

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE PULVERIZACIÓN Y CONOCIMIENTO DEL
OPERADOR

por

Luis ZULIANI ROIBAL

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2020

Tesis aprobada por:

Directora:

Ing. Agr. Juana Villalba

.....

Ing. Agr. Juan Olivet

.....

Ing. Agr. Fernando López

Fecha: 27 de marzo de 2020

Autor:

Luis Zuliani Roibal

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Ing. Agr. MSc. Fernando López quien contribuyó con todo el equipamiento, las herramientas para las inspecciones, así como la locomoción para el desplazamiento hasta los establecimientos de productores.

Extiendo el agradecimiento a la Ing. Agr. Juana Villalba, tutora de la tesis, por su dedicación y orientación en este trabajo.

Finalmente agradezco a mi esposa e hijos, junto a mi familia por acompañarme en esta carrera y brindarme apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. IMPORTANCIA DE LA INSPECCIÓN DE PULVERIZADORES.....	3
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	11
3.1. MATERIALES.....	11
3.2. METODOLOGÍA.....	11
3.2.1. <u>Confección de guías de evaluación</u>	12
3.2.2. <u>Procedimientos de la inspección</u>	13
3.2.3. <u>Encuesta realizada a los operadores</u>	15
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	16
4.1. PARÁMETROS EVALUADOS.....	16
4.1.1. <u>Cardán</u>	16
4.1.2. <u>Bomba</u>	17
4.1.3. <u>Manómetro</u>	18
4.1.4. <u>Barras</u>	19
4.1.5. <u>Conducciones</u>	20
4.1.6. <u>Mando de control</u>	20
4.1.7. <u>Boquillas</u>	21
4.1.8. <u>Válvulas antigoteos</u>	24
4.1.9. <u>Filtros</u>	24
4.1.10. <u>Depósitos</u>	25
4.1.11. <u>Estado del tanque</u>	26
4.2. PROBLEMAS MÁS FRECUENTES SEGÚN TIPO DE DUEÑO Y TIPO DE MÁQUINA.....	27
4.3. CONOCIMIENTO DE LOS OPERARIOS.....	28
4.3.1. <u>Encuesta sobre conocimiento de los operarios</u>	28
4.3.2. <u>Encuesta de preparación de caldo para la aplicación</u>	29
5. <u>CONCLUSIONES</u>	30

6. <u>RESUMEN</u>	31
7. <u>SUMMARY</u>	32
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	33
9. <u>ANEXOS</u>	36

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Inspección periódica de pulverizadores agrícolas en algunos países europeos.....	4
2. Ítems evaluados y tolerancias utilizadas en inspecciones de pulverizadores en algunos países de Europa.....	5
3. Máquinas reprobadas de acuerdo con las evaluaciones consideradas.....	6
4. Análisis de la aplicación del proyecto IPP, zafra 2006...	7
5. Análisis de la aplicación del proyecto IPP, zafra 2007...	7
6. Principales defectos observados en la calibración de 292 equipos en el año 1992.....	9
7. Número de inspecciones por departamento.	12
8. Porcentaje de equipos inspeccionados según condiciones en ítems referentes a funcionamiento de la bomba.....	17
9. Porcentaje de equipos según estado en ítems referentes a las barras de los pulverizadores.....	19
10. Porcentaje de equipos según estado con respecto a ítems de conducciones.....	20
11. Porcentaje de equipos según estado con respecto a ítems de mando de control.....	21
12. Porcentaje de equipos según presencia y estado de filtros...	25
13. Presencia y estado de depósitos y accesorios.....	26
14. Porcentaje de pulverizadores según estado de accesorios de depósitos y de bomba.....	26
15. Porcentaje de pulverizadores inspeccionados según estado de limpieza.....	27
16. Porcentaje de equipos que presentaban problemas según tipo de dueño y tipo de pulverizador.....	27
Figura No.	
1. Área de soja en Uruguay.....	2
2. Importaciones de productos fitosanitarios 2017.....	2
3. Ubicación de los predios en los cuales se realizó la inspección	

de los equipos pulverizadores.....	12
4. Número de pulverizadores en función de porcentaje de boquillas fuera de la tolerancia sobre el total de la barra.....	21
5. Número de pulverizadores en función de porcentaje de boquillas fuera de la tolerancia sobre el total de la barra.....	22
6. Comparación de métodos usando distintas tolerancias, a la izquierda usando el $\pm 10\%$ sobre el caudal nominal, a la derecha $\pm 5\%$ sobre la media de los caudales	23
7. Porcentaje de equipos según coeficiente de variación calculado a partir del caudal, del total de las boquillas.....	24

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos el uso de productos fitosanitarios ha incrementado sensiblemente en Uruguay, considerándolos indispensables en la producción agrícola, en el combate de malezas, plagas y enfermedades. A este incremento en el uso de fitosanitarios se le adjudicaron varios problemas, ambientales y de salud humana, acarreando una creciente presión social contra los mismos.

En el sistema productivo actual sería muy difícil producir sin el uso de fitosanitarios, debido a esto se busca la manera de mitigar el problema conduciendo hacia una mejora en la calidad de las aplicaciones.

Algunos de los factores que condicionan la calidad de aplicación son las condiciones del equipo pulverizador y los conocimientos relacionados a la actividad que presenta quien realiza la actividad.

En este contexto el objetivo de este trabajo fue realizar un relevamiento de los equipos de aplicación de la región litoral a partir de una muestra de 20 equipos. La finalidad era conocer el estado de estos y evaluar el conocimiento que tienen los operadores relacionados a la actividad, respecto a la preparación de mezclas de fitosanitarios y a la actividad de la aplicación.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El uso de fitosanitarios a nivel nacional se ha multiplicado por 4,9 desde el año 2000 al año 2011 (Redes, 2014), siendo los herbicidas los más utilizados, y dentro de los mismos, el glifosato. Esto impulsado por una expansión agrícola, en la figura No. 1 se puede apreciar la evolución del cultivo de soja transgénica tolerante a este herbicida, siendo este el principal componente en la evolución de área agrícola (Blasina y Asociados, 2015).

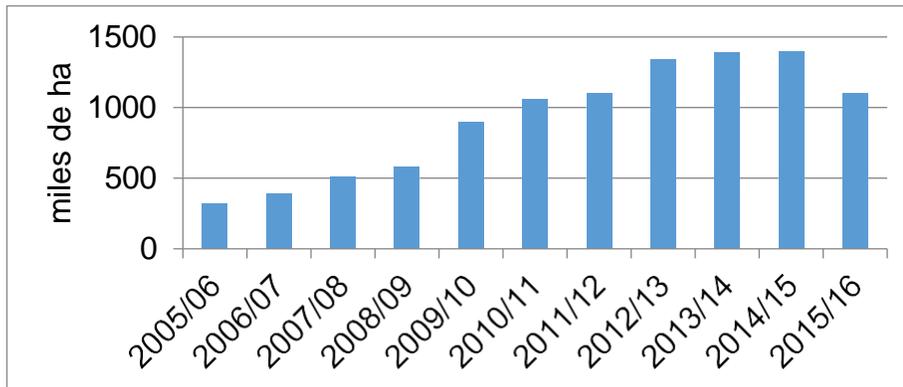


Figura No. 1. Área de soja en Uruguay

Esta expansión acarrió consecuencias económicas, sociales y ambientales, estas últimas pobremente evaluadas. En la figura No. 2 se puede observar la evolución de los fitosanitarios, pudiendo identificar los componentes que generan esa evolución (MGAP. DGSSAA, 2018).

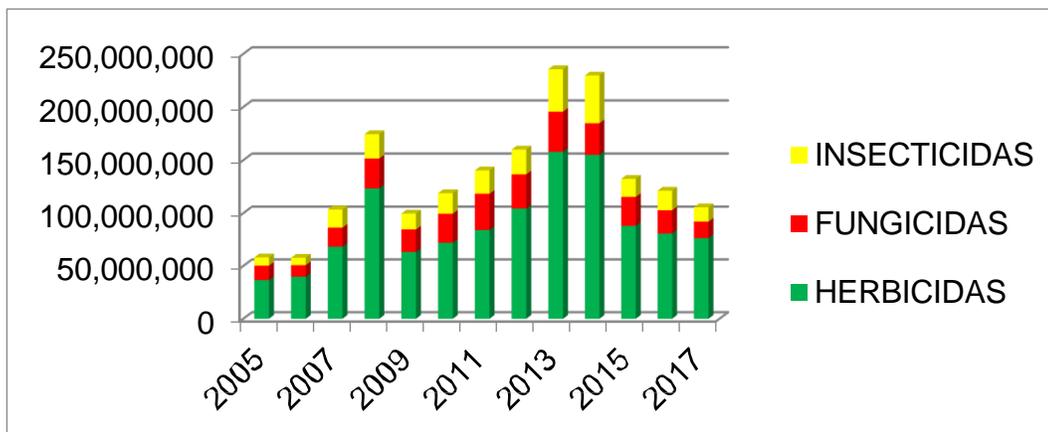


Figura No. 2. Importaciones de productos fitosanitarios 2017

2.1 IMPORTANCIA DE LA INSPECCIÓN DE PULVERIZADORES

En Uruguay no existe legislación respecto a la inspección de pulverizadores. La única mención respecto al estado de los equipos consta en el Decreto 264/04, donde en su artículo 4 menciona, “Todo equipo de aplicación de productos fitosanitarios para ser utilizado deberá estar en buenas condiciones de funcionamiento de modo que no produzcan pérdidas o derrames.”

