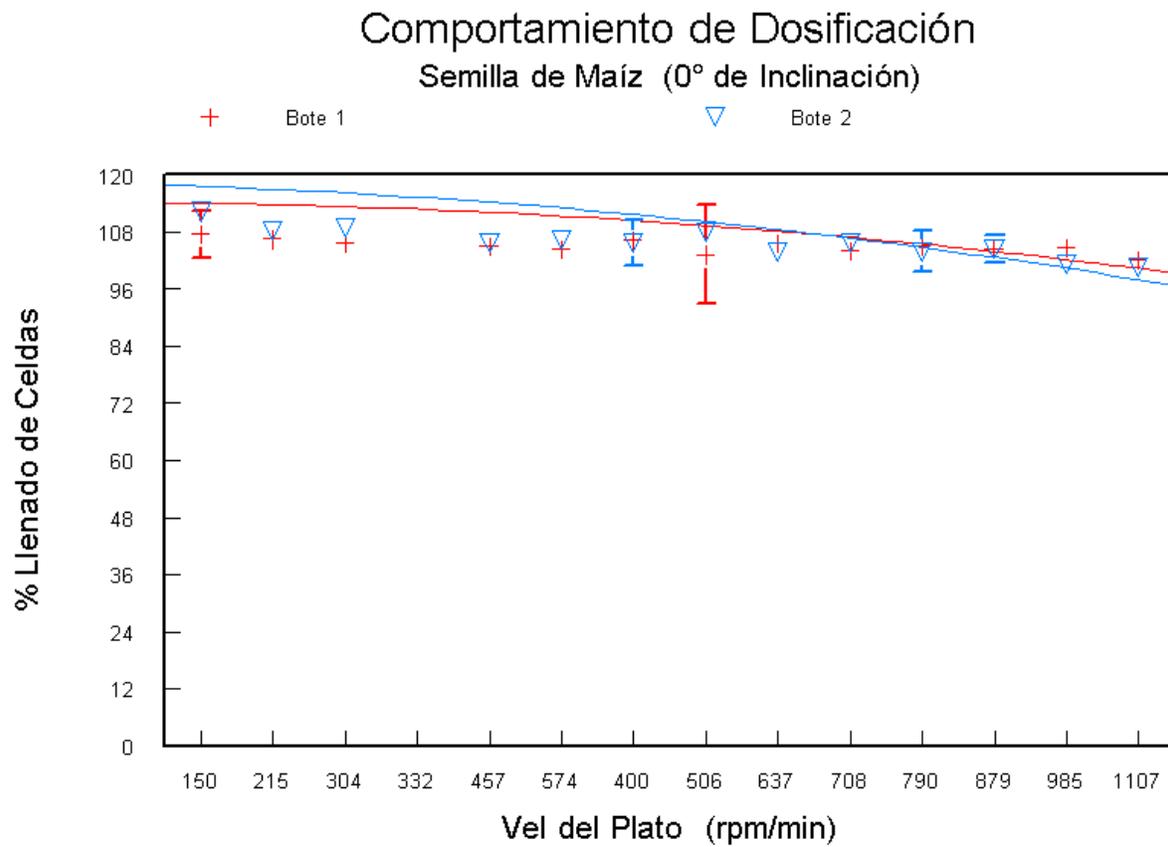


Fig. 4.19 Comparación del % de llenado de celdas entre botes y velocidades en semilla de maíz a 0° de inclinación.

En la Fig. 4.19 se aprecia claramente como la eficiencia del llenado del llenado decrece conforme se incrementa la velocidad de las celdas.

Prueba de dosificación a cambio de inclinación

En el cuadro 4. 59 nos vuelve a indicar que existe una diferencia significativa entre botes, lo cual nos ratifica los resultados obtenidos a 0°.

Cuadro 4.59 .Comparación de medias entre botes en semilla de maíz a 10° de inclinación.

PRESIÓN	MEDIA	*
Bote 1	101.625	A
Bote 2	71.666	B

* las letras indican que hay diferencia significativa al 0.05

En el cuadro 4.60 los resultados nos vuelven a ratificar que no se debe trabajar arriba de la velocidad de 1131 celdas/min para una densidad de siembra de 113 000 semillas/ Ha, a una distancia entre hileras de 80 cm, a una velocidad de 7.2 km/h., En este caso la variación es mayor y las velocidades recomendadas son las dos mas bajas.

Cuadro 4.60 Comparación de medias de velocidades en semilla de maíz a 10° de inclinación.

VELOCIDADES	MEDIA	*
1	103.333	A
2	91.000	B
3	89.500	B
4	88.666	B
5	86.000	BC
6	81.333	CD
7	78.166	D

8

74.166 D

* tratamientos con la misma letra no tiene diferencia significativa al 0.05

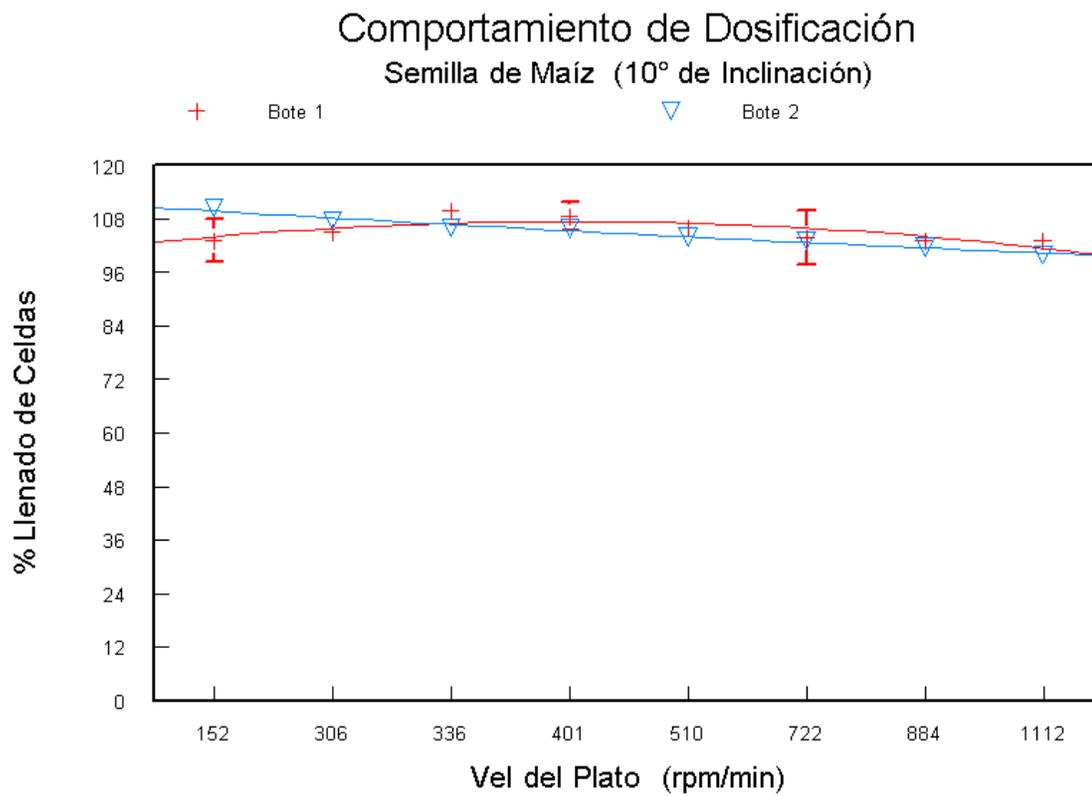


Fig. 4.20 Comparación del % de llenado de celdas entre botes y Velocidades en semilla de maíz a 10° de inclinación

En la Fig. 4.20 se aprecia un comportamiento similar a la Fig. 4.19 en donde se recomienda trabajar a velocidades bajas de los dosificadores menores a 1131 cel/min equivalente a 7.2 km/h.

