



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

Desenvolupament de la metodologia per a l'avaluació de broquets per a l'aplicació de productes fitosanitaris

TREBALL FINAL DE GRAU

Enginyeria Agroambiental i del Paisatge, UPC

Autor: Albert Poch Franco

Tutor: Emilio Gil Moya

10 de juliol del 2019



Resum

Els productes fitosanitaris són, avui en dia, molt importants per l'agricultura, ja que redueixen les pèrdues causades per plagues o malalties dels cultius. Però una mala utilització d'aquests pot comportar una contaminació de l'entorn o del mateix aliment. És per això que necessitem dur a terme una distribució eficient per maximitzar el rendiment dels productes fitosanitaris i reduir possibles problemes en el medi ambient.

Els broquets són un element clau per realitzar una correcta polvorització durant l'aplicació de productes fitosanitaris. Factors com el cabal a aplicar, la pressió de treball, la formació de les gotes, la distribució sobre l'objectiu, la penetració, etc., fan que l'elecció del broquet adient sigui molt important. És per això, que també fan falta metodologies de certificació i avaluació correctes per comprovar que els broquets realment es comporten com diu el fabricant.

L'objectiu del present treball és desenvolupar i posar a punt la metodologia per a l'avaluació de broquets per a l'aplicació de productes fitosanitaris segons la *ISO 5682-1 "Equipment for crop protection – Spraying equipment, Part1: test methods for sprayer nozzles"* i la *ISO 16119-2 "Agricultural and Forestry Machinery – Environmental requirements for sprayers, Part 2: Horizontal boom sprayers"*.

Avaluarem 5 tipus de broquets de la casa "Agroplast"; tres de ventall simple anomenats 6MS04C, 6MS03C i 8MS1100C, i dos de ventall doble anomenats 6MS05C2 i 8MS11004P2. Els avaluarem a tres pressions diferents i a tres alçades diferents. Les característiques dels broquets en les quals ens centrarem en avaluar seran el cabal, la distribució horitzontal de 20 broquets muntats en una barra de 10 metres, la distribució horitzontal de cada broquet individualment, i l'angle de polvorització. També mesurarem les característiques d'un broquet estàndard, per comprovar quins avantatges ens aporta cada tipus de broquet respecte l'estàndard.

Segons els resultats obtinguts podem veure que el broquet amb un cabal més diferent respecte el cabal nominal és el 6MS03C, i que el broquet amb pitjor distribució horitzontal múltiple és el 8MS11004P2. Pel que fa a la distribució horitzontal individual veiem com la quantitat d'aigua en els extrems del ventall augmenta a mesura que augmentem la pressió, degut a que l'angle del ventall també augmenta. Podem afirmar que es tracta d'una bona metodologia, ja que assegura resultats fiables gràcies a la tipologia d'assajos i nombre de repeticions.

Resumen

Los productos fitosanitarios son, hoy en día, muy importantes para la agricultura, ya que reducen las pérdidas por plagas y enfermedades de los cultivos. Pero una mala utilización de estos puede causar una contaminación del entorno o del mismo alimento. Por lo que necesitamos llevar a cabo una distribución eficiente para maximizar el rendimiento de los productos fitosanitarios y reducir posibles problemas para el medio ambiente.

Las boquillas son un elemento clave para la correcta pulverización durante la aplicación de los productos fitosanitarios. Factores como el caudal a aplicar, la presión de trabajo, la formación de las gotas, la distribución sobre el objetivo, la penetración, etc., hacen que la elección de la boquilla adecuada sea muy importante. Es por eso, que también hacen falta metodologías de certificación y evaluación correctas para comprobar que las boquillas realmente se comportan como dice el fabricante.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar y poner a punto la metodología para la evaluación de las boquillas para la aplicación de productos fitosanitarios según la norma *ISO 5682-1 "Equipment for crop protection – Spraying equipment, Part1: test methods for sprayer nozzles"* y la *ISO 16119-2 "Agricultural and Forestry Machinery – Environmental requirements for sprayers, Part 2: Horizontal boom sprayers"*.

Evaluaremos 5 tipos de boquillas de la casa "Agroplast"; tres de abanico simple llamados 6MS04C, 6MS03C y 8MS1100C, y dos de abanico doble llamados 6MS05C2 y 8MS11004P2. Los evaluaremos a tres presiones diferentes y en tres alturas diferentes. Las características de las boquillas en las cuales nos centraremos serán el caudal, la distribución horizontal de las 20 boquillas montadas en una barra de 10 metros, la distribución horizontal en cada boquilla individualmente, i el ángulo de pulverización. También mediremos las características de una boquilla estándar, para comprobar que ventajas aporta cada tipo de boquilla respecto la estándar.

Según los resultados obtenidos podemos ver que la boquilla con un caudal más diferente respecto el caudal nominal es la 6MS03C, y que la boquilla con peor distribución horizontal múltiple es la 8MS11004P2. Por lo que hace referencia a la distribución horizontal individual vemos como la cantidad de agua en los extremos de los abanicos aumenta a medida que aumentamos la presión, debido a que el ángulo del abanico también aumenta. Podemos afirmar que se trata de una buena metodología, ya que asegura resultados fiables gracias a la tipología de ensayos y número de repeticiones.