En el año 2016 se realizó un relevamiento del estado de situación de pulverizadores en Uruguay. Bentancur (2017), con el fin de conocer la situación de los equipos de aplicación, realizó encuestas y chequeo de estado de boquillas. Dicho trabajo se realizó principalmente en el sureste del país. Los principales resultados obtenidos fueron los siguientes:

- En cuanto a la determinación de la dosis de agroquímico a utilizar el técnico es quien la determina.
- El volumen de agua de la aplicación es principalmente resolución de la empresa aplicadora y el técnico.
- El 56,1% de los encuestados no consideraba la deriva como un problema.
- Un tercio de los operarios revisa el caudal distribuido por las boquillas.
- Con respecto a uniformidad de caudales medidos, el autor obtuvo que el 82% cumplía con la reglamentación europea.

La inspección de pulverizadoras si bien es utilizada desde hace varios años, solo recientemente, se ha incrementado la importancia que se le adjudica, pretendiendo realizar aplicaciones más seguras. Según Reichard et al. (1991) las evaluaciones de componentes aislados de pulverizadores son realizadas desde el año 1943. Estas medidas comenzaron a efectuarse a modo de tornar más eficiente el proceso de pulverización. Según Bentancur (2017), las inspecciones en pulverizadores buscan asegurar la eficacia de los equipos en las aplicaciones, logrando una mejor distribución de los productos aplicados. Contribuyendo de esta manera en la seguridad del operario y reduciendo el riesgo de contaminación ambiental.

Siqueira y Antuniassi (2011) afirman que el sistema de inspecciones de pulverizadores tiene como objetivo la racionalización en el uso de agrotóxicos, obteniendo consecuencias en cuanto a reducción de costos y una notoria mejoría en la eficiencia de las aplicaciones, de esta manera impactando sobre el medio ambiente y siendo parte de los programas que incentivan al cuidado del ambiente.

Las inspecciones en los pulverizadores a nivel mundial son realizadas de forma voluntaria u obligatoria dependiendo de la normativa de cada país. Hagenvall, citado por Gandolfo (2001) comenta que Alemania en la década de los 60 comenzó con las inspecciones, siendo éstas al inicio de forma voluntaria y en 1992 pasaron a ser obligatorias. Antuniassi (2001) narra las experiencias y datos de inspecciones en Europa, en Italia se inició un programa de inspecciones en el año 1985, en Irlanda se realizaron inspecciones de carácter voluntario hasta 1993, en Bélgica a partir del año 1995 se tornaron obligatorias las inspecciones, en Noruega se iniciaron en el año 1991 por parte de la Universidad Agrícola de Noruega. En el cuadro No. 1 se presentan estos datos junto con el número de equipos inspeccionados en cada caso (Ganzelmeier y Rietz, citados por Antuniassi y Gandolfo, 2001).

Cuadro No. 1. Inspección periódica de pulverizadores agrícolas en algunos países europeos

País	Año de inicio	Obligatoriedad	Número de inspecciones
Alemania	1968	Si	167000
Eslovenia	1971	Si	-
Austria	1975	Si (regional)	-
Croacia	1984	Si	20000
Italia	1985	No	130000
Holanda	1988	Si	25000
Suecia	1988	No	22500
Suiza	1989	Si	20000
España	1990	No	7000
Noruega	1991	No	20000
Dinamarca	1994	Si	40000
Bélgica	1995	Si	28000
Finlandia	1995	Si	40000
Inglaterra	1996	No	-

En los distintos países donde se realizan inspecciones, se utilizan distintos valores de tolerancias para los distintos parámetros inspeccionados. En el cuadro No. 2 se pueden observar las distintas tolerancias utilizadas según el país en que es implementado (Biocca y Vannucci, citados por Gandolfo, 2001).

Cuadro No. 2. Parámetros evaluados y tolerancias utilizadas en inspecciones de pulverizadores en algunos países de Europa

Parámetros evaluados			
País	Caudal boquilla	CV de boquillas	precisión manómetro
Alemania	CV<10%	<9%	Error 3%(0,1 a 6,0 bar)
Suecia	Diferencia 5%	<7%	-
Bélgica	10% rel. nuevo	-	Error ≤10%
Italia	5% rel. media	-	Error ≤5%
Suiza	10% rel. nuevo	<8%	Error ≤5%
CEE	-	<10%	Error ≤2,5%

En Argentina, en la provincia de Entre Ríos, Pozzolo et al. (1998) realizaron inspecciones en equipos pulverizadores, y también realizaron encuestas a los usuarios obteniendo los siguientes datos. El 15% de los equipos tenía menos del 10% de las boquillas fuera de rango, el 22% tenía entre 10-30%, el 15% de los equipos tenía entre 30-50% y el 48% de los pulverizadores tenían más del 50% de las boquillas fuera de rango. Con respecto al uso de protección personal por los operadores, el 63% no usaba protección, el 15% usaba máscara, el 15% usaba sombrero y solamente el 7% usaba guantes.

Rider y Dickey, citados por Olivet (2000), evaluaron la uniformidad de descarga de las boquillas, encontrando que el coeficiente de variación general de todos los equipos evaluados era de 29%, siendo el valor máximo registrado de 65%.

Trabajos similares, se realizaron en Argentina aportando datos de equipos en condiciones de campo y trabajando un área promedio mayor a 5000 ha anuales (Herrera et al., citados por Olivet, 2000). Los que obtuvieron que del total de equipos evaluados solo el 14% presentaban boquilla dentro del rango de tolerancia para su uso, con un CV menor a 10%, mientras que el 20% presentaba un CV de 10 a 30%, 23% presentaban un CV de 31 a 50% y un 43% presentaban un CV mayor a 50%.

En Brasil fue llevado a cabo un proyecto llamado IPP (inspección periódica de pulverizadores) desarrollado por la Facultad de Ciencias Agronómicas de UNESP/Botucatu, representando una de las primeras acciones de este tipo de actividad en América Latina. Los resultados de este proyecto se describen en los siguientes cuadros. El cuadro No. 3 muestra resultados encontrados por Gandolfo y Antuniassi (2005). Los cuadros No. 4 y No. 5 muestran resultados de la misma inspección en distintos años realizados dentro del mismo proyecto por Siqueira y Antuniassi (2011).

Estos estudios lograron mostrar la precariedad de la mayoría de los equipos pulverizadores en Brasil, y la situación no es diferente en países vecinos. Por ejemplo, relevamientos realizados en Argentina en la década del 90 por Magdalena y Di Prinzio (1992), mostraron que el 70% de las maquinas utilizaban boquillas defectuosas ocasionando aplicaciones irregulares y excesivas de fitosanitarios.

Cuadro No. 3. Máquinas reprobadas de con las evaluaciones acuerdo consideradas.

Ítem evaluado	Máquinas reprobadas	
	Número	%
Presencia, funcionamiento y precisión del manómetro	71	93,4
Error en la dosis de producto	66	86,8
Boquillas	62	81,6
Error en la tasa de aplicación	61	80,2
Antigoteos en mal estado o ausentes	55	72,4
CV de la barra encima de 15%	27	69,2
Falta de protección en partes móviles	49	64,5
Mangueras mal localizadas	46	60,5
Pérdidas	43	56,6
Mangueras dañadas	37	48,7
Espaciamiento entre boquillas incorrecto	32	42,1
Otros	11	14,5

Cuadro No. 4. Análisis de la aplicación del proyecto IPP, zafra 2006

Parámetros evaluados	Máquinas con problemas
	%
Estado de las mangueras	14
Localización de las mangueras	23,3
Protección de partes móviles	27,9
Pérdidas	40,7
Funcionamiento del manómetro	18,6
Adecuación del manómetro	84,9
Espaciamiento entre boquillas	36
Filtros de línea	24,4
Filtros de succión	5,8
Antigoteos	27,9
Boquillas	67,4
Calibración	69,8

Cuadro No. 5. Análisis de la aplicación del proyecto IPP, zafra 2007

Parámetros evaluados	Máquinas con problemas
	%
Estado de las mangueras	5,9
Localización de las mangueras	23,5
Protección de partes móviles	17,6
Pérdidas	23,5
Funcionamiento del manómetro	17,6
Adecuación del manómetro	82,4
Espaciamiento entre boquillas	23,5
Filtros de línea	17,6
Filtros de succión	0,0
Antigoteos	11,8
Boquillas	47,1
Calibración	58,8

Silva et al. (2016) realizaron inspecciones de pulverizadores en la región de Minas Gerais, obteniendo los siguientes datos: el 20% de los operadores no usaba equipo de protección personal; el 40% de los operadores no tenía conocimiento sobre deriva; el 10% de los equipos tenía algún tipo de

pérdida o goteo en depósitos o mangueras. En relación a la presencia y estado de filtros el 20% de los equipos presentaba defectos; el 20% de los equipos tenía problemas en cuanto a la separación de las boquillas; el 25% de los manómetros no funcionaba correctamente. El 40% de los equipos tenía problemas en cuanto a caudales de boquillas y el 80% de los equipos presentaba algún tipo de desgaste u obstrucción en las boquillas. En relación a la seguridad, el 15% presentaba errores con respecto a seguridad de partes móviles.