Mediante este procedimiento de la prueba de dosificación de semilla de sorgo se ven diferencias estadísticas del funcionamiento del bote mayores al 24 y 29 % para las inclinaciones de 0 y 10° respectivamente.

Los análisis complementario de varianza indican que hay un efecto significativo debido al efecto de la velocidad del plato dosificador. No se recomienda su uso a velocidades mayores a 7.2 km/h dado que se reduce la eficiencia en 12 y 14 % cuando la sembradora se encuentra inclinada a 0 y 10°.

4.4.3 Resultados de la prueba del porcentaje de llenado de celdas en semilla de frijol

Los resultados de las pruebas de llenado de celdas fueron analizados por la comparación de medias de las pruebas de Tukey con un nivel de .05 de significancia, esto fue para los tres tipos de semillas empleadas.

De los resultados mostrados en el cuadro 4.37 se aprecia que existe una diferencia significativa al 95 % entre la operación de los botes. Lo cual representa un comportamiento no deseado en la dosificación entre botes.

Cuadro 4.61. Comparación de medias entre botes en semilla de frijol a 0° de inclinación.

BOTES	MEDIA *
-------	---------

Bote 1	91.929	A
Bote 2	90.024	B

* las letras indican que hay diferencia significativa al 0.05

En el cuadro 4.62 de comparación múltiple de velocidades se alcanza apreciar un efecto significativo en el llenado de celdas por efecto de la velocidad. Indicando un comportamiento adecuado mayor del 90% para velocidades menores 1131 celdas/min equivalente a 7.2 km/h y velocidades altas menores a 2050 celdas/min equivalente a 9.6 km/h.

Cuadro 4.62 Comparación de medias de velocidades de frijol a 0° de inclinación.

VELOCIDADES	MEDIA	*
1	107.000	A
3	104.666	A
4	104.666	A
2	104.333	A
10	98.000	B
11	97.000	BC
12	94.666	BC
13	92.166	CD
14	83.833	D
5	82.833	E
6	68.833	E
7	68.333	F
8	67.333	F
9	74.166	F

* tratamientos con la misma letra no tiene diferencia significativa al 0.05

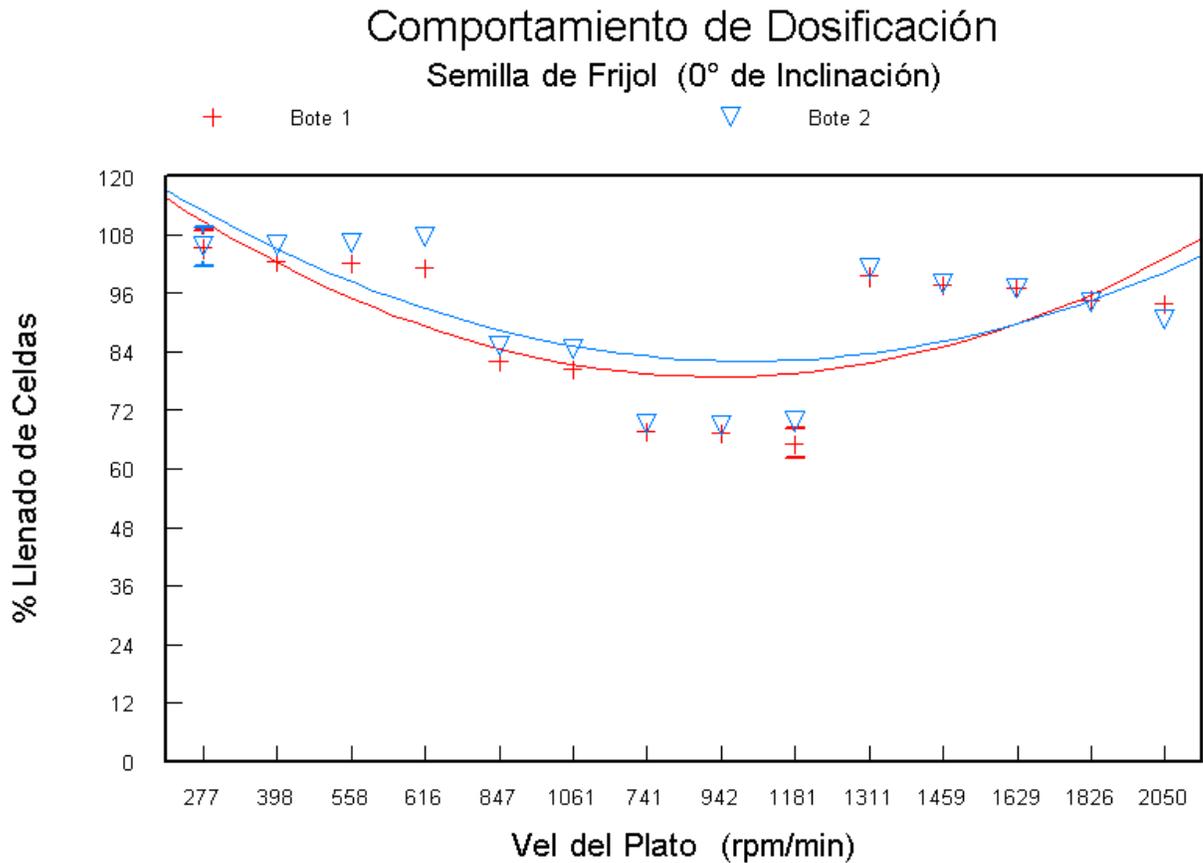


Fig. 4.21 Comparación del % de llenado de celdas entre botes y Velocidades en semilla de frijol a 0° de inclinación.

En la Fig. 4.21 se aprecia claramente como la eficiencia del llenado del llenado decrece en las velocidades intermedias y se restablece a velocidades altas.

Prueba de dosificación a cambio de inclinación

En el cuadro 4.63 nos indica que no existe una diferencia significativa entre botes, lo cual nos indica que la dosificación entre botes es uniforme y que no existe variación significativa.

Cuadro 4.63 Comparación de medias entre botes fríjol
a 10° de inclinación.

PRESIONES	MEDIA	*
Bote 1	100.541	A
Bote 2	100.875	B

* tratamientos con la misma letra no tiene diferencia significativa al 0.05

En el cuadro 4.64 los resultados nos vuelven a ratificar que se puede trabajar en cualquiera de estas velocidades que van de 282 a 2083 celdas/min para una densidad de siembra de 208000 semillas/ Ha, a una distancia entre hileras de 80 cm, a una velocidad de 6.4 a 9.6 km/h.

Cuadro 4.65 Comparación de medias de velocidades de fríjol
a 10° de inclinación.

VELOCIDADES	MEDIA	*
1	107.667	A
2	107.500	B
3	103.000	B
4	100.833	B
5	100.000	BC
6	98.833	CD
7	95.667	D
8	92.167	D

* tratamientos con la misma letra no tiene diferencia significativa al 0.05

Mediante este procedimiento de la prueba de dosificación de semilla de sorgo se ven diferencias estadísticas del funcionamiento del bote mayores al 10 para la inclinación de 0°, no habiendo diferencia alguna para el caso de 10° de inclinación.