Abstract

The plant protection products are, nowadays, very important for the agriculture, since they reduce the losses caused by pests and diseases on the crops. A bad use of these products can drive to a contamination of the environment or fruits collected. Therefore, we need to carry out an efficient distribution to maximize the performance of the plant protection products and reduce possible environmental problems.

The nozzles are a key element for the correct spray during the application of the plant protection products. Factors such as the nozzle flow rate to be applied, the working pressure, the formation of the drops, the distribution on the objective, the penetration, etc., make the choice of the appropriate nozzle very important. That is why we also need correct certification and assessment methodologies to verify that the nozzles really behave as the manufacturer says.

The objective of the present work is to develop and fine-tune the methodology for the evaluation of the nozzles for the application of phytosanitary products according to *ISO 5682-1 "Equipment for crop protection - Spraying equipment, Part1: test methods for sprayer nozzles"* and *ISO 16119-2 "Agricultural and Forestry Machinery - Environmental requirements for sprayers, Part 2: Horizontal boom sprayers"*.

We will evaluate 5 types of nozzles of the "Agroplast" house; Three flat fan spray pattern called 6MS04C, 6MS03C and 8MS1100C, and two double flat fan called 6MS05C2 and 8MS11004P2. We will evaluate them at three different pressures and at three different heights. The characteristics of the nozzles on which we will focus will be the flow rate, the horizontal distribution of the 20 nozzles mounted on a 10-meter spray boom, the horizontal distribution on each nozzle individually, and the spray angle. We will also measure the characteristics of a standard nozzle, to verify what advantages each type of nozzle brings with respect to the standard.

According to the obtained results we can see that the nozzle with a more difference between the nominal flow rate is the model 6MS03C, and that the nozzle with worse multiple horizontal distribution is the model 8MS11004P2. Regarding to the individual horizontal distribution we can observe how the amount of water at the ends of the fans increases as we increase the pressure, because the angle of the fan also increases. We can confirm that it is a good methodology, since it ensures reliable results thanks to the type of tests and the amount of repetitions.

Índex

Resum	2
Resumen	3
Abstract	4
Índex	5
Índex de figures	7
Índex de taules	9
AGRAÏMENTS	10
1. Introducció	11
2. Objectius	14
3. Metodologia i materials	15
3.1. Emplaçament	15
3.2. Broquets	16
3.2.1. Broquet de ventall antideriva	16
3.2.2. Broquet de doble ventall antideriva	17
3.2.3. Broquet de ventall antideriva	17
3.2.4. Broquet de doble ventall antideriva	18
3.2.5. Broquet de ventall antideriva	18
3.3. Condicions generals	19
3.4. Mesura del cabal	19
3.5. Mesura de la distribució horitzontal múltiple	22
3.6. Mesura de la distribució horitzontal individual i mesura de l'angle	24
4. Resultats i discussió	26
4.1. Cabal	26
4.2. Distribució horitzontal múltiple	27
4.2.1. Model 6MS04C.....	27
4.2.2. Model 6MS05C2.....	29
4.2.3. Model 6MS03C.....	31
4.2.4. Model 8MS11004P2.....	33
4.2.5. Model 8MS11003C.....	35
4.2.6. Model 110 03	38

4.3. Distribució horitzontal individual	38
4.3.1. Model 6MS04C.....	39
4.3.2. Model 6MS05C2.....	39
4.3.3. Model 6MS03C.....	40
4.3.4. Model 8MS11004P2.....	41
4.3.5. Model 8MS11003C.....	42
4.3.5. Model 110 03	42
4.3. Angles.....	43
CONCLUSIONS	46
REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	47
ANNEX I. FITXES TÈCNIQUES.....	49

Índex de figures

Figura 1. Situació de l'Agròpolis _____	16
Figura 2. Broquet 6MS04C _____	16
Figura 3. Broquet 6MS05C2 _____	17
Figura 4. Broquet 6MS03C _____	17
Figura 5. Broquet 8MS11004P2 _____	18
Figura 6. Broquet 8MS11003C _____	18
Figura 7. Bomba volumètrica utilitzada. _____	20
Figura 8. Manòmetre connectat a una sortida de la <i>Hardi NK</i> . _____	20
Figura 9. Material per la mesura del cabal. _____	21
Figura 10. Mesura del cabal. _____	21
Figura 11. Solapament dels ventalls. _____	22
Figura 12. Mesura de la distribució horitzontal múltiple. _____	23
Figura 13. Mesura de la distribució horitzontal individual i de l'angle. _____	25
Figura 14. Mesura de la distribució horitzontal individual i de l'angle. _____	25
Figura 15. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS04C a 60cm _____	28
Figura 16. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS04C a 50cm _____	29
Figura 17. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS04C a 40cm _____	29
Figura 18. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS05C2 a 60cm _____	30
Figura 19. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS05C2 a 50cm _____	31
Figura 20. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS05C2 a 40cm _____	31
Figura 21. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS03C a 60cm _____	32
Figura 22. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS03C a 50cm _____	33
Figura 23. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS03C a 40cm _____	33
Figura 24. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11004P2 a 60cm _____	34
Figura 25. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11004P2 a 50cm _____	35
Figura 26. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11004P2 a 40cm _____	35
Figura 27. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11003C a 60cm _____	36