Gandolfo (2001) en su tesis de doctorado realizó inspecciones en pulverizadores en el estado de Sao Paulo y Paraná, obteniendo los siguientes datos:

- Respecto a la uniformidad en las distancias de las boquillas, utilizando una tolerancia de 10% con respecto al valor de referencia, encontrando que el 42,1% de los equipos evaluados se encontraba fuera de la tolerancia.
- Con respecto a las válvulas antigoteo el 30,3% de los equipos no las presentaban, y de los equipos que presentaban las válvulas el 60,4% tenía por lo menos un anti goteo no funcional.
- El 47,4% de los equipos no utilizaban filtros de línea y de los equipos que lo tenían el 22,5% presentaban algún tipo de daño.
- Respecto a la condición de las boquillas tomando como tolerancia un 10% en relación a la media de los caudales, solo el 18,4% de los pulverizadores se encontraba aceptable. Considerando que el CV medio de todos los equipos fue de 11,56%.
- El 81,6% de las máquinas inspeccionadas presentaba manómetro, de los cuales solo el 17,7% se adecuaba al tipo de equipo.
- El 71% de los manómetros evaluados fueron imprecisos excediendo la tolerancia (10%).
- El 100% de los equipos carecían de protección en la toma de fuerza.

Alvarenga et al. (2010) publicaron datos de inspecciones llevadas a cabo en la región de Uberlândia- Brasil, sobre evaluación de manómetros en cual solo el 13,6% de los equipos evaluados excedía la tolerancia en cuanto a precisión de los mismos. Concluyendo que los productores de esa región, enfocaban una mayor atención en ese dispositivo.

Magdalena y Di Prinzio (1992) obtuvieron una serie de datos en la zona de Neuquén y Rio Negro (Argentina) presentados en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 6. Principales defectos observados en la calibración de 292 equipos en año 1991

Componente o concepto	Tipo de alteración	Problemas de funcionamiento	Porcentaje de máquinas
Bomba	Pérdidas de líquido, régimen de trabajo inadecuado	Imposibilidad de aplicar el volumen recomendado	12
Válvula reguladora de presión	Trabada, descalibrada, problemas de desgaste	Imposibilidad para alcanzar la presión de trabajo. Riesgos sistema hidráulico	12
Manómetro	Fuera de servicio o inexistente	Imposibilidad de controlar la presión de trabajo	52
Boquillas:			
_Pastillas	Mal ubicadas, elección inadecuadas, gastadas, invertidas	Volumen excesivo de aplicación, distribución deficiente	66
_Núcleos de rotación	Mal ubicados, elección inadecuada, gastados	Volumen excesivo de aplicación, distribución deficiente	70
_Cámara de turbulencia	Deteriorada	Pulverización inadecuada y distribución deficiente	70
Árbol cardánico	Protección deteriorada o inexistente	Riesgo de accidentes	86
Cuenta revoluciones del tractor	Deteriorado o inexistente	Imposibilidad de ajustar la velocidad de régimen de funcionamiento	10
Régimen de funcionamiento	Mecanismo de aceleración del tractor desajustado	Imposibilidad de alcanzar régimen de funcionamiento	10
Equipos mal armonizados	Tractores de baja potencia con máquinas de gran capacidad o viceversa	Inconveniente para accionar eficientemente la pulverizadora	14

En la zona de Córdoba (Argentina) Balestrini y Cía. (2014) obtuvieron datos de inspecciones, estas inspecciones fueron de orden privado, ya que la empresa realiza reparaciones y certifica los equipos pulverizadores. Los resultados indicaron valores alarmantes por encontrarse en mal estado, los agitadores en 78%, manómetros 80%, filtros 98%, curvatura del baral 69%, boquillas 78%, comando 90%. Algunos indicadores en mejor estado eran la bomba, 73% en buen estado, presión del baral, 76%, pastillas 67% y sistema de limpieza 63%.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

Para realizar las inspecciones se contaba con un variado equipamiento y herramientas, que se detallan:

- Comprobador de manómetros de la marca “Aams-Salvarani”, provisto de múltiples conexiones para acoplar distintos manómetros. El mismo posee un manómetro de referencia, este se encuentra certificado por un año por el fabricante.
- Dos manómetros portátiles con adaptadores de boquillas, y sujeción en forma de gancho, para facilitar el acople en la barra de la pulverizadora.
- Caudalímetro digital de la marca “Aams-Salvarani”, provisto de enchufes para pasar datos al ordenador, certificado por el fabricante durante un año, con una incertidumbre de un 1%.
- Caja de herramientas con: llaves combinadas, martillo, pinzas, destornilladores y herramientas varias.
- Cintas métricas, con capacidad de 50m y 8m.
- Equipos de protección personal (equipo impermeable, botas de goma, mascarillas con carbono activado, guantes y lentes).

3.2 METODOLOGÍA

Para la realización de las inspecciones, se decidió evaluar el número de veinte pulverizadores, el equipo de trabajo, tesista y codirector de la tesis, debió trasladarse a los distintos puntos donde se encontraban los equipos a evaluar, habiendo contactado con anterioridad a los propietarios y ellos accediendo de forma voluntaria. Las ubicaciones de las inspecciones fueron en el litoral, concentrándose el mayor número de inspecciones en el departamento de Río Negro (cuadro No. 7), dicha distribución responde simplemente a la ubicación de las personas que accedieron a la inspección.

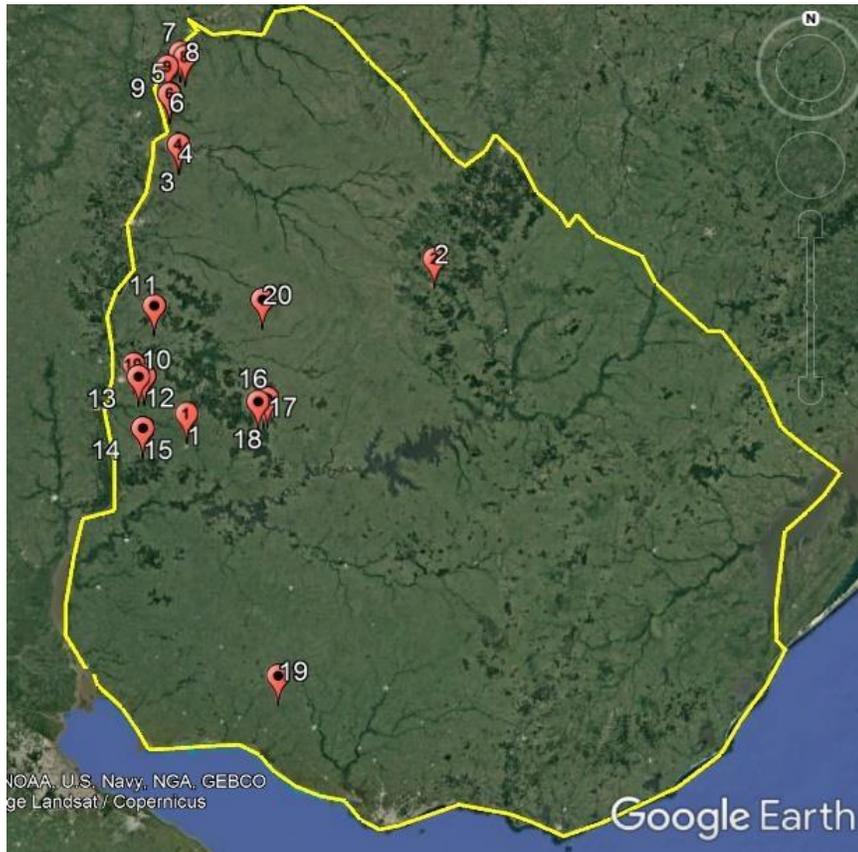


Figura No. 3. Ubicación de los predios en los cuales se realizó la inspección de los equipos pulverizadores

Cuadro No. 7. Número de inspecciones por departamento

Departamento	No. de equipos
Artigas	3
Salto	4
Paysandú	5
Río Negro	6
Tacuarembó	1
San José	1

3.2.1 Confección de guías de evaluación

Para la confección de las guías se tomó como base principal a Gil et al. (2011) trabajo realizado bajo la ordenanza del Ministerio de Medio Ambiente y

Medio Rural y Marino del Gobierno de España. Las modificaciones realizadas fueron en consideración de realizar un trabajo simple y accesible para los productores voluntarios, de forma de disminuir el tiempo empleado para la inspección.