Los análisis complementario de varianza indican que hay un efecto significativo debido al efecto de la velocidad del plato dosificador. No se recomienda su uso a velocidades mayores a 7.2 km/h dado que se reduce la eficiencia en 17 y 19 % cuando la sembradora se encuentra inclinada a 0 y 10°.

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para el caso de sorgo la irregularidad de entrega de los dosificadores es de 1.8 y 5.8 para 0 y 10° dentro del rango de velocidades evaluadas respectivamente lo cual nos indica que se encuentra dentro de los estándares marcados por la norma que es ± 6 % de variación.

Para el caso del maíz se encuentra una irregularidad de dosificación de 3.45 y 1.49 % de irregularidad a 0 y 10° de inclinación y un daño a la semilla menor al 1%, indicándonos que se encuentra entre los estándares de ± 5 % para daño de semilla y ± 6 % para la irregularidad de entrega de la maquina.

Para el caso de la dosificación de frijón se encuentra una irregularidad promedio del 3.15 y 3.17 para 0 y 10° de inclinación dentro del rango de velocidades, el daño mecánico a la semilla fue menor al 1 %, estando en los rangos de calidad descritos por la norma, del 5 % para daño mecánico y 6% para irregularidad

Para el caso de dosificación de fertilizante se aprecia una irregularidad de dosificación para el caso del di fosfató de amonio de 1.12 y 6.24 para 0 y 10° de inclinación respectivamente para la velocidad de evaluación, lo cual nos indica que si hay una diferencia con respecto a las especificaciones de la norma.

Para el caso de dosificación de fertilizante se aprecia una irregularidad de dosificación para el caso de urea de 3.85 y 4.2 para 0 y 10° de inclinación respectivamente para la velocidad de evaluación, lo cual nos indica que si hay una diferencia con respecto a las especificaciones de la norma, siendo menor al 5 % que exige la norma,

RECOMENDACIONES

Se recomienda incluir el procedimiento para generar la curva de comportamiento de la dosificación para semilla en % de llenado de celdas por minuto.

Se requiere seguir trabajando sobre los sensores para garantizar un 100% y que estos permitan monitorear la frecuencia de caída de la semilla, lo cual es un factor de vital importancia para la determinación de celdas con mas de una semilla y celdas vacías

Para el caso de fertilizante se requiere diseñar un instrumento que nos grafique la regularidad de dosificación por revoluciones del eje.

En lo que respecta a la maquina sembradora evaluada se recomienda para una mejor calidad de dosificación que los eyectores de la semilla tenga una mejor calidad de resortes, pues estos al vencerse nos generan que las celdas se taparan.

Se deben proveer los platos para maíz apropiados para las evaluaciones en virtud de la gran variedad de tamaños y formas que existen en el país..

Cuando se empleo el método de llenado de celdas para tres tipos de semillas evaluadas se encontraron diferencias en la inclinación y la velocidad en un rango de 17 y 30 % de irregularidad. De acuerdo con el trabajo realizado la maquina no cubriría con los estándares descritos por la norma.

Por el método del porcentaje de llenado de celdas hay diferencias en la dosificación entre botes y por efecto de la velocidad. En este método indica la cantidad de semillas entregadas por la maquina y muestra el comportamiento de dosificadores de forma mas más exacta que la descrita por la norma.

VI. LITERATURA CITADA

1. Aragón R. A., Arévalo M. I., Jiménez R. R., Hoyos F. G., Ochoa B. J. G., Torres S. J. 2000. Metodología para la elaboración de manuales y métodos de prueba y evaluación de maquinaria agrícola. En: memorias del X Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola, Guanajuato, Guanajuato, México, pp. 1.
2. Breece E. H. 1984. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria (FMO), siembra. Deere & Company Service Training. Moline, Illinois. EEUU.
3. Cadena Z. M., Valenzuela G. J. R., De la Peña C. B. E., Gaytán M. T. 2000. Informe de las actividades realizadas con la maquinaria bajo contrato de comodato “UAAAN – New Holland”. Departamento de Maquinaria Agrícola. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
4. Cornelius, D. 1963. Maquinaria Agrícola. Editorial Aguilar Madrid, Mexico.
5. Crossley P., Kilgour J. 1983. Small farm mechanization for developing countries. Chichester. John Wiley, pp. 221 –224.
6. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific Regional Network for Agricultural Machinery. 1991. Agricultural Machinery Design and Handbook (Seeders and Planters).

7. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific Regional Network for Agricultural Machinery. 1995. RNAM Test Codes & Procedures for Ploughs. Philippines, pp. 67 – 91.
11. Estrada-Berg W. J., Estrada-Berg O. J. B., Camacho V. M., Mendiola G. M. E., Tijerina V. A. 1999. La desertificación en el altiplano mexicano. Universidad Autónoma Chapingo - Comisión Nacional de las Zonas Áridas. México, pp. 1 – 17.
12. García F. J. y R. García C. 1976. Maquinas Agrícolas. Editorial Boixareu. México D. F.
13. Hunt D. 1986. Maquinaria Agrícola. Editorial Edimusa. México D.F.
14. Hoyos F.G., Sánchez V.F., Jiménez R.R., Aragón R.A., Ocho B.J., Torres S.J.,2001. Impacto del programa de mecanización de alianza para el campo de maquinaria agrícola en México. Memorias XI congreso nacional de ingeniería Agrícola, campo experimental del valle de México, Chapingo México.
15. Kepner, R.A., Barger, E.C., 1978 Principles of Farm Machinery. Third Edition, The AVI Publishing Company, Inc Connecticut.
12. Lara L. A. 2000. Situación de la mecanización agrícola en México. En: memorias del X Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola, Guanajuato, Guanajuato, México, pp. 53 – 62.
13. Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas.UNAM. México.
14. Ortiz C. J. 1995. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España, pp. 21.

15. Ortiz-Cañavate J., Hernenz J.I 1989 Técnica de la Mecanización Agraria Edición Mundi-Prensa, Madrid.
16. Secretaria de economía norma mexicana, NMX-O-168-SCFI-2002 tractores, implementos, y maquinaria agrícola- sembradoras-sembradoras unitarias y/o fertilizadoras, accionadas mecánicamente, con dosificador de semilla de disco específicamente y métodos de prueba
17. Sembradora de Granos: Metodología para la realización de pruebas. Comité de Normalización. 1987. 1ra. Edición. Habana Cuba. pp 3-8
18. Smith D. W., Sims B. G. 1990. Procedimiento para la evaluación de implementos para labranza primaria. Evaluación técnica de equipos para pequeños productores. Manual teórico-práctico. Programa de cooperación técnica México-Gran Bretaña, pp. 1 – 14.
19. Stone A. A. y Gulvin H. E. 1975 Maquinaria Agrícola. Editorial CEDSA. México D.F.
20. Takao H. “Proyecto de pruebas y evaluación de maquinaria agrícola”. (Texto). S/F. <http://www.japon.org.mx/public/content/Jica.pdf>
(Consultada el 7 diciembre del 2002).
21. Tamayo T. M. 1994. Metodología Formal de la Investigación Científica. Editorial Limusa. México.
22. Tejeda R. A. 2000 Desarrollo de un sistema semiautomático para el control de la frecuencia de dosificación de semilla, Tesis, Licenciatura, Universidad Veracruzana, Veracruz. Ver; México