Figura 28. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11003C a 50cm	37
Figura 29. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11003C a 40cm	37
Figura 30. Resultats de la distribució horitzontal del model 03 110 a 50cm	38
Figura 31. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 6MS04C	39
Figura 32. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 6MS05C2	40
Figura 33. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 6MS03C	41
Figura 34. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 8MS11004P2	41
Figura 35. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 8MS11003C	42
Figura 36. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 110 03	43
Figura 37. Resultats de la mesura dels angles del model 6MS04C	43
Figura 38. Resultats de la mesura dels angles del model 6MS05C2	44
Figura 39. Resultats de la mesura dels angles del model 6MS03C	44
Figura 40. Resultats de la mesura dels angles del model 8MS11004P2	44
Figura 41. Resultats de la mesura dels angles del model 8MS11003C	44
Figura 42. Resultats de la mesura dels angles del model 03 110	45

Índex de taules

Taula 1. Resultats dels cabals a 6 bars	26
Taula 2. Resultats dels cabals a 3 bars	26
Taula 3. Resultats dels cabals a 2 bars	27
Taula 4. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS04C	28
Taula 5. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS05C2	30
Taula 6. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS03C	32
Taula 7. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11004P2	34
Taula 8. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11003C	36
Taula 9. Resultats de la distribució horitzontal del model 110 03	38

AGRAÏMENTS

En primer lloc m'agradaria expressar el meu agraïment al meu tutor, Dr. Emilio Gil Moya, per la dedicació i orientació en el treball.

També agrair a l'equip de la UMA (Unitat de Mecanització Agrària), per la bona rebuda que van tenir amb mi i la confiança que m'han donat des del principi. En especial al Jordi, l'Enric, el Javi i el Miquel que sempre m'han ajudat en tots els dubtes i problemes que m'han anat sorgint. I també al Lu, pel seu ajut en les primeres tasques del treball.

I, finalment, a tota la meva família i amics, que han fet possible finalitzar amb èxit la meva formació en Enginyeria Agroambiental i del Paisatge.

1. Introducció

Fa mig segle, la lluita contra les herbes adventícies que competeixen amb el cultiu per l'aigua i els nutrients es realitzava fonamentalment mitjançant treballs de sòl més o menys espaiats en el temps. L'agricultor era conscient de la pèrdua de producció que això li ocasionava. L'aparició dels herbicides va facilitar i abaratir la producció, tot i que també va venir acompanyat d'una sèrie de problemes ambientals (Saavedra 2014).

El terme producte fitosanitari, que és un concepte molt ampli, engloba totes les substàncies destinades a la protecció de cultius i, segons la finalitat que persegueixin, poden ser insecticides, acaricides, herbicides, fungicides, bactericides, nematocides i rodenticides. (Porras i Piedra 2001).

L'ús de productes fitosanitaris ha permès incrementar en gran mesura la producció d'aliments a nivell mundial durant la segona meitat del segle XX. Aquest tipus de productes controlen plagues i vectors de malalties, controlen els vectors de malalties que afecten als humans i als animals a més de prevenir o controlar els organismes que perjudiquen activitats humanes (Cooper and Dobson, 2007).

Les bones pràctiques fitosanitàries són part inherent del control integrat de plagues i malalties que poden afectar la productivitat del cultiu. Avui dia, tots els tractaments fitosanitaris incorporen mesures de prevenció de riscos ambientals i de protecció per a les persones que es troben en les proximitats de les zones tractades (Torrent i Planas 2014).

Segons el projecte TOPPS, la principal via de contaminació de les aigües són les fonts de caràcter puntual (50% de la contaminació) i, en un 30% aproximadament, la deriva.

En el cas de cultius extensius, on l'aplicació s'acostuma a realitzar amb un polvoritzador hidràulic, la deriva generada pot arribar a tenir nivells notables tant per la meteorologia desfavorable com per velocitats de treball excessives (Planas 2001).

Les causes de la deriva poden ser provocades pels equips d'aplicació o per factors meteorològics. Conèixer-les en detall permetrà tenir en compte totes les mesures pertinents abans i durant l'aplicació per minimitzar-les. La deriva està influenciada per varis factors. La mida de les gotes és el factor que més influència té en la generació de deriva, on la pressió de l'equip hi juga un paper important (a major pressió la mida de la gota tendirà a ser més petita i a pressions més baixes produirà gotes de major mida i amb menor risc de deriva). Les

tècniques d'aplicació i equips emprats, les condicions ambientals i la capacitat i habilitat de l'operador també són importants (Masià 2013).