La guía consta de trece subtítulos (ver anexo No. 1) los cuales comienzan por identificar al dueño y al pulverizador con sus respectivos datos. Luego sigue con la inspección de las distintas partes del pulverizador como: barras, mando de control, depósitos, bomba, mangueras, manómetro, filtros, boquillas, válvulas antigoteo. Todas estas partes del pulverizador a su vez comprenden un gran número de parámetros a evaluar. Buena parte de los parámetros de la planilla, se completaban con simples observaciones o pruebas rápidas, calificando lo evaluado en forma subjetiva en cuatro categorías:

- Sin defecto; se calificaba con este rótulo cuando lo que se estaba evaluando estaba en perfectas condiciones y con un buen funcionamiento, cumpliendo la operativa para lo que fue diseñado.
- Leve; se calificó de esta manera cuando el componente a evaluar presentaba algún defecto visual o de funcionamiento, la cual se podría solucionar de manera sencilla, en poco tiempo y no requiriendo de mucha formación.
- Grave; se califica de esta manera cuando presentaba graves problemas comprobados visual y operativamente, acarreando la solución más tiempo y mano de obra más especializada.
- No corresponde; se calificaba así cuando el pulverizador por sus cualidades prescindía del componente evaluado, pudiendo funcionar de manera normal sin la presencia del mismo.

3.2.2 Procedimientos de la inspección

Al llegar al lugar de inspección y luego de las presentaciones pertinentes se procedía a explicar brevemente el procedimiento a realizar a modo informativo. A continuación, se preparaban los materiales para el trabajo, basándose en las guías confeccionadas, una para la inspección del equipo pulverizador, y otra con encuesta al operador del equipo.

Para algunos parámetros de la planilla se requirieron mayor labor de medición, o pruebas más delicadas llegando a tener que desmontar componentes del pulverizador para realizar las comprobaciones, a continuación, se enumerarán dichos ítems:

- Simetría; se medía con una cinta métrica desde el centro del baral hacia un extremo, comprobando esa medida hacia el otro extremo.
- Retorno; con el barral abierto, se tomaba un extremo del mismo y se le ejercía una fuerza hacia atrás, observando si tenía un movimiento hacia atrás y luego retornaba a su posición original, la misma prueba se realizaba a ambos extremos.
- Separación de boquillas; con la ayuda de una cinta métrica se comprobaba que la distancia entre las boquillas fuera idéntica en todo el largo del baral.
- Uniformidad en la altura; se medía la altura del barral en todo su largo para comprobar que las boquillas se encontraban trabando a una misma altura.
- Manómetro, lectura de presiones contrastadas; para realizar esta comprobación se debía retirar el manómetro del pulverizador, colocarle el acople rápido con su debida rosca y colocarlo en el banco de prueba, comenzando a aumentar la presión progresivamente de a un bar de presión hasta llegar a 5 bares y contrastando con el manómetro de prueba, luego se bajaba la presión realizando el mismo procedimiento. Luego de la prueba práctica se observaba la diferencia que tenía con el manómetro de prueba, tomando un 10% de tolerancia sobre el valor real, siguiendo el procedimiento explicado por Gil et al. (2011). Si se encontraba dentro de la tolerancia el mismo se encontraba en buenas condiciones, y viceversa.
- Contraste presión extremos baral; se colocaban dos manómetros de prueba calibrados, en ambos extremos del baral, acopándolos al último portaboquillas y se ponía la pulverizadora en funcionamiento, de manera de contrastar ambas presiones, visualizando si llegaba la misma presión en ambos extremos del baral.
- Evaluación de boquillas; con el caudalímetro digital y la pulverizadora en marcha a presión de 3 bares (medido por los manómetros de prueba, calibrados y certificados), se procedía a medir boquilla por boquilla registrando el caudal arrojado por cada boquilla, para luego poder analizar el estado de las boquillas de dos maneras: se toma como referencia el valor de caudal a nuevo de la boquilla y se le da una tolerancia de 10% por encima y por debajo del valor. Las boquillas que se encontraban fuera de la tolerancia se las catalogaba como dañada o gastada. El otro modo de comparación consistió en tomar el valor de la media del caudal de las boquillas de la barra y tomar una tolerancia de un 5% por encima y por debajo de la media, catalogando de la misma manera de la anterior, este método es utilizado cuando por alguna razón se desconoce valor de caudal de la boquilla.
- La comprobación de agitación en el tanque se colocaba el equipo en funcionamiento se estimaba visualmente si la agitación era realmente buena para mantener el caldo estable.

Para la realización de las pruebas de manómetro y boquillas los datos de las tolerancias fueron tomados del manual de inspección (Gil et al., 2011), cabe mencionar que para todas las evaluaciones nombradas el equipo técnico, llevaba puesto el equipo de protección personal, trabajando de forma segura y a su vez dando el ejemplo a las personas con respecto a la protección personal.

3.2.3 Encuesta realizada a los operadores

La encuesta se realizó a 15 operarios, debido a que no se encontraban algunos al momento de la inspección, la misma constó de dos partes una que recaba datos del operador y conocimiento básico sobre la aplicación, y otra exclusiva de la preparación de las mezclas. Ambas se realizaron con el objetivo de conocer aspectos de la capacitación de las personas que llevan a cabo las aplicaciones de fitosanitarios (ver anexo No. 2).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 20 pulverizadores evaluados, tres fueron de tipo autopropulsados, siete de arrastre y diez de tipo montados (de enganche de tres puntos). El total de los equipos autopropulsados pertenecían a empresas que realizaban servicios, realizando servicios agrícolas en cultivos de secano generalmente. De los equipos de arrastre el 14% pertenecía a empresas de servicios realizando tareas en rubro arrocero, el 86% a productores, siendo la mitad de los equipos (43%) de productores lecheros y la otra mitad de productores que realizaban agricultura de secano. De los equipos montados, la mitad de los equipos pertenecían a empresas que realizaban trabajos forestales, el 30% pertenecía a productores que realizaban trabajos en agricultura de secano, hortícola y lechería. El 20% pertenecía a instituciones realizando labores agrícolas.

4.1 PARÁMETROS EVALUADOS

Los resultados de la inspección se presentan separado para cada componente del equipo pulverizador.

4.1.1 Cardán

De los veinte equipos evaluados tres de ellos no presentaban toma de fuerza cardánica ya que eran de tipo autopropulsado, el siguiente resultado es sobre los diecisiete equipos restantes, con cardán para transmisión de potencia hacia la pulverizadora.

- El 47% de los equipos presentaban los resguardos del cardán en buenas condiciones, pero no tenían fijación del resguardo.
- El 17,6% tenían los resguardos dañados y no presentaban la fijación del resguardo.
- El 5,9% tenía el resguardo dañado, con la fijación en estado adecuado.
- El 29,4% no tenía resguardo de toma de fuerza y por ende no tenía fijación.

Ningún equipo evaluado presentó los resguardos y fijaciones en estado correcto. Este resultado nos deja en claro que los operadores corren un alto riesgo de tener algún tipo de contacto con el eje, ocasionando accidentes muy graves, además, en la mayoría de los casos el mando de control se sitúa por encima del eje cardánico, aumentando las probabilidades de accidentes. A modo de comparación en Brasil Gandolfo (2001) encontró que el 100% de los

equipos carecían de protección en la toma de fuerza. En Argentina Magdalena y Di Prinzio (1992) observaron que el 86% de los pulverizadores tenían deteriorado o no tenían la protección del árbol cardánico.

4.1.2 Bomba

El parámetro de la bomba con mayores problemas fue de la agitación en la pulverización (50% de los equipos), este resultado está directamente asociado al tipo de agitación que presentan los equipos pulverizadores, siendo el más común de tipo hidráulico que funciona con el retorno del líquido pulverizado. La bomba debe suministrar flujo suficiente para los requerimientos tanto de la aplicación, como los de agitación del tanque. A continuación, se presentan algunas fórmulas citadas por Schonwalder (1996), para calcular, cuánto flujo adicional se necesita para la agitación. Líquidos: volumen del tanque (l) x 0, 05= agitación total (l/min). Polvos humectantes y líquidos floables (sólidos en suspensión): volumen del tanque (l) x 0, 125= agitación total (l/min). Estudios en Argentina realizados por Balestrini y Cía. (2014) encontraron que el 78% de los equipos tenía problemas en cuanto a agitación del caldo.

El segundo parámetro de la bomba en el que se observaron más problemas fue, pulsación a circuito, el mismo refiere a la pulsación del flujo entregado por las boquillas, este se observaba a simple vista. Este problema se ocasiona por fallas en el sistema de la bomba (fallas en un pistón o diafragma, etc.) o fallas en el compensador de presión (accesorio de bomba que permite estabilidad en la presión del líquido pulverizado). Las fallas en pulsación a circuito pueden ser atribuidas al compensador de presión ya que 15% de los casos presentaban defectos y un 20% no lo tenía.

Cuadro No. 8. Porcentaje de equipos inspeccionados según condición en ítems referentes a funcionamiento de la bomba

	Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave	No corresponde	No tiene
Fugas	95%	5%			
Pulsación a circuito	80%	20%			
Agitación en pulverización	50%	45%	5%		
Compensador de presión	50%	5%	10%	15%	20%

4.1.3 Manómetro

Del total de los equipos, 17 presentaban manómetro, los otros tres prescindían del mismo, por presentar otros implementos que cumplen su función estos pulverizadores eran de tipo autopropulsados los cuales no se chequearon.