VII ANEXOS

7.1 RESULTADOS DE GERMINACIÓN

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE GERMINACIÓN

Resultados de la geminación de Fríjol

Repeticiones	Semi. Normal	Sem. Anormal	Sem. Muerta	% Sem. Normal	% Sem. Anormal	% Sem. Muerta
R1	84	14	2	84	14	2
R2	74	25	1	74	25	1
R3	90	8	2	90	8	2
R4	72	27	1	72	27	1

R5	80	18	2	80	18	2
R6	76	24	0	76	24	0
R7	89	9	2	89	9	2
R8	76	24	0	76	24	0
				80.125	18.625	1.25

% Germinación de Frijol 97.5

Resultados de la germinación de Maíz Bola

Repeticiones	Sem. Normal	Sem. Anormal	Sem. Muerta	% Sem. Normal	% Sem. Anormal	% Sem. Muerta
R1	81	19	0	81	19	0
R2	82	15	3	82	15	3
R3	81	19	0	81	19	0
R4	84	14	2	84	14	2
R5	85	15	0	85	15	0
R6	71	29	0	71	29	0
R7	77	21	2	77	21	2
R8	87	13	0	87	13	0
				81	18.125	0.875

% Germinación de Maíz 98.25

Resultados de la germinación de Maíz Plano

Repeticiones	Sem. Normal	Sem. Anormal	Sem. Muerta	% Sem. Normal	% Sem. Anormal	% Sem. Muerta
R1	74	24	2	74	24	2
R2	82	15	3	82	15	3
R3	81	19	0	81	19	0
R4	74	24	2	74	24	2
R5	85	14	1	85	14	1
R6	71	29	0	71	29	0
R7	77	21	2	77	21	2
R8	87	10	3	87	10	3
				78.875	19.5	1.625

% Germinación de Maíz 96.75

Resultados de la germinación de Sorgo

Repeticiones	Sem. Normal	Sem. Anormal	Sem. Muerta	% Sem. Normal	% Sem. Anormal	% Sem. Muerta
R1	83	15	2	83	15	2
R2	89	9	2	89	9	2
R3	88	10	2	88	10	2

R4	92	8	0	92	8	0
R5	87	13	0	87	13	0
R6	84	16	0	84	16	0
R7	90	9	1	90	9	1
R8	89	11	0	89	11	0
				87.75	11.375	0.875

% Germinación de Sorgo 98.25

Dimensiones de Semilla

MAIZ AN-447 BOLA MEDIANO

No.	L	A	E	No.	L	A	E	No.	L	A	E	No.	L	A	E
1	12.83	10.34	4.56	26	12.41	9.01	5.09	51	13.08	9.43	4.55	76	10.94	9.66	5.14
2	12.49	9.6	4.08	27	13.82	9.12	4.45	52	12.92	9.12	5.49	77	11.63	9.78	5.85
3	12.95	10.1	4.33	28	11.52	10.23	4.1	53	14.09	10.23	4.78	78	13.76	9.35	4.41
4	10.21	9.19	5.4	29	12.41	8.33	4.98	54	11.81	8.33	5.64	79	12.62	9.56	5.18
5	12.59	9.35	5.6	30	13.77	9.02	4.71	55	13.59	9.02	5.48	80	14.11	9.08	4.42

6	13.75	10.49	4.35	31	14.97	9.19	4.84	56	12.86	9.19	4.82	81	13.23	10.65	3.95		
7	14.97	9.85	4.76	32	11.77	8.84	4.43	57	14.41	8.84	4.17	82	11.98	8.64	4.51		
8	12.89	9.94	4.55	33	13.48	10.57	4.02	58	14.21	10.57	4.58	883	13.96	9.93	4.66		
9	13.28	9.11	5.54	34	13.56	8.91	3.94	59	12.07	8.91	4.43	84	12.67	9.07	5.56		
10	14.01	9.36	4.21	35	13.74	9.97	5.75	60	15.83	9.97	5.34	85	12.39	9.77	4.26		
11	12.24	8.97	4.84	36	12.18	8.87	3.21	61	11.62	8.97	4.61	86	12.41	9.49	4.68		
12	11.18	9.19	4.41	37	13.72	9.25	5.02	62	13.66	9.25	4.78	87	13.82	9.63	5.08		
13	13.85	9.81	3.67	38	11.83	9.54	5.09	63	13.11	9.54	4.92	88	13.42	8.39	4.42		
14	13.53	9.93	4.43	39	11.98	9	4.92	64	12.5	9	5.07	89	12.51	9.46	5.25		
15	12.92	9.35	4.93	40	13.88	9.48	4.33	65	14.18	9.48	4.44	90	12.73	9.53	4.93		
16	14.56	11.27	4.8	41	14.28	10.06	4.06	66	13.45	10.06	3.73	91	12.82	10.23	4.87		
17	13.54	9.44	4.54	42	12.34	9.06	5.01	67	13.75	9.21	4.34	92	19.91	10.56	4.48		
18	12.06	9.88	5.79	43	13.71	9.35	5.02	68	11.8	10.25	4.91	93	14.67	8.71	4.05		
19	13.52	8.6	4.63	44	12.91	8.91	4.81	69	14.33	10.33	4.37	94	12.23	9.46	5.01		
20	11.21	9.66	3.9	45	10.94	8.47	5.12	70	12.67	9.41	4.68	95	12.15	10.8	4.31		
21	14.28	8.94	3.77	46	11.42	11.41	4.74	71	12.97	9.11	4.09	96	10.71	10.44	5.37		
21	12.67	9.26	5.2	47	13.84	9.06	4.58	72	13.76	9.51	4.16	97	12.87	8.75	4.2		
23	13.17	9.97	4.84	48	12.82	9.63	4.1	73	12.11	9.64	5.63	98	13.23	9.5	4.52		
24	10.48	9.93	4.31	49	13.89	9.24	4.3	74	13.3	9.77	5.71	99	12.95	9.12	4.16		
25	12.98	10.49	4.72	50	11.63	10.07	5.21	75	13.52	10	5	100	9.62	8.91	4.45		
												MEDIA			13	9.52	4.69
												SD			1.301	0.620	0.526
												CV			10.01	6.51	11.2

DIMENSIONES DE SEMILLAS DE FRIJOL

Dimensiones de Semilla				FRIJOL BAYO CREMA AN											
No.	L	A	E	No.	L	A	E	No.	L	A	E	No.	L	A	E
1	10.28	7.4	6.24	26	10.86	7.42	5.92	51	11.24	8.04	5.77	76	11.28	7.56	6.51
2	11.43	7.51	5.71	27	11.25	7.81	6.47	52	11.82	7.57	6.34	77	10.84	7.27	6.01
3	11.19	7.31	6	28	11.22	7.52	6.41	53	10.82	7.71	6.03	78	11.67	6.99	6.55