A causa de la importància dels equips d'aplicació per evitar els problemes com la deriva, fan falta procediments de valoració i certificació per confirmar que treballen com es degut.

Actualment les metodologies de certificació dels broquets estan regides per unes normes d'estandardització que estableix la "*International Organization for Standardization*" o més comunament coneguda com a ISO.

L'"*Organització Internacional per a l'Estandardització*" és una organització no governamental i independent, formada per diferents representants d'organismes de normalització de 163 països membres. Va ser fundada el 23 de febrer del 1947 a Ginebra, i la seva funció principal és l'elaboració d'estàndards i normes internacionals per molts camps de la indústria i el comerç (des de normes tècniques, fins normes de classificació o estàndards de procediments).

L'ús d'estàndards facilita la creació de productes i serveis que siguin segurs, fiables i de bona qualitat. Ajuden a les empreses a augmentar la productivitat i a reduir al mínim els errors i els residus. Les normes també serveixen per protegir els consumidors i els usuaris finals dels productes i serveis, ja que garanteixen que els productes certificats compleixen amb els estàndards mínims establerts a nivell internacional.

Cada estàndard de la ISO és desenvolupat en sis etapes i per votació d'un grup d'experts que formen el comitè tècnic i el subcomitè. Un cop s'ha establert la necessitat de redactar un nou estàndard, els experts es reuneixen per debatre i negociar un primer esborrany. Després de redactar l'esborrany el transmeten a la resta dels membres de la ISO, els quals l'han de comentar i votar. Si s'arriba a un consens l'esborrany es converteix en un estàndard, si pel contrari no s'hi arriba, és retornat al comitè d'experts per fer-hi modificacions. Tots els Estàndards Internacionals són revisats com a mínim cada 5 anys pel comitè tècnic.

La norma que es presenta en aquest treball és la ISO 5682-1 "*Equipment for crop protection – Spraying equipment, Part1: test methods for sprayer nozzles*" i la ISO 16119-2 "*Agricultural and Forestry Machinery – Environmental requirements for sprayers, Part 2: Horizontal boom sprayers*".

La primera norma ens especifica la metodologia per avaluar el rendiment dels boquets per aplicar els productes fitosanitaris. Ens descriu l'equip per fer les mesures, les condicions

generals dels assajos, les característiques dels broquets i com realitzar les mesures. També afegeix un exemple de com fer l'informe dels resultats.

La segona norma especifica els requisits i els mitjans per a la verificació del disseny i el rendiment dels polvoritzadors horitzontals, pel que fa a la minimització del risc potencial de contaminació ambiental durant l'ús. Ens descriu els requisits del polvoritzador, una llista de riscos significants i la verificació final de la maquina.

2. Objectius

L'objectiu d'aquest treball és desenvolupar i posar a punt la metodologia per a l'avaluació de broquets per a l'aplicació de productes fitosanitaris segons la ISO 5682-1 *“Equipment for crop protection – Spraying equipment, Part1: test methods for sprayer nozzles”* i la ISO 16119-2 *“Agricultural and Forestry Machinery – Environmental requirements for sprayers, Part 2: Horizontal boom sprayers”*. D'aquet objectiu es poden desprendre els següents objectius particulars:

- Posta a punt de la metodologia per a l'avaluació de la distribució horitzontal dels broquets
- Posta a punt de la metodologia per a la determinació del cabal dels broquets
- Posta a punt de la metodologia per a la determinació de l'angle de polvorització i perfil de distribució de cada broquet.

3. Metodologia i materials

La metodologia utilitzada en aquest treball està descrita en la norma ISO 5682 i la norma ISO 16119. La primera norma especifica els mètodes de prova per avaluar el rendiment dels broquets de polvorització amb l'excepció de les característiques de les gotes. La segona norma especifica els requisits i els mitjans per la verificació del disseny i rendiment dels polvoritzadors horitzontals, pel que fa a la minimització del risc potencial de contaminació ambiental durant l'ús, inclòs l'ús indegut del fabricant.

Amb aquestes normes ISO es pretén especificar i concretar com dur a terme la valuació i certificació dels broquets a escala internacional. Les principals valuacions que es realitzen són la mesura del cabal, mesura de la distribució horitzontal múltiple, mesura de l'angle de polvorització i mesura de la distribució horitzontal individual de cada broquet.

Tenim aproximadament unes 200 unitats per cada un dels 5 tipus de broquets, de les quals agafarem a l'atzar 20 mostres per realitzar les valuacions, com està definit en el punt 6.1.2 de la norma ISO 5682. Anomenarem i marcarem amb un retolador permanent cada un dels broquets de mostra, del 1 al 20, per dur un seguiment més concret.

3.1. Emplaçament

El lloc on realitzarem totes les proves serà al laboratori de la Unitat de Mecanització Agrària (UMA) del Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia de la UPC, situat al parc de recerca Agròpolis, també de la UPC, al terme municipal de Viladecans (Baix Llobregat), al Camí de les Filipines 110, a només quatre kilòmetres de l'ESAB. En la imatge 1 observem la seva situació.