El diámetro de manómetro ideal deber ser igual o mayor que 63 mm (Gil et al., 2011), de los equipos inspeccionados el total de los manómetros cumplía con el diámetro requerido.

Según Gil et al. (2011) la escala del manómetro para presiones de trabajo hasta 5 bares debe de ser de 0,2 bares. El 52,9% de los manómetros evaluados presentaba la escala recomendada, el 47,1% no cumplía los requerimientos, los manómetros no eran los indicados para el tipo de trabajo que realizaban, por presentar escalas con valores máximos en torno a 20 bares, valores muy por encima de las presiones utilizadas en pulverizadores hidráulicos.

El 47% de los manómetros no presentaban defectos en cuanto a legibilidad, el 41,2% presentaban problemas de legibilidad de tipo leve y el 11,8% de tipo grave al punto de no poder definirse la escala.

De los 17 manómetros evaluados dos de ellos estaban dañados (no se movía la aguja al aplicarle presión), por lo cual la prueba de precisión de los manómetros se aplicó a solo 15 manómetros. Para el 40% de ellos las desviaciones de lectura se mantenían dentro de la tolerancia, el 60% de los manómetros excedía el límite de tolerancia, que era de un 10% del valor medido.

Del total de los manómetros evaluados solo el 35% se encontraba en buen funcionamiento, el 65% restante estaban dañados, debiendo ser reemplazados. En Brasil, Gandolfo (2001) obtuvo datos similares, el 71% fueron imprecisos excediendo la tolerancia. Gandolfo y Antuniassi (2005), reprobaron el 93,4% de los manómetros evaluados. Siqueira y Antuniassi (2011) observaron que el 18,6% de los manómetros no funcionaba, resultados similares a estos anteriores fueron observados por Silva et al. (2016) siendo el valor de 25% los manómetros que funcionaban correctamente. En Argentina Magdalena y Di Prinzi (1992) encontraron que en el 52% de los equipos el manómetro estaba fuera de servicio, o era inexistente, en el mismo país Balestrini y Cía. (2014) diagnosticaron que el 80% de los equipos tenía el manómetro en mal estado.

Parece claro que el manómetro es una parte del equipo que se brinda poca atención por parte de los aplicadores, siendo que es una pieza fundamental que permite controlar la presión de trabajo del pulverizador, de esa manera llegar los volúmenes de aplicación deseados.

4.1.4 Barras

En relación a las barras, dos de los parámetros se encontraron en condiciones aceptables, ellos fueron simetría y sujeción de seguridad (cuadro No. 9).

Cuadro No. 9. Porcentaje de equipos según estado en ítems referentes a las barras de los pulverizadores

	Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave
Estabilidad	65%	15%	20%
Simetría	95%	5%	
Retorno	70%	15%	15%
Sujeción de seguridad	85%	15%	
Separación de boquillas	60%	35%	5%
Altura uniformidad	75%	25%	
Protección boquilla externa	10%	60%	30%

Dentro de las barras el parámetro con más defectos fue la protección externa de las boquillas, este problema generalmente viene ya de fábrica, las barras vienen desprovistas de protecciones, dejando la boquilla expuesta a daños antes de tiempo.

El parámetro que sigue con más defectos es la separación de boquillas, 35% con defecto leve y 5% con defecto grave. Este parámetro provoca problemas en cuanto a la uniformidad en la distribución de la pulverización. Gandolfo (2001) obtuvo resultados similares en cuanto a la separación incorrecta entre las boquillas, encontrando que un 42,1% de los equipos se encontraban en estado incorrecto.

En el parámetro estabilidad también se observaron errores de los cuales el 35% de los equipos tenía algún tipo de defecto, Balestrini y Cía. (2014) encontraron que el 45% de los pulverizadores tenían defectos en cuanto a estabilidad del barral, este parámetro afecta directamente la uniformidad de la

aplicación, ya que si el barral oscila descontroladamente hace muy inestable la altura de la aplicación.

4.1.5 Conducciones

En relación a las conducciones de la barra los problemas no eran tan graves (cuadro No. 10) y en menor proporción de los equipos, solo el 20%, en lo que refiere a rotura y fugas.

Cuadro No. 10. Porcentaje de equipos según estado con respecto a parámetros de conducciones

Estado	Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave
Rotura- abrasión	80%	20%	
Fugas	80%	20%	
Interferencia de conducciones sobre línea de pulverización	65%	25%	10%

Los problemas más frecuentes en conducciones son la ubicación de las mangueras, que se ubican en la línea de líquido pulverizado provocando que las pequeñas gotas al golpear con las conducciones se unan formando un flujo de líquido vertiéndose directo al suelo, no llegando al objetivo, dejando franjas sin aplicación. Gandolfo y Antuniassi (2005) encontraron que el 60,5% de los equipos presentaban las conducciones mal localizadas, y el 48,7% tenía mangueras dañadas. A modo comparativo los porcentajes de equipos con problemas en cuanto a roturas y fugas es menor al valor encontrado en la bibliografía.

4.1.6 Mando de control

El lugar donde se situaba el mando de control en varios casos no era apropiado (35% con defectos leves y 15% con defectos graves, cuadro No. 11), la mayoría eran de tipo mecánico sobre las conducciones, y en tractores con cabina para acceder a los comandos, se debía bajar del tractor. Para evitar este tipo de problemas lo ideal es la instalación de comando electrohidráulicos para así poder acceder dentro de la cabina a los mismos, y evitar riesgos con respecto a la salud de los operarios. En relación a este parámetro Balestrini y Cía. (2014) encontraron errores en el 90% de los equipos inspeccionados.

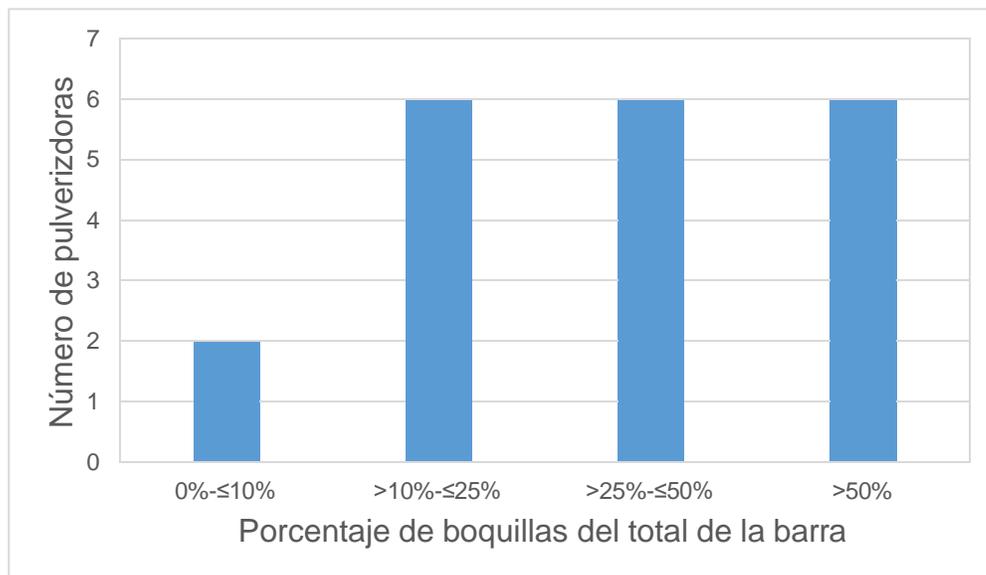
Cuadro No. 11. Porcentaje de equipos según estado con respecto a parámetros de mando de control

	Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave
Fugas	100%		
Funcionamiento	95%	5%	
Ubicación del mando de control	50%	35%	15%

4.1.7 Boquillas

Las boquillas más utilizadas fueron las XR, 30% de los equipos la poseían, le siguen las de tipo TTI con un 25%, las AI con 20% luego las TT con 15% y las AIXR y TX con 5% cada una de equipos que la estaban utilizando.

Como se puede observar en la figura No. 4, hay un gran número de pulverizadores que tenían un gran porcentaje de boquillas fuera de la tolerancia.