4	10.31	7.24	5.62	29	11.03	7.21	5.82	54	11.64	7.65	6.44	79	11.59	7.88	6.48			
5	10.68	7.57	5.16	30	11.79	8.08	6.42	55	11.23	7.54	6.52	80	11.46	7.52	6.25			
6	11.56	7.89	5.53	31	11.77	7.2	6.09	56	11.46	7.17	6.55	81	11.28	7.68	6.21			
7	12.99	7.72	6.55	32	11.89	7.01	6.03	57	11.24	8	5.56	82	11	7.48	6.93			
8	12.25	7.63	6.41	33	10.61	7.18	5.52	58	10.42	7.12	5.28	883	11.27	7.35	6.22			
9	9.65	7.04	6.32	34	12.39	7.58	5.99	59	11.65	7.5	6.46	84	10.91	6.98	6.56			
10	12.81	8.25	6.1	35	11.6	7.22	6.35	60	11.47	7.75	5.89	85	10.96	7.16	6.06			
11	11.04	7	6.24	36	9.72	6.65	5.98	61	10.49	7.38	5.96	86	10.28	8.01	5.5			
12	11.5	6.82	5.08	37	9.91	6.9	6.38	62	11.45	7.64	6.14	87	11.59	7.37	6.28			
13	10.61	6.97	5.86	38	11.06	7.24	6.59	63	12.01	7.57	5.94	88	11.45	8.13	5.98			
14	11.82	7.52	6.23	39	10.79	7.65	5.93	64	11.33	7.28	6.4	89	10.58	7.08	5.85			
15	12.12	7.71	6.3	40	11.46	7.17	6.04	65	11.64	7.66	6.33	90	11.27	7.44	6.46			
16	11.55	6.73	5.75	41	11.97	7.03	6.19	66	11.02	7.49	6.47	91	10.9	7.11	6.55			
17	10.99	6.77	6.48	42	11.52	7.13	6.6	67	10.87	8.04	6.59	92	10.76	7.63	6			
18	10.62	7.73	5.28	43	12.7	7.41	6.62	68	11.82	7.79	6.67	93	11.03	6.99	6.25			
19	11.65	7.42	6.66	44	11.32	8.11	6.33	69	12.58	7.27	6.27	94	11.2	7.37	6.13			
20	11.45	8.15	5.92	45	12.25	7.57	6.27	70	11.45	7.69	6.28	95	10.21	6.99	6.88			
21	11.6	6.85	6.59	46	11.42	7.8	6.58	71	11.64	7.41	6.29	96	12.29	7.37	5.52			
21	10.72	7.09	6.16	47	10.3	8.09	6.7	72	11.25	7.51	6.61	97	12.24	7.39	5.75			
23	11.05	7.22	6.48	48	11.82	7.83	6.17	73	11.67	6.92	5.76	98	11.24	7.96	5.63			
24	9.97	6.65	6.21	49	12.13	7.58	6.08	74	10.58	7.94	6.3	99	10.91	7.34	6.01			
25	10.75	7.5	5.81	50	11	8.04	6.56	75	10.76	7.17	6.05	100	10.31	7.26	6.88			
													MEDIA			11.26	7.44	6.17
													SD			0.654	0.372	0.382
													CV			5.808	4.99	6.2

7.2 DATOS DE DOSIFICACIÓN

Plato con 136 perforaciones

Semilla: Sorgo				Bote 1																
Inclinación 0°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.9120	526	563	513	102	537	559	510	105	554	559	510	109	537	14.11	2.63	105.33	510
48	13	25	1.0276	729	710	730	100	732	708	728	101	749	710	730	103	732	10.79	1.47	100.33	730
60	14	24	1.1527	1025	892	1028	100	1037	891	1027	101	1021	889	1025	100	1025	8.33	0.81	99.80	1027
48	17	21	1.5997	1099	708	1133	97	1091	707	1131	96	1088	706	1129	96	1091	5.69	0.52	96.47	1131
48	20	18	2.1956	1439	702	1541	93	1471	705	1548	95	1444	708	1555	93	1444	17.21	1.19	93.29	1548
60	20	18	2.1956	1780	886	1945	92	1812	888	1950	93	1770	888	1950	91	1780	21.94	1.23	91.30	1950
38	21	17	2.4410	1516	572	1396	109	1312	554	1352	97	1283	551	1345	95	1312	126.98	9.68	97.02	1352
48	21	17	2.4410	1594	705	1721	93	1619	703	1716	94	1719	703	1716	100	1619	66.14	4.09	94.35	1716
60	21	17	2.4410	1964	885	2160	91	1924	885	2160	89	1917	886	2163	89	1924	25.36	1.32	89.06	2160
60	22	16	2.7171	2150	883	2399	90	2120	884	2402	88	2130	881	2394	89	2130	15.28	0.72	88.78	2399
60	23	15	3.0300	2358	882	2672	88	2409	884	2678	90	2388	884	2678	89	2388	25.63	1.07	89.15	2678
60	24	14	3.3875	2597	882	2988	87	2630	881	2984	88	2602	883	2991	87	2602	17.79	0.68	87.09	2988
60	25	13	3.8001	2816	883	3356	84	2854	879	3340	85	2802	881	3348	84	2816	26.91	0.96	84.11	3348
60	26	12	4.2815	3047	876	3751	81	3038	878	3759	81	3075	887	3798	81	3047	19.30	0.63	81.06	3759

Plato con 136 perforaciones

Semilla: Sorgo				Bote 2																
Inclinación 0°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.9120	415	563	513	81	415	559	510	81	410	559	510	80	415	2.89	0.70	81.40	510
48	13	25	1.0276	610	710	730	84	664	708	728	91	617	710	730	85	617	29.37	4.76	84.57	730
60	14	24	1.1527	824	892	1028	80	933	891	1027	91	849	889	1025	83	849	57.10	6.73	82.66	1027
48	17	21	1.5997	996	708	1133	88	974	707	1131	86	961	706	1129	85	974	17.69	1.82	86.12	1131
48	20	18	2.1956	1259	702	1541	82	1314	705	1548	85	1273	708	1555	82	1273	28.58	2.25	82.24	1548
60	20	18	2.1956	1591	886	1945	82	1666	888	1950	85	1456	888	1950	75	1591	106.42	6.69	81.60	1950
38	21	17	2.4410	973	572	1396	70	979	554	1352	72	1061	551	1345	79	979	49.17	5.02	72.39	1352
48	21	17	2.4410	1209	705	1721	70	1161	703	1716	68	1261	703	1716	73	1209	50.01	4.14	70.45	1716
60	21	17	2.4410	1435	885	2160	66	1653	885	2160	77	1609	886	2163	74	1609	115.28	7.16	74.48	2160
60	22	16	2.7171	1862	883	2399	78	1804	884	2402	75	1834	881	2394	77	1834	29.01	1.58	76.44	2399
60	23	15	3.0300	1811	882	2672	68	1817	884	2678	68	1859	884	2678	69	1817	26.15	1.44	67.84	2678
60	24	14	3.3875	2124	882	2988	71	2205	881	2984	74	1942	883	2991	65	2124	134.69	6.34	71.09	2988
60	25	13	3.8001	2776	883	3356	83	2089	879	3340	63	2234	881	3348	67	2234	362.11	16.21	66.73	3348
60	26	12	4.2815	2512	876	3751	67	2504	878	3759	67	2582	887	3798	68	2512	42.91	1.71	66.82	3759