L'Agròpolis és una unitat científicotècnica que presta servei a grups de recerca de la UPC, així com a empreses i altres institucions externes. Té per objectiu elaborar docència i recerca d'alta qualitat, així com la gestió i suport al desenvolupament de projectes.



Figura 1. Situació de l'Agròpolis. Font : SIGPAC

3.2. Broquets

La posta a punt de la metodologia es va realitzar a través d'una bateria de broquets amb diferents perfils de distribució i diferents cabals. A continuació es descriuen els broquets utilitzats:

3.2.1. Broquet de ventall antideriva

És un broquet de ceràmica antideriva d'injecció d'aire model 6MS04C de la marca "Agroplast" (Agroplast, Sawin, Polònia). Pressió recomanada entre 2 i 6 bars. El ventall és un pla angular de 110°. Produeix unes gotes grosses i molt grosses, gotes airejades, garantint una molt alta resistència a la desviació (velocitat de l'aire fins a 6 m/s). Més informació a la fitxa tècnica (Annex X).



Figura 2. Broquet 6MS04C. Font: <https://es.agroplast.eu/>

3.2.2. Broquet de doble ventall antideriva

Broquet de ceràmica de doble ventall antideriva d'injecció d'aire model 6MS05C2 de la marca "Agroplast" (Agroplast, Sawin, Polònia). Pressió recomanada entre 2 i 6 bars. El doble ventall elimina pràcticament el perill d'omissió inclús en les zones de menor distribució del líquid. Més informació a la fitxa tècnica (Annex X).



Figura 3. Broquet 6MS05C2. Font: <https://es.agroplast.eu/>

3.2.3 Broquet de ventall antideriva

Broquet de ceràmica antideriva d'injecció d'aire model 6MS03C de la marca "Agroplast" (Agroplast, Sawin, Polònia). Pressió recomanada entre 2 i 6 bars. El ventall és un pla angular de 110°. Produïx unes gotes grosses i molt grosses, gotes airejades, garantint una molt alta resistència a la desviació (velocitat de l'aire fins a 6 m/s). Aquest broquet té cabals inferiors al 6MS04C. Més informació a la fitxa tècnica (Annex X).



Figura 4. Broquet 6MS03C. Font: <https://es.agroplast.eu/>

3.2.4 Broquet de doble ventall antideriva

Broquet de doble ventall antideriva d'injecció d'aire model 8MS11004P2 de la marca "Agroplast" (Agroplast, Sawin, Polònia). Pressió recomanada entre 2 i 6 bars. Aquest broquet està fet de polímer reforçat amb molècules inorgàniques, cosa que permet reduir el desgast. Més informació a la fitxa tècnica (Annex X).



Figura 5. Broquet 8MS11004P2. Font: <https://es.agroplast.eu/>

3.2.5 Broquet de ventall antideriva

Broquet de ceràmica antideriva d'injecció d'aire model 8MS11003C de la marca "Agroplast" (Agroplast, Sawin, Polònia). Pressió recomanada entre 2 i 6 bars. Ventall pla angular de 110°. Les gotes airejades asseguren una molt alta resistència a la desviació (velocitat de l'aire de fins a 8 m/s). Més informació a la fitxa tècnica (Annex X).



Figura 6. Broquet 8MS11003C. Font: <https://es.agroplast.eu/>

3.3. Condicions generals

Les condicions generals són les característiques de l'ambient i del líquid amb les quals realitzarem totes les avaluacions. Estableixen unes condicions el més estables i reals possibles.

- Líquid: El líquid utilitzat ha de ser aigua neta i lliure de sòlids en suspensió amb l'excepció del que és considerat normal per l'aigua d'aixeta.

- Temperatura i humitat relativa: La temperatura del líquid i de l'ambient ha d'estar entre 5°C i 35°C durant els assajos, i la humitat relativa no ha de ser inferior a 30%.

- Pressió: Durant els assajos, la pressió dels broquets no ha de variar més o menys d'un 2,5% respecte la pressió a la qual hem de treballar. En el cas que una de les pressions de treball hagués de ser inferior a 2 bars, la variació màxima acceptada seria de +/- 5%.

- Mostreig: El mostreig seran 20 broquets escollits a l'atzar d'un lot de 200 broquets, de cada un dels 5 tipus de broquets. Numerarem i marcarem cada broquet de la mostra amb números del 1 al 20. També agafarem 20 broquets estàndard del tipus 110 03.

3.4. Mesura del cabal

El material per realitzar la mesura del cabal és el següent:

- Bomba volumètrica trifàsica amb regulador de pressió.
- Polvoritzador *Hardi NK* de 10 metres d'amplada de barra i 600 litres de capacitat del tanc.
- Manòmetre amb adaptadors pels broquets.
- Recipient per recollir l'aigua (galleda).
- Balança.