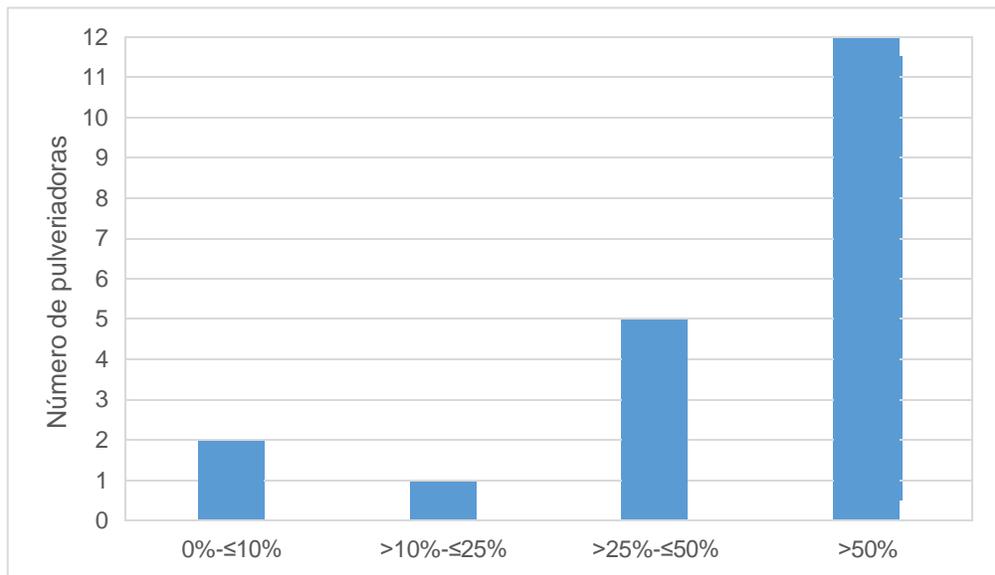


Tolerancia utilizada $\pm 10\%$ del caudal nominal de la boquilla

Figura No. 4. Número de pulverizadores en función de porcentajes de boquillas fuera de la tolerancia sobre el total de la barra

Se analizaron los valores de caudales para identificar si el mayor número de boquillas se encontraba por encima o por debajo de la tolerancia, hubo 14 equipos donde la mayoría de las boquillas se encontraban con valores de caudales por encima de la tolerancia (+10% del caudal nominal), 5 equipos donde la mayoría de las boquillas se encontraba por debajo (-10%) y uno con el mismo número de boquillas por encima que por debajo.

Los valores de caudales por encima de la tolerancia (+10%) se atribuyen principalmente a que las boquillas presentaban desgaste debido al uso, no teniendo iguales causas para las que se encuentran por debajo de la tolerancia (-10%), a estas son atribuidas múltiples causas, presencia de suciedad proveniente de precipitado del tanque, impurezas que vienen con el agua, impidiendo el pasaje del líquido y de esta manera reduciendo el caudal pulverizado. Otra causa que puede disminuir el caudal pulverizado es el daño de la boquilla ocasionado por golpes contra objetos que se encuentran en la línea de las barras, provocando deformaciones, esta causa es debido a que la mayoría de los equipos inspeccionados (90%) carece o está mal situada la protección externa de las boquillas.



Tolerancia utilizada $\pm 5\%$ del promedio de los caudales de las boquillas.

Figura No. 5. Número de pulverizadores en función de porcentajes de boquillas fuera de la tolerancia sobre el total de la barra

Como se puede observar en la figura No. 5, el 60% de los pulverizadores evaluados (12 equipos) tiene más de 50% de las boquillas fuera

de la tolerancia de $\pm 5\%$ sobre el promedio de caudales de las boquillas totales. Este método resultó más estricto que el de utilizar el caudal nominal, esto se debe al grado de dispersión de los caudales del total de las boquillas.

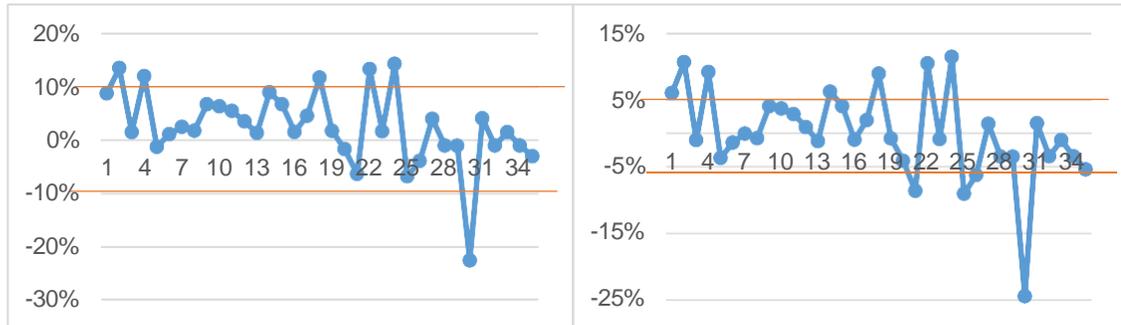


Figura No. 6. Comparación de métodos usando distintas tolerancias a la izquierda usando el $\pm 10\%$ sobre el caudal nominal, a la derecha 5% sobre la media de los caudales

Como se puede observar en la figura No. 7, el 60% de los equipos se encontraban por encima del valor de 10% considerado aceptable. La media de los coeficientes de todos los equipos fue de 17,21 siendo el valor máximo encontrado de 66,8. Rider y Dickey, citados por Olivet (2000) encontraron una media general de 29 con un valor máximo de 65. A modo comparativo en base a datos de Pozzolo et al. (1998) encontraron que el 85% de los equipos excedían la tolerancia. Datos muy similares fueron encontrados por Herrera et al., citados por Olivet (2000) en cuyo trabajo el 86% de los equipos se encontraban por encima de la tolerancia. Cabe mencionar que las metodologías utilizadas en la bibliografía citada no fueron iguales a las realizadas en el presente trabajo, según la bibliografía se utilizaron bandejas de dispersión de aspersores para el cálculo del coeficiente de variación, sin embargo, en el presente trabajo el coeficiente de variación fue calculado a partir del caudal de cada boquilla. Se le puede adjudicar esa diferencia entre datos registrados y los encontrados en la bibliografía, a la diferencia de las metodologías ya que las canaletas miden 10 cm de ancho y captan el caudal del solapamiento entre boquillas haciendo que el coeficiente de variación sea mayor.

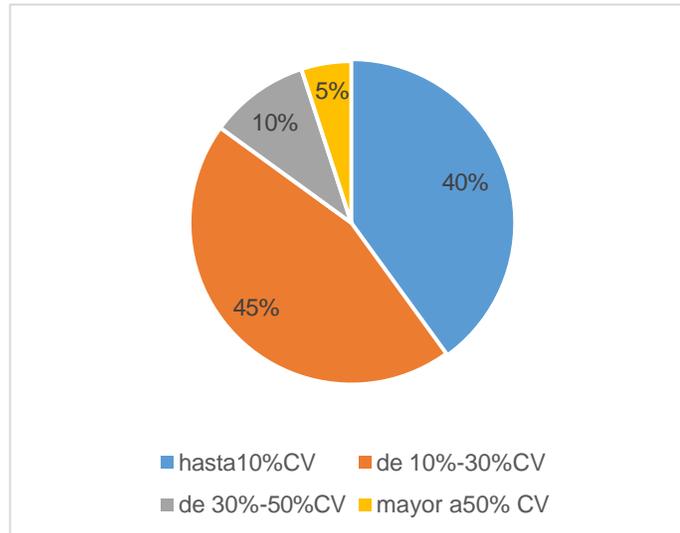


Figura No. 7. Porcentaje de equipos según coeficiente de variación calculado a partir del caudal, del total de boquillas

4.1.8 Válvulas antigoteo

De los 20 equipos evaluados todos presentaban válvulas antigoteo, el 80% de los equipos no presentaban problemas en cuanto a pérdidas por goteo luego de detención de la pulverización, el 20% tenían problemas de goteo, no excediendo de un antigoteo dañado por máquina. Siqueira y Antuniassi (2011) en sus evaluaciones realizadas en los años 2006 y 2007, encontraron que el 27,9% y 11,8% respectivamente, era el porcentaje de equipos con problemas en las válvulas antigoteo, datos no demasiado alejados a los encontrados en este trabajo. Sin embargo, Gandolfo (2001) presentó resultados más alarmantes con respecto a válvulas antigoteo, ya que el 30,3% de los equipos evaluados, no las presentaban, y de los equipos que las presentaban un 60,4% tenía al menos un antigoteo que no funcionaba correctamente.

4.1.9 Filtros

El 24% de los equipos no presentaban filtros de impulsión (cuadro No. 12), y de los equipos que presentaban filtro, el 46% tenía algún tipo de defecto. Esto trae consecuencias en la uniformidad de los caudales en las boquillas, además del tapado de estas. El 25% de los equipos tenían la mayoría de las boquillas arrojando caudales por debajo del 10% de tolerancia. Datos muy similares fueron publicados por Siqueira y Antuniassi (2011) recabados en el año 2006 el cual 24,4% de los equipos presentaban problemas en cuanto a

filtros de impulsión, Silva et al. (2016) constataron defectos en el 20% de los equipos en cuanto a presencia y estado de filtros.

Cuadro No. 12. Porcentaje de equipos según presencia y estado de los filtros

Presencia filtros de aspiración	Si		No
	88%		12%
	Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave
Estado filtros	67%	26%	7%
Aislamiento	93%		7%
Presencia filtros de impulsión	Si		No
	76%		24%
	Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave
Estado filtros	54%	38%	8%

4.1.10 Depósitos

En cuanto a depósitos de limpieza (cuadro No. 13), la ausencia de estos está relacionada al tipo de máquina, en general los equipos de tipo montados eran equipos económicos que carecían de varios accesorios, generalmente pertenecientes a pequeños productores o a empresas que realizaban servicios en el rubro forestal.