Plato con 136 perforaciones

Semilla: Sorgo				Bote 1																
Inclinación 10°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.9120	536	558	509	105	587	560	511	115	638	557	508	126	587	51.00	8.69	115.34	509
60	14	24	1.1527	1039	888	1024	102	1095	893	1029	106	1150	890	1026	112	1095	55.50	5.07	106.73	1026
48	17	21	1.5997	1210	698	1117	108	1222	707	1131	108	1242	711	1137	109	1222	16.17	1.32	108.05	1131
38	21	17	2.4410	1443	553	1350	107	1455	558	1362	107	1457	557	1360	107	1455	7.57	0.52	107.01	1360
48	21	17	2.4410	1775	705	1721	103	1708	702	1714	100	1861	705	1721	108	1775	76.70	4.32	103.14	1721
60	22	16	2.7171	2202	884	2402	92	2396	889	2415	99	2332	882	2396	97	2332	98.85	4.24	97.09	2402
60	24	14	3.3875	2793	884	2995	93	2692	880	2981	90	2660	880	2981	89	2692	69.42	2.58	90.30	2981
60	26	12	4.2815	3259	873	3738	87	3134	876	3751	84	3173	877	3755	85	3173	63.96	2.02	84.60	3751

Plato con 136 perforaciones

Semilla: Sorgo				Bote 2																
Inclinación 10°				R1				R2				R3								
hz.	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.9120	498	558	509	98	449	560	511	88	446	557	508	88	449	29.19	6.50	88.23	509
60	14	24	1.1527	786	888	1024	77	771	893	1029	75	755	890	1026	74	771	15.50	2.01	75.15	1026
48	17	21	1.5997	772	698	1117	69	837	707	1131	74	784	711	1137	69	784	34.59	4.41	69.32	1131
38	21	17	2.4410	937	553	1350	69	968	558	1362	71	967	557	1360	71	967	17.62	1.82	71.12	1360
48	21	17	2.4410	1143	705	1721	66	1209	702	1714	71	1169	705	1721	68	1169	33.25	2.84	67.93	1721
60	22	16	2.7171	1617	884	2402	67	1634	889	2415	68	1546	882	2396	65	1617	46.68	2.89	67.32	2402
60	24	14	3.3875	1999	884	2995	67	1969	880	2981	66	1905	880	2981	64	1969	48.01	2.44	66.05	2981
60	26	12	4.2815	2485	873	3738	66	2398	876	3751	64	2423	877	3755	65	2423	44.79	1.85	64.60	3751

Relación de transmisión de engranes = $(30/30)*(17/21)*(C10/D10)*(14/13)*(18/36)*(G6/30)$
 Plato con 40 perforaciones

Semilla: Maíz				Bote 1																
0°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%		SD	CV	%	TA
38	12	26	0.2682	171	558	150	114	155	561	150	103	162	561	150	108	162	8.02	4.95	107.65	150
48	13	25	0.3022	229	711	215	107	233	716	216	108	227	711	215	106	229	3.06	1.33	106.57	215
60	14	24	0.3390	320	896	304	105	326	897	304	107	321	890	302	106	321	3.21	1.00	105.67	304
48	17	21	0.4705	538	706	332	162	528	706	332	159	524	706	332	158	528	7.21	1.37	158.96	332
48	20	18	0.6458	474	708	457	104	481	708	457	105	482	709	458	105	481	4.36	0.91	105.20	457
60	20	18	0.6458	600	892	576	104	593	885	572	104	604	889	574	105	600	5.57	0.93	104.51	574
38	21	17	0.7179	419	557	400	105	425	571	410	104	435	555	398	109	425	8.08	1.90	106.28	400
48	21	17	0.7179	523	708	508	103	616	705	506	122	523	705	506	103	523	53.69	10.27	103.33	506
60	21	17	0.7179	674	888	638	106	661	885	635	104	698	887	637	110	674	18.77	2.78	105.84	637
60	22	16	0.7991	737	888	710	104	745	886	708	105	734	884	706	104	737	5.69	0.77	104.09	708
60	23	15	0.8912	838	887	790	106	832	884	788	106	829	892	795	104	832	4.58	0.55	105.25	790
60	24	14	0.9963	919	880	877	105	922	882	879	105	918	882	879	104	919	2.08	0.23	104.58	879
60	25	13	1.1177	1008	878	981	103	1033	884	988	105	1044	881	985	106	1033	18.45	1.79	104.91	985
60	26	12	1.2593	1134	877	1104	103	1132	879	1107	102	1127	887	1117	101	1132	3.61	0.32	102.27	1107

Plato con 40 perforaciones

Semilla: Maíz				Bote 2																
Inclinación 0°				R2																
Hz			k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%		SD	CV	%	TA
38	12	26	0.2682	174	558	150	116	168	561	150	112	169	561	150	112	169	3.21	1.90	112.30	150
48	13	25	0.3022	231	711	215	108	237	716	216	110	233	711	215	108	233	3.06	1.31	108.43	215
60	14	24	0.3390	331	896	304	109	324	897	304	107	336	890	302	111	331	6.03	1.82	108.96	304
48	17	21	0.4705	538	706	332	162	542	706	332	163	538	706	332	162	538	2.31	0.43	161.97	332
48	20	18	0.6458	483	708	457	106	477	708	457	104	483	709	458	105	483	3.46	0.72	105.64	457
60	20	18	0.6458	610	892	576	106	599	885	572	105	611	889	574	106	610	6.66	1.09	106.25	574
38	21	17	0.7179	417	557	400	104	455	571	410	111	423	555	398	106	423	20.43	4.83	105.78	400
48	21	17	0.7179	547	708	508	108	555	705	506	110	534	705	506	106	547	10.60	1.94	108.07	506
60	21	17	0.7179	658	888	638	103	663	885	635	104	661	887	637	104	661	2.52	0.38	103.80	637
60	22	16	0.7991	748	888	710	105	755	886	708	107	737	884	706	104	748	9.07	1.21	105.64	708
60	23	15	0.8912	880	887	790	111	821	884	788	104	816	892	795	103	821	35.59	4.34	103.86	790
60	24	14	0.9963	962	880	877	110	913	882	879	104	918	882	879	104	918	26.96	2.94	104.46	879
60	25	13	1.1177	996	878	981	101	1005	884	988	102	995	881	985	101	996	5.51	0.55	101.15	985
60	26	12	1.2593	1148	877	1104	104	1109	879	1107	100	1113	887	1117	100	1113	21.46	1.93	100.55	1107

Plato con 40 perforaciones

Semilla: Maíz				Bote 1																
Inclinación 10°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.2682	157	571	153	103	154	565	152	102	168	567	152	110	157	7.37	4.69	103.23	152
60	14	24	0.3390	325	902	306	106	321	904	306	105	320	890	302	106	321	2.65	0.82	104.97	306
48	17	21	0.4705	370	706	332	111	355	715	336	106	374	715	336	111	370	10.02	2.71	109.99	336
38	21	17	0.7179	436	559	401	109	445	559	401	111	417	565	406	103	436	14.29	3.28	108.64	401
48	21	17	0.7179	541	710	510	106	531	708	508	104	555	712	511	109	541	12.06	2.23	106.13	510
60	22	16	0.7991	681	903	722	94	750	891	712	105	767	906	724	106	750	45.54	6.07	103.93	722
60	24	14	0.9963	907	882	879	103	912	887	884	103	916	888	885	104	912	4.51	0.49	103.20	884
60	26	12	1.2593	1146	883	1112	103	1178	889	1119	105	1132	882	1111	102	1146	23.58	2.06	103.06	1112