Per dur a terme la mesura del cabal, la norma ISO 5682 en l'apartat 6.2. ens descriu que realitzem els assajos a la mínima i màxima pressió indicades pel fabricant, i almenys a una pressió intermèdia. Si el fabricant no ens recomana específicament cap pressió intermèdia, utilitzem la pressió de 3 bars. Per tant, farem servir les pressions de 6, 3 i 2 bars.

El cabal serà mesurat per cada broquet individualment. La norma estableix que si el cabal és superior a 200 ml per minut, hauríem de recollir un mínim d'1 litre d'aigua durant com a mínim 2 minuts.

Així doncs, vam fer servir una bomba volumètrica activada amb un motor trifàsic amb un regulador de pressió per aconseguir les pressions de treball demanades (figura 7), connectada a una de les sortides de la barra de la *Hardi NK*. Per assegurar que la pressió de sortida en el broquet era la correcta, vam connectar un manòmetre a la sortida que utilitzem de la barra, i al manòmetre mateix hi col·loquem el broquet de l'assaig, com podem veure a la figura 8.



Figura 7. Bomba volumètrica utilitzada. Font: Pròpia.



Figura 8. Manòmetre connectat a una sortida de la *Hardi NK*. Font: Pròpia.

Aleshores, el procediment va ser recollir l'aigua que sortís del broquet a les pressions esmentades durant 2 minuts (com podem veure en la figura 10). Ja que segons el fabricant, el broquet amb menys cabal era de 0,64 litres per minut, i per tant recolliríem més d'1 litre. I posteriorment, pesar

el recipient amb l'aigua recollida en una balança prèviament tarada amb el pes del recipient buit (Figura 9). Ens donarà kilograms d'aigua, però com que sabem que 1 kilogram d'aigua és igual a un litre d'aigua, ho passem a litres i després dividim per 2 minuts, obtenint així, el cabal en litres per minut.

Vam realitzar un total de: 20 broquets x 6 tipus de broquet x 3 pressions = 360 mesures.

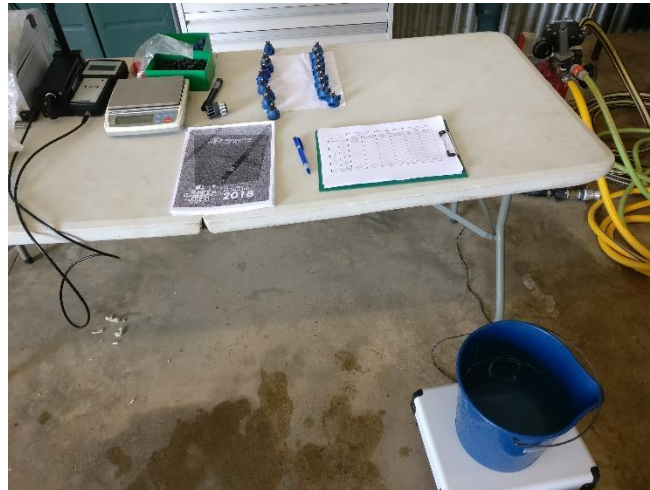


Figura 9. Material per la mesura del cabal. Font: Pròpia.



Figura 10. Mesura del cabal. Font: Pròpia.

3.5. Mesura de la distribució horitzontal múltiple

El material per realitzar la mesura de la distribució horitzontal múltiple és el següent:

- Polvoritzador *Hardi NK* de 10 metres d'amplada de barra i 600 litres de capacitat del tanc.
- Banc de proves *Spray Scanner* de la marca *AAMS*.
- Tractor *Landini Vision 105*.
- Rails per l'*Spray Scanner*.
- Ordinador portàtil per rebre les dades.

La següent mesura serveix per valorar la uniformitat de la distribució dels broquets muntats en un polvoritzador hidràulic o de barres. Per comprovar això, es divideix en trams tot el ventall del broquet i es mesura quina quantitat d'aigua arriba a cada tram. En el cas d'utilitzar múltiples broquets, es produeix un solapament horitzontal entre extrems dels ventalls (com es mostra en la figura 11). La mesura es realitza de la mateixa forma que hem comentat anteriorment, i així comprovem que la superposició de ventalls sigui correcte i no es produeixi una mancança o excés de producte fitosanitari en algun dels trams.

S – Broquets.

T – Patró de polvorització.

U – Banc de proves.

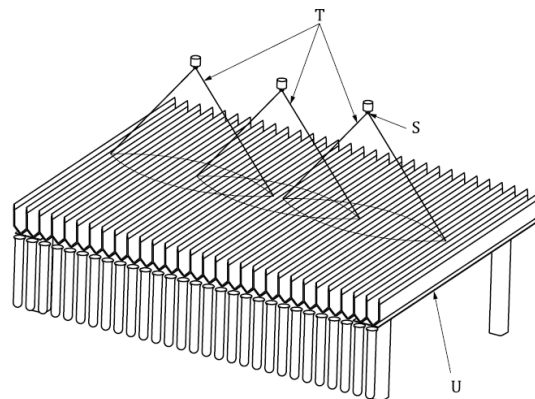


Figura 11. Solapament dels ventalls. Font: ISO 5682.