El 95% de los equipos evaluados presentaban agitación del tanque de tipo hidráulica, en muchos casos obteniendo una agitación deficiente, este problema puede estar relacionado a que se obstruyen los conductos internos en presencia de precipitado, los caudales arrojados no son suficientes para que el sobrante del líquido pulverizado en conjunto con el proveniente de la bomba genere una agitación aceptable.

Cuadro No. 13. Presencia y estado de depósitos y accesorios

Presenta	No	Si
Depósito lavamanos	40%	60%
Depósito limpieza	60%	40%
Presencia de agitación		100%
Tipo agitación	hidráulico	Mixto hidráulico-mecánico
	95%	5%
Presencia filtro llenado	No	Si
	65%	35%
Estado filtro llenado	Sin defecto	Defecto leve
	100%	

Cuadro No. 14. Porcentaje de pulverizadores según estado de accesorios de depósitos y bomba

Estado	Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave	No tiene
Depósito incorporador	55%	10%		35%
Limpiador de envases	50%			50%
Cierre de tapa	80%	20%		
Dispositivo de vaciado	80%	5%	10%	5%
Indicador de nivel	65%	30%	5%	
Válvula anti retorno	50%			50%

4.1.11 Estado del tanque

Los casos leves y graves en limpieza interna eran principalmente por acumulo de producto precipitado en las paredes del tanque, esto se debe a los problemas de agitación en el tanque, que como se pueden observar son deficientes, el 50% de los equipos presentaban algún tipo de defecto en cuanto a la agitación (cuadro No. 15). En limpieza externa de los equipos, no se encontraron casos graves y los leves fueron debido a que los mismos estaban en operación cuando se realizó la inspección.

Cuadro No. 15. Porcentaje de pulverizadores inspeccionados según estado de limpieza

Limpieza interna		
Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave
55%	15%	20%
Limpieza externa		
Sin defecto	Defecto leve	Defecto grave
55%	45%	0%

4.2 PROBLEMAS MÁS FRECUENTES SEGÚN TIPO DE DUEÑO Y TIPO DE MÁQUINA

Observando el cuadro No. 16, el parámetro que llama más la atención dentro de los tipos de dueños es el manómetro, lo cual es el que más variabilidad tiene entre productores e instituciones, concluyendo que los productores no prestan demasiada atención a este parámetro sabiendo la importancia del mismo. En cuanto a boquillas todos presentan valores altos de problemas, con una tendencia a que los productores cuiden mejor del estado de las mismas.

Cuadro No. 16. Porcentaje de equipos que presentaban problemas según tipo de dueño y tipo de pulverizador

		Resguardos y fijación de toma de fuerza	Agitación en el tanque	Manómetros	Estado de boquillas
Tipo de dueño	Empresa	100%	55%	44%	89%
	Institución	100%	50%	0%	100%
	Productor	100%	55%	77%	77%
Tipo de equipo	Autopropulsado	No corresponde	33%	No corresponde	100%
	Arrastre	100%	43%	71%	71%
	Montado	100%	70%	60%	90%

Analizando según tipo de pulverizador, los equipos montados tienen una tendencia a tener más problemas, siendo el factor que más se destaca, la agitación en el tanque. Los equipos de arrastre se destacan por presentar el menor valor de errores asociadas al estado de boquillas.

4.3 CONOCIMIENTO DE LOS OPERARIOS

4.3.1 Encuesta sobre conocimiento de los operarios

Se realizó la encuesta a 15 operarios, de los cuales la edad promedio de los mismo fue de 41,7 años, y 12 años en promedio de experiencia en el trabajo con pulverizadores.

El 60% de los operadores tenían el carné de aplicador de fitosanitarios otorgado por MGAP, este carné reconoce que el aplicador está capacitado en el uso y manejo de fitosanitarios. El carné es de carácter obligatorio para empresas que realizan aplicaciones de fitosanitarios (resolución MGAP. DGSSAA No. 53 de 23/10/2008).

Según el 86,6% de los operadores, la determinación de la aplicación estaba indicada por los técnicos, el 13,4% dijo que, por los productores, y en ningún caso los operadores respondieron que la determinación de la aplicación estaba determinada por ellos mismos.

El 73,3% de los operadores consultados tenía disponible el equipo de protección personal (EPP), el 26,7% no poseía equipo, o no de forma completa. De los que tenían equipo el 27% no lo usaba, lo tenían guardado debido a que era muy incómodo realizar las tareas con el mismo. Del total de los operadores el 53% no usaba el equipo de protección. En este aspecto, Silva et al. (2016) constataron que el 20% de los operadores no usaba equipo de protección personal.

En cuanto a conocimientos de los operadores el 86,7% conocía el significado de deriva por lo tanto 13,3% no conocía el significado de ella en las aplicaciones de fitosanitarios. Resultados menos alentadores fueron encontrados por Silva et al. (2016) quienes reportaron que el 40% de los operadores encuestados no tenía conocimiento sobre deriva.

Por otra parte, el 73,3% de los operadores encuestados relacionaba el tamaño de gota con la boquilla utilizada. El 86,7 de los operadores relacionaba el tamaño de gota con la presión de trabajo del pulverizador.

4.3.2 Encuesta de preparación de caldo para la aplicación

El 73,3% de los operadores encuestados preparaba el caldo de la aplicación, y el restante 26,7% contaba con equipo auxiliar que se encargaba de la preparación.

En cuanto al lugar de la extracción del agua utilizada para la aplicación el 73,3% de los consultados aseguró que se retiraba de pozos de agua. El 26,7% mencionó que extraía el agua de arroyos, cañadas, etc. El 40% de los encuestados mencionaron que contaban con tanque intermedio, cabe mencionar que un 25% de los equipos realizaban trabajos forestales, de los cuales las empresas forestales tienen fuertes exigencias siendo el uso de tanque intermedio una de ellas.

Cuando fueron consultados por el uso de productos para mejorar el agua, el 6,7% respondió que usaba, el 46,6% respondió que no usaba y el 46,6% restante respondió que dependía de la situación y el agroquímico a utilizar, los productos más utilizados como mejoradores de agua, eran sulfato de amonio y reguladores de pH.

El 66,7% dijo que mantenía un orden en el agregado de productos, el 33,3% colocaban los productos al azar. El 40% de los encuestados encendían el retorno de la máquina para colocar los productos el 60% colocaban los productos sin encender el retorno. Este indicador es de preocupación, ya que no encender el mezclador, genera condiciones predisponentes a incompatibilidades principalmente físicas.

Solamente el 20% de los operadores encuestados declaró leer las etiquetas de los productos antes de hacer las mezclas, el 80% no lo hace. El 53,35% tuvo algún tipo de problema con respecto a incompatibilidad física, algunos de los problemas mencionados fueron: glifosato- clorpirifós, glifosato-tiametoxan, simazina-varias, trifluralina-varios, glifosato formulación en polvo-con varios productos.

5. CONCLUSIONES

La inspección de pulverizadores en esta muestra de equipos permite inferir que la condición de los equipos pulverizadores no es buena, producto de una falta de mantenimiento de los mismos. Los parámetros evaluados con mayores problemas fueron: resguardos y fijación de toma de fuerza, agitación en el tanque, manómetros y boquillas.

En cuanto a los operadores el uso de equipos de protección personal fue lo más preocupante, más de la mitad de los operadores no usaban protección, corriendo riesgos relacionados al cuidado de su salud.

También resultó preocupante que tomaban el agua para el uso en las aplicaciones directamente de la fuente de agua, incumpliendo la normativa vigente.

Estos datos dejan claro que hay mucho trabajo por realizar, en relación al cumplimiento de los estándares de calidad de aplicación desde el punto de vista técnico, de salud ocupacional y ambiental.

6. RESUMEN

El uso de fitosanitarios se ha tornado indispensable en la agricultura de los últimos tiempos, acarreado consigo problemas de orden ambientales, por lo que la sociedad impone una fuerte presión contra su uso. En base a este problema sabiendo que los equipos pulverizadores son los encargados de la aplicación de los fitosanitarios, se propuso realizar un relevamiento a partir de un muestreo, para conocer el estado de los pulverizadores y el conocimiento de los operadores sobre el tema en cuestión. La metodología de inspección fue tomada y adaptada de las inspecciones realizadas en España en base al manual de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso. Los componentes evaluados de los pulverizadores fueron: toma de fuerza, barras, mando de control, depósitos, bomba, mangueras, manómetros, filtros, boquillas y anti goteos. Los resultados mostraron que los parámetros con mayores problemas encontrados fueron: toma de fuerza, agitación, manómetros y boquillas. Observando en general falta de mantenimiento en los pulverizadores.

Palabras clave: Inspección; Pulverizadores agrícolas; Uruguay.

7. SUMMARY

The use of phytosanitary products has become indispensable in agriculture in recent times, leading to environmental problems, so society imposes a strong pressure against its use. Based on this problem, knowing that the spray equipment is responsible for the application of phytosanitary products, it was proposed to carry out a survey based on a sampling, to know the status of the sprayers and the knowledge of the operators on the subject in question. The inspection methodology was taken and adapted from the inspections carried out in Spain based on the inspection manual of phytosanitary application equipment in use. The evaluated components of the sprayers were: power take-off, bars, control knob, tanks, pump, hoses, pressure gauges, filters, nozzles and anti-drips. The results showed that the parameters with the greatest problems encountered were: power take-off, agitation, pressure gauges and nozzles. Generally observing lack of maintenance in the sprayers.