Plato con 40 perforaciones

Semilla: Maíz				Bote 2																
Inclinación 10°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.2682	166	571	153	108	174	565	152	115	168	567	152	110	168	4.16	2.48	110.46	152
60	14	24	0.3390	332	902	306	109	315	904	306	103	329	890	302	109	329	9.07	2.76	107.58	306
48	17	21	0.4705	355	706	332	107	357	715	336	106	371	715	336	110	357	8.72	2.44	106.12	336
38	21	17	0.7179	425	559	401	106	418	559	401	104	426	565	406	105	425	4.36	1.03	105.90	401
48	21	17	0.7179	530	710	510	104	524	708	508	103	552	712	511	108	530	14.74	2.78	103.97	510
60	22	16	0.7991	744	903	722	103	737	891	712	104	745	906	724	103	744	4.36	0.59	103.10	722
60	24	14	0.9963	890	882	879	101	905	887	884	102	899	888	885	102	899	7.55	0.84	101.73	884
60	26	12	1.2593	1112	883	1112	100	1126	889	1119	101	1091	882	1111	98	1112	17.62	1.58	100.01	1112

(30/30)*(17/21)*(C10/D10)*(14/13)*(18/36)*(G6/30

Plato con 74 perforaciones

Semilla: Fríjol				Bote 1																
Inclinación 0°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.4963	308	560	278	111	288	559	277	104	292	559	277	105	292	10.58	3.62	105.26	277
48	13	25	0.5591	408	711	398	103	402	712	398	101	408	710	397	103	408	3.46	0.85	102.63	398
60	14	24	0.6272	565	888	557	101	591	889	558	106	570	889	558	102	570	13.80	2.42	102.23	558
48	17	21	0.8704	629	710	618	102	617	708	616	100	624	706	615	102	624	6.03	0.97	101.26	616
48	20	18	1.1947	696	709	847	82	684	709	847	81	711	708	846	84	696	13.53	1.94	82.17	847
60	20	18	1.1947	848	889	1062	80	885	888	1061	83	853	888	1061	80	853	20.07	2.35	80.41	1061
38	21	17	1.3282	501	558	741	68	502	558	741	68	499	551	732	68	501	1.53	0.30	67.60	741
48	21	17	1.3282	635	709	942	67	629	712	946	67	647	703	934	69	635	9.17	1.44	67.43	942
60	21	17	1.3282	794	891	1183	67	770	889	1181	65	747	886	1177	63	770	23.50	3.05	65.21	1181
60	22	16	1.4784	1305	887	1311	100	1312	889	1314	100	1279	881	1302	98	1305	17.39	1.33	99.52	1311
60	23	15	1.6487	1421	885	1459	97	1425	888	1464	97	1450	884	1457	99	1425	15.72	1.10	97.67	1459
60	24	14	1.8432	1582	884	1629	97	1578	887	1635	97	1585	883	1628	97	1582	3.51	0.22	97.09	1629
60	25	13	2.0677	1772	885	1830	97	1729	883	1826	95	1721	881	1822	94	1729	27.43	1.59	94.70	1826
60	26	12	2.3296	1924	878	2045	94	1904	880	2050	93	1934	887	2066	94	1924	15.28	0.79	93.85	2050

Plato con 74 perforaciones

Semilla: Fríjol				Bote 2																
Inclinación 0°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.4963	288	560	278	104	310	559	277	112	293	559	277	106	293	11.53	3.94	105.62	277
48	13	25	0.5591	424	711	398	107	421	712	398	106	420	710	397	106	421	2.08	0.49	105.90	398
60	14	24	0.6272	581	888	557	104	593	889	558	106	605	889	558	109	593	12.00	2.02	106.35	558
48	17	21	0.8704	669	710	618	108	664	708	616	108	661	706	615	108	664	4.04	0.61	107.75	616
48	20	18	1.1947	714	709	847	84	722	709	847	85	737	708	846	87	722	11.68	1.62	85.24	847
60	20	18	1.1947	907	889	1062	85	899	888	1061	85	895	888	1061	84	899	6.11	0.68	84.74	1061
38	21	17	1.3282	516	558	741	70	508	558	741	69	514	551	732	70	514	4.16	0.81	69.35	741
48	21	17	1.3282	649	709	942	69	654	712	946	69	648	703	934	69	649	3.21	0.50	68.92	942
60	21	17	1.3282	824	891	1183	70	835	889	1181	71	806	886	1177	68	824	14.64	1.78	69.78	1181
60	22	16	1.4784	1334	887	1311	102	1326	889	1314	101	1292	881	1302	99	1326	22.30	1.68	101.12	1311
60	23	15	1.6487	1431	885	1459	98	1407	888	1464	96	1476	884	1457	101	1431	35.03	2.45	98.08	1459
60	24	14	1.8432	1584	884	1629	97	1575	887	1635	96	1602	883	1628	98	1584	13.75	0.87	97.21	1629
60	25	13	2.0677	1722	885	1830	94	1730	883	1826	95	1703	881	1822	93	1722	13.87	0.81	94.32	1826
60	26	12	2.3296	1861	878	2045	91	1867	880	2050	91	1860	887	2066	90	1861	3.79	0.20	90.78	2050

Plato con 74 perforaciones

Semilla: Frijol				Bote 1																
Inclinación 10°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.4963	301	562	279	108	307	569	282	109	305	574	285	107	305	3.06	1.00	108.02	282
60	14	24	0.6272	619	898	563	110	603	892	559	108	579	896	562	103	603	20.13	3.34	107.30	562
48	17	21	0.8704	635	724	630	101	641	719	626	102	564	714	621	91	635	42.83	6.74	101.47	626
38	21	17	1.3282	771	568	754	102	778	564	749	104	761	569	756	101	771	8.54	1.11	102.20	754
48	21	17	1.3282	998	726	964	103	945	714	948	100	946	720	956	99	946	30.32	3.20	98.92	956
60	22	16	1.4784	1310	896	1325	99	1309	890	1316	99	1282	894	1322	97	1309	15.89	1.21	99.04	1322
60	24	14	1.8432	1566	895	1650	95	1604	895	1650	97	1609	894	1648	98	1604	23.52	1.47	97.23	1650
60	26	12	2.3296	1952	894	2083	94	1927	893	2080	93	1949	897	2090	93	1949	13.65	0.70	93.58	2083

Plato con 74 perforaciones

Semilla: Frijol				Bote 2																
Inclinación 10°				R1				R2				R3								
Hz	Rel Engr		k	R	T	TA	%	R	T	TA	%	R	T	TA	%	MED	SD	CV	%	TA
38	12	26	0.4963	297	562	279	106	311	569	282	110	299	574	285	105	299	7.57	2.53	105.89	282
60	14	24	0.6272	597	898	563	106	618	892	559	110	612	896	562	109	612	10.82	1.77	108.90	562
48	17	21	0.8704	636	724	630	101	640	719	626	102	669	714	621	108	640	18.01	2.81	102.26	626
38	21	17	1.3282	794	568	754	105	777	564	749	104	770	569	756	102	777	12.34	1.59	102.99	754
48	21	17	1.3282	957	726	964	99	960	714	948	101	939	720	956	98	957	11.36	1.19	100.07	956
60	22	16	1.4784	1297	896	1325	98	1313	890	1316	100	1302	894	1322	99	1302	8.19	0.63	98.51	1322
60	24	14	1.8432	1555	895	1650	94	1580	895	1650	96	1583	894	1648	96	1580	15.37	0.97	95.78	1650
60	26	12	2.3296	1904	894	2083	91	1910	893	2080	92	1880	897	2090	90	1904	15.87	0.83	91.42	2083