La norma ISO 5682 en l'apartat 6.4.1.2 estipula que la mesura s'ha de dur a terme amb tots els 20 broquets de cada mostra. És per això, que nosaltres utilitzarem la barra de 10 metres de la *Hardi NK*, ja que hi caben els 20 broquets a la vegada, muntada en el tractor *Landini Vision*. Realitzarem la mesura amb l'*Spray Scanner* de la marca *AAMS* (més informació en l'annex I Fitxes Tècniques), que farà les passades autònomament (Figura 12) i ens descarregarà les dades a l'ordinador. Es poden fer múltiples passades si el banc de proves no permet utilitzar tots els broquets a la vegada. Els broquets han d'estar estacionaris. S'ha de vigilar que els corrents d'aire no entorpeixin o desviïn

els ventalls. L'assaig es realitzarà a la màxima, intermèdia i mínima pressió que marqui el fabricant, és a dir, a 6, 3 i 2 bars. L'alçada d'aplicació es mesura entre la punta del broquet i la part alta dels canals del banc. Si el fabricant estipula una alçada òptima, l'assaig es realitzarà a aquesta alçada i a un 80% i 120% de la mateixa alçada. En el nostre cas el fabricant marca 50 centímetres, per tant, realitzarem l'assaig a les alçades de 40, 50 i 60 centímetres. Per tant, l'assaig constarà d'un total de: 6 tipus de broquets x 3 pressions x 3 alçades = 54 mesures.

Per a la distribució horitzontal múltiple calcularem el coeficient de variació, el qual només s'ha de calcular per als trams on hi hagi solapament dels ventalls. Degut a això, hem obviat les dades dels extrems de la barra per el càlcul. El coeficient de variació és el resultat de dividir la desviació típica de totes les dades entre la mitjana de totes les dades, i multiplicat per cent. A major coeficient de variància major heterogeneïtat dels valors de la variable, i a menor coeficient de variància major homogeneïtat dels valors de la variable.

$$CV = \frac{\text{Desviació típica}}{\text{Mitjana}} * 100$$

En la figura 12 podem veure un moment durant la realització de l'assaig, amb el tractor en marxa per produir la pressió necessària, els broquets expulsant aigua en forma de ventall i l'*Spray Scanner* realitzant les mesures.



Figura 12. Mesura de la distribució horitzontal múltiple. Font: Pròpia.

3.6. Mesura de la distribució horitzontal individual i mesura de l'angle

El material per realitzar la mesura de la distribució horitzontal i la mesura de l'angle és el següent:

- Banc de proves amb canals de 50mm d'amplada.
- Fons de color negre.
- Dues llums estroboscòpiques.
- Camara fotogràfica del telèfon mòbil.
- Trípod.
- Programa *AutoCAD*.

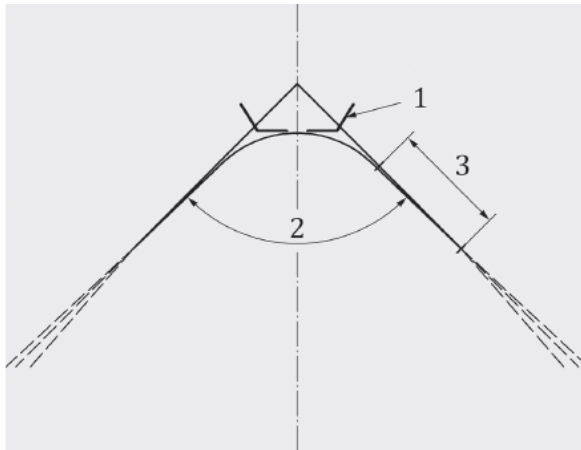
La mesura de la distribució horitzontal individual està descrita en l'apartat 6.4.1.1 de la norma ISO 5682, i especifica que la duquem a terme escollint 5 broquets de la mostra de 20 de cada tipus de broquet. En aquest cas, el banc de proves serà un banc de proves normal amb canals de 50 mm d'amplada i provetes al final per recollir l'aigua. No ha d'haver-hi corrents d'aire que puguin entorpir o desviar el ventall. El broquet ha d'estar estacionari. L'assaig es farà a la màxima, intermèdia i mínima pressió recomanada pel fabricant, és a dir, a 6, 3 i 2 bars i a una única alçada de 50 centímetres. Realitzarem un total de: 5 broquets x 6 tipus de broquet x 3 pressions = 90 mesures.

Aprofitant la mesura de la distribució horitzontal, també mesurarem l'angle dels 5 broquets de cada tipus, descrit en l'apartat 6.6. de la norma ISO 5682. Durem a terme aquesta mesura realitzant fotografies als ventalls de cada broquet, i posteriorment passarem la imatge al programa *AutoCAD* (Califòrnia, Estats Units D'Amèrica) per mesurar l'angle. Tenim un fons de color negre darrere el broquet, i col·loquem una llum estroboscòpica a cada costat. Realitzarem les fotos amb un telèfon mòbil aguantat per un trípod.