Keywords: Inspection; Agricultural Sprayers; Uruguay.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarenga, C.; Cunha, J.; Teixeira, M.; Manhani, G.; Bottega, E. 2010. Funcionamento e acurácia dos manômetros de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia. (en línea). In: Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola (4°. , 2010, Vitória).Trabalhos apresentados. Vitória, Sbea. pp.1-4. Consultado abr. 2019. Disponible en http://www.researchgate.net/publication/279202693_FUNCIONAMENTO_É_ACURACIA_DOS_MANOMETROS_DE_PULVERIZADORES_HIDRAULICOS_DE_BARRA_NA_REGIAO_DE_UBERLANDIA
2. Antuniassi, U.; Gandolfo, M. 2001a. Projeto IPP-Inspeção Periódica de pulverizadores. In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicación de Agrotóxicos (2°. ,2001, Jundiaí). Trabalhos apresentados. Jundiaí, SINTA 6. s.p.
3. _____. 2001b. Pulverizadores inspeção: de olho na máquina. Cultivar Máquinas. 1(5):16-18.
4. Balestrini y Cía., AR. 2014. Instructivo para la limpieza interna y externa de pulverizadores. (en línea). Córdoba, s.e. 13 p. Consultado may.2019. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2014/04/INSTRUCTIVO-PARA-LA-LIMPIEZA-INT-Y-EXT-DE-PULVERIZADORES-2014.pdf>
5. Blasina y Asociados. 2015. El nuevo dilema del agro uruguayo: soja o ganadería. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado mar. 2020. Disponible en <https://www.google.com/amp/s/www.elobservador.com.uy/nota/el-nuevo-dilema-del-agro-uruquayo-soja-o-ganaderia-201594500/amp>
6. Gandolfo, M. 2001. Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas. Tesis Dr. en Agronomía. Botucatu, Brasil. UNESP.Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu. 92 p.
7. . _____.; Antuniassi, U. R. 2005. Inspeção periódica de pulverizadores. (en línea). In: Congresso Brasileiro de Algodão (5°. ,2005, Vitória). Trabalhos apresentados. Vitoria, s.e.pp.1-9. Consultado abr.2019. Disponible

[enhttps://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/325.pdf](https://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/325.pdf)

8. Bentancur, P. 2017. Informe técnico sobre el estado de mantenimiento de los equipos de tratamientos fitosanitarios en Uruguay ante la posible implantación de un nuevo sistema de inspección. Tesis Ing. Agroalimentaria y del Medio Rural. Valencia. España. Universidad Politécnica de Valencia. 42 p
9. Gil, E.; Gracia, F.; Escolá, A. 2011. Manual de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso. Barcelona, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 279 p.
10. Magdalena, J.; Di Prinzio, A. 1992. Servicio de calibración de pulverizadores frutícolas en Rio Negro y Neuquén. In: Congreso Argentino de Ingeniería Rural (2º.,1992, Córdoba). Trabajos presentados. Córdoba, s.e.pp.137-145.
11. MGAP. DGSSAA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Agrícolas, UY). 2018. Importaciones de productos fitosanitarios 2017. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado jun. 2019. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/noticia/unidad-organizativa/direccion-general-de-servicios-agricolas/07-02-2018/importaciones-de>
12. Olivet, J. 2000. Tecnología para la aplicación de defensivos agrícolas: calibración y estado de los equipos. In: Seminario Actualizando la Tecnología en Control de Malezas (2000,Colonia). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp.11-15 (Actividades de Difusión no. 234).
13. Pozzolo, O.; Herrera, M.; Anglada, M.; Pereyra, C.; Cian, J. 1998. Relevamiento de las formas de uso de máquinas pulverizadoras agrícolas en la provincia de Entre Ríos. Revista Científica Agropecuaria. 2(1):37-44.
14. Redes, UY. 2014. Crecimiento de la agricultura y el uso de agrotóxicos en Uruguay. (en línea). s.l. s.p. Consultado abr. 2019. Disponible en <https://www.redes.org.uy/2014/03/26/crecimiento-de-la-agricultura-y-el-uso-de-agrotoxicos-en-uruguay/>

15. Reichard, D. L.; Ozkan, H. E.; Fox, R.D. 1991. Nozzle wear rates and test procedure. Transactions of the ASAE. 34(6):2309-2316.
16. Schonwalder, D. 1996. Guía práctica para el control químico de malezas: equipos para la aplicación de herbicidas. 2a. ed. Buenos Aires, InforAgro. 208 p.
17. Silva, S.; Nogueira, P.; Dias, R.; Jorge, G.; Machado, W. 2016. Inspeção de pulverizadores e qualidade na aplicação de produtos fitossanitários. Engenharia na Agricultura. 24(5):439-449.
18. Siquera, J.; Antuniassi, U. 2011. Inspeção periódica de pulverizadores nas principais regiões de produção de soja no Brasil. Energia na Agricultura. 26(4):92-100.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Guía de evaluación de pulverizadores

IDENTIFICACIÓN DEL PROPIETARIO						
	Fecha					
Nombre						/ /
Nombre del predio						
Dirección						Hora inicio
Ciudad						:
Departamento						
CP						Hora finalización
Teléfono contacto						:
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA						
Tipo						
Forma de aplicación						
Cultivos utilizados						
Marca						
Modelo						
Década de fabricación						
Fabricante						
SISTEMA DE ENGANCHE						
Montada						
Arrastre						
Autopropulsado						
PRE INSPECCIÓN						
Resguardos t. de f.	Sin defecto	Leve	Grave	No corresponde		
Fijación eje t. de f.	Sin defecto	Leve	Grave	No corresponde		
Contenido depósito	Sin defecto	Leve	Grave	No corresponde		
Limpieza interna	Sin defecto	Leve	Grave	No corresponde		
Limpieza externa	Sin defecto	Leve	Grave	No corresponde		

BARRAS							
Estabilidad		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Simetría		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Retorno		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Sujeción de seguridad		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Separación de boquillas		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Altura: uniformidad		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Protección boquillas externa		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
MANDO DE CONTROL							
Fugas		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Funcionamiento		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Situación		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
DEPÓSITOS							
Depósito lavamanos		No		Sí			
Depósito de limpieza		No		Sí			
Sistema incorporador		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Limpiador de envases		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Cierre tapa		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Fugas		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Compensador de presión		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Filtro llenado							
Presencia		No		Sí			
Estado		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Tipo de agitación		No		Sí			
		hidráulico		mecánico		mixto	
Dispositivo de vaciado		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Indicadores de nivel		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde
Válvula antirretorno		Sin defecto	Leve		Grave		No corresponde

FILTROS							
Presencia	Aspiración	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	
	Impulsión/sectores	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	
Aislamiento filtros	Sin defecto	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	No procede	<input type="checkbox"/>	
Aspiración							
Extracción	Sin defecto	<input type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	No procede
	Estado	<input type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	No procede
Impulsión	Sin defecto	<input type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	No procede
	Estado	<input type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	No procede
BOQUILLAS							
Uniformidad visual	Sin defecto	<input type="checkbox"/>	Leve	<input type="checkbox"/>	Grave	<input type="checkbox"/>	No corresponde
Portaboquillas	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	5
Fugas por portaboquillas	No	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>			
Juego de boquillas diferentes							
Abanico							
Cono							
Evaluación de las boquillas	Anexo						
ANTIGOTEO							
Presencia	No	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>			
Evaluación de los antigoteos	Anexo						

ANEXO No. 2. Encuesta a operarios sobre conocimientos generales

NOMBRE						
EDAD						
LOCALIDAD						
CIUDAD						
CARNÉ DE APLICADOR	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Años de servicio como aplicador?						
Quién determina cómo se aplica?	<input type="checkbox"/>	Técnico	<input type="checkbox"/>	Productor	<input type="checkbox"/>	Ud
EPP	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	Tiene y usa	<input type="checkbox"/>	Tiene y no usa	<input type="checkbox"/>	No aplica
Qué es deriva?	<input type="checkbox"/>	Conoce	<input type="checkbox"/>	No conoce	<input type="checkbox"/>	
Relaciona boquilla con tamaño de gota?	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Relaciona presión con tamaño de gota?	<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Tiene dudas con respecto a pulverizaciones?						

PREPARACIÓN						
Ud. prepara el caldo de aplicación	SI			NO		
Cuenta con equipo de tierra para la preparación				si		no
De donde extrae el agua?						
Tiene tanque intermediario	SI			NO		
Usa productos para mejorar la calidad del agua	si				no	
				cuáles		
Mantiene un orden de agregado de los productos?				si		no
Enciende el retorno para agregar los productos?						
Mira la etiqueta para realizar las mezclas						
Alguna vez tuvo problemas de incompatibilidad física de productos?				si		no
Con cuáles productos?						