Fertilizante				Salida 1						Salida 2					
				R1		R2		R3		R1		R2		R3	
Hz	Rel Engr		0° k	gr(30seg)	gr/min										
26.4	17	26	0.65384615	273.25	546.5	282.95	565.9	280	560	285	570	288.15	576.3	287.85	575.7
26.4	13	30	0.43333333	202	404	201.2	402.4	202.5	405	198.5	397	199	398	194	388
26.4	14	29	0.48275862	216.1	432.2	212	424	213.15	426.3	207.75	415.5	210.5	421	209.25	418.5
26.4	19	24	0.79166667	328.7	657.4	311.25	622.5	334.6	669.2	350.45	700.9	353.5	707	351	702
26.4	18	25	0.72	282.2	564.4	280.15	560.3	310.2	620.4	314.95	629.9	318.65	637.3	314.75	629.5
26.4	16	27	0.59259259	248.9	497.8	249.15	498.3	258.2	516.4	251.75	503.5	253.25	506.5	253.45	506.9
26.4	15	28	0.53571429	230.15	460.3	248.1	496.2	236.95	473.9	230.6	461.2	243.5	487	233.45	466.9
26.4	17	26	0.65384615	273.25	546.5	282.95	565.9	280	560	285	570	288.15	576.3	287.85	575.7
26.4	13	30	0.43333333	202	404	201.2	402.4	202.5	405	198.5	397	199	398	194	388
26.4	14	29	0.48275862	216.1	432.2	212	424	213.15	426.3	207.75	415.5	210.5	421	209.25	418.5
26.4	19	24	0.79166667	328.7	657.4	311.25	622.5	334.6	669.2	350.45	700.9	353.5	707	351	702
26.4	18	25	0.72	282.2	564.4	280.15	560.3	310.2	620.4	314.95	629.9	318.65	637.3	314.75	629.5
26.4	16	27	0.59259259	248.9	497.8	249.15	498.3	258.2	516.4	251.75	503.5	253.25	506.5	253.45	506.9
26.4	15	28	0.53571429	230.15	460.3	248.1	496.2	236.95	473.9	230.6	461.2	243.5	487	233.45	466.9

Fertilizante 0°				Salida 1						Salida 2					
				R1		R2		R3		R1		R2		R3	
Hz	Rel Engr		k	gr(30seg)	gr/min										
38	13	30	16.47	123.6	247.2	118.15	236.3	117.3	234.6	121.4	242.8	116.8	233.6	115.75	231.5
38	25	18	52.78	370.2	740.4	369.85	739.7	367.2	734.4	355	710	359.1	718.2	360.75	721.5
38	23	20	43.70	299.35	598.7	302.7	605.4	301.7	603.4	297	594	297.9	595.8	297.35	594.7
38	28	15	70.93	478.35	956.7	481.15	962.3	487.1	974.2	477.45	954.9	481.65	963.3	482.2	964.4
48	16	27	28.44	202.35	404.7	206.1	412.2	206.1	412.2	202.15	404.3	204.1	408.2	203.15	406.3
48	18	25	34.56	252.95	505.9	249.45	498.9	245.4	490.8	246.15	492.3	241.45	482.9	242.5	485
48	24	13	88.62	419.55	839.1	421.9	843.8	418.7	837.4	415.7	831.4	417.2	834.4	419	838
60	15	28	32.14	233	466	234.65	469.3	232.95	465.9	230	460	234.15	468.3	231.1	462.2
60	25	18	83.33	559.25	1118.5	555.95	1111.9	551.25	1102.5	560.6	1121.2	554	1108	547.45	1094.9
60	27	16	101.25	662.9	1325.8	666.45	1332.9	675.7	1351.4	649.45	1298.9	645.7	1291.4	701.9	1403.8

Unidad 1 0° Inclinación
ECUACIÓN

Fosfato Diamónico	
+ Calculando Rpm	
C1=rpm del Eje	Y= -8.80987+4.34E-02X-3.00E-
06X ²	
C2=g/min	
X=C2	R-sq= 94.1%
Y=C1	
+Calculando g/min	
C1=rpm del Eje	Y= 104.876+29.93X-2.33E-06X ²
C2=g/min	
X=C1	R-sq= 93.6%
Y=C2	

Unidad 2 0° Inclinación
ECUACIÓN

Fosfato Diamónico	
+ Calculando Rpm	
C1=rpm del Eje	Y= -7.30687+4.16E-02X-2.33E-
06X ²	
C2=g/min	
X=C2	R-sq= 94.6%
Y=C1	
+Calculando g/min	
C1=rpm del Eje	Y= 93.5437+30.166X-1.05E-02X ²
C2=g/min	
X=C1	R-sq= 94.3%
Y=C2	

Unidad 1 10° Inclinación ECUACIÓN

Fosfato Diamónico

+ Calculando Rpm

C1=rpm del Eje
06X²

$$Y = -9.28696 + 4.30E-02X - 2.98E-$$

C2=g/min

X=C2

Y=C1

$$R\text{-sq} = 99.2\%$$

+Calculando g/min

C1=rpm del Eje

C2=g/min

X=C1

Y=C2

$$Y = 299.643 + 19.1186X + 0.109812X^2$$

$$R\text{-sq} = 98.7\%$$

Unidad 2 10° Inclinación ECUACIÓN

Fosfato Diamónico

+ Calculando Rpm

C1=rpm del Eje
06X²

$$Y = .569064 + 2.62E-02X + 2.67E-$$

C2=g/min

X=C2

Y=C1

$$R\text{-sq} = 96.1\%$$

+Calculando g/min

C1=rpm del Eje
0.143690X²

C2=g/min

X=C1

Y=C2

$$Y = -192.687 + 45.2558X -$$

$$R\text{-sq} = 98.1\%$$

Unidad 1 0° Inclinación

ECUACIÓN

UREA	
+ Calculando Rpm	
C1=rpm del Eje	Y= -3.99936+3.47E-02X-7.60E-
07X ²	
C2=g/min	
X=C2	R-sq= 97.0%
Y=C1	
+Calculando g/min	
C1=rpm del Eje	Y= -59.1610+37.9058X-5.91E-
02X ²	
C2=g/min	
X=C1	R-sq= 97.6%
Y=C2	

Unidad 2 0° Inclinación

ECUACIÓN

UREA	
+ Calculando Rpm	
C1=rpm del Eje	Y= -1.99524+3.20E-02X+1.88E-
07X ²	
C2=g/min	
X=C2	R-sq= 97.6%
Y=C1	
+Calculando g/min	
C1=rpm del Eje	Y= -64.4076+37.8054X-6.47E-
02X ²	
C2=g/min	
X=C1	R-sq= 97.9%
Y=C2	

Unidad 1 10° Inclinación ECUACIÓN

UREA	
+ Calculando Rpm	
C1=rpm del Eje	$Y = -9.28696 + 4.30E-02X - 2.98E-06X^2$
C2=g/min	
X=C2	R-sq= 99.2%
Y=C1	
+Calculando g/min	
C1=rpm del Eje	$Y = 299.643 + 19.1186X + 0.109812X^2$
C2=g/min	
X=C1	R-sq= 98.7%
Y=C2	

Unidad 2 0° Inclinación ECUACIÓN

UREA	
+ Calculando Rpm	
C1=rpm del Eje	$Y = -8.33848 + 4.20E-02X - 2.68E-06X^2$
C2=g/min	
X=C2	R-sq= 99.0%
Y=C1	
+Calculando g/min	
C1=rpm del Eje	$Y = 233.360 + 22.1578X + 8.10E-02X^2$
C2=g/min	
X=C1	R-sq= 98.5%
Y=C2	