En el programa *AutoCAD*, hem utilitzat la funció "Vincula" per poder-hi introduir les fotografies. Posteriorment, hi tracem les línies per mesurar l'angle com especifica la norma ISO 5682 en l'apartat 6.6, i mostrem en la figura 14.



Figura 13. Mesura de la distribució horitzontal individual i de l'angle. Font: Pròpia.



- 1 – Broquet
- 2 – Angle de polvorització
- 3 – Límit ben definit del raig.

Figura 14. Mesura de la distribució horitzontal individual i de l'angle. Font: Pròpia.

4. Resultats i discussió

A continuació exposarem els resultats dels assajos duts a terme. Tots els gràfics i taules són propis.

4.1. Cabal

Segons la norma ISO 5682, el cabal de cada broquet com a màxim podia variar més o menys un 5%, és a dir, un 5% per dalt o un 5% per baix del cabal nominal que diu el fabricant.

Taula 1. Resultats dels cabals a 6 bars. Font: Pròpia.

Model	6 bars		
	Cabal mig (l/min)	Cabal nominal (l/min)	% cabal nominal
6MS04C	2,18	2,18	0%
6MS05C2	2,69	2,7	0%
6MS03C	1,71	1,69	1%
8MS11004P2	2,19	2,25	2%
8MS11003C	1,70	1,7	0%
110 03	1,65	1,65	0%

A 6 bars podem comprovar que cap dels cabals supera el tant per cent que marca la norma. La màxima variació que veiem és d'un 2% en el model 8MS11004P2.

Taula 2. Resultats dels cabals a 3 bars. Font: Pròpia.

Model	3 bars		
	Cabal mig (l/min)	Cabal nominal (l/min)	% cabal nominal
6MS04C	1,58	1,54	2,97%
6MS05C2	1,93	1,98	2%
6MS03C	1,22	1,2	2%
8MS11004P2	1,59	1,59	0%
8MS11003C	1,21	1,2	2%
110 03	1,16	1,17	1%

En el cas de 3 bars comprovem també que cap broquet supera una variació del 5% respecte el cabal nominal. La màxima variació és d'un 3% del model 6MS04C.

Taula 3. Resultats dels cabals a 2 bars. Font: Pròpia.

Model	2 bars		
	Cabal mig (l/min)	Cabal nominal (l/min)	% cabal nominal
6MS04C	1,29	1,26	3%
6MS05C2	1,61	1,62	0%
6MS03C	1,01	0,98	4%
8MS11004P2	1,32	1,3	2%
8MS11003C	1,01	0,98	3%
110 03	0,97	0,98	1%

A 2 bars trobem la màxima variació de tots els cabals, però seguim sense superar el 5% indicat per la ISO 5682. És el model 6MS03C, amb una variació del 4%.

Podem veure que la pressió a la qual els broquets pateixen una variació més gran respecte el cabal nominal és a 2 bars. A 6 bars trobem un percentatge de variació mitjà de 0,5%, i a 3 bars de 1,6%. En canvi, a 2 bars trobem que aquest percentatge mitjà és de 2,16%. Pot ser degut a que, una pressió baixa com 2 bars, permeti tenir una mica de joc entre els elements del broquet, i això provoqui aquestes variacions en el cabal.

4.2. Distribució horitzontal múltiple

Els gràfics que veurem a continuació són els resultats de la distribució horitzontal. Hem realitzat un gràfic per cada alçada de la barra amb les 3 pressions. L'eix d'ordenades de cada un d'ells, és a dir, l'eix Y, indica el % de litres per minut d'aigua recollits respecte el total recollit. L'eix d'abscisses, és a dir, l'eix X, ens indica la posició de cada tram respecte la barra de 10 metres.

Els coeficients de variació els mostrarem en taules.

El cabal total mostrat és el cabal calculat per l'aplicació d'ordinador de la marca AAMS amb la qual rebem les dades de l'*Spray Scanner*.

4.2.1. Model 6MS04C

En la següent taula número 4 veiem els resultats del coeficient de variància del model 6MS04C. Podem comprovar com els CV són baixos i els cabals a cada pressió són molt semblants independentment de l'alçada de treball.

Taula 4. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS04C. Font: Pròpia.

Broquet	Alçada (cm)	Pressió (bars)	Cabal (L/min)	CV%
6MS04C	60	2	1,2	4,60
		3	1,5	3,71
		6	2,0	5,24
	50	2	1,2	5,83
		3	1,5	5,18
		6	2,1	4,46
	40	2	1,3	5,65
		3	1,5	6,25
		6	2,1	7,38

En el següents gràfics (Figura 15, figura 16, figura 17) veiem les distribucions horitzontals a les diferents alçades del model 6MS04C (ventall simple). Podem comprovar com a 60cm i a 40cm les gràfiques de les tres pressions no acaben de quadrar molt entre elles (això vol dir que es solapin les tres línies de 2, 3 i 6 bars, i tinguin la mateixa forma), en canvi, a 50cm sí. En homogeneïtat passa el mateix, les de 60cm i 40cm són poc homogènies, en canvi, la de 50cm ho és més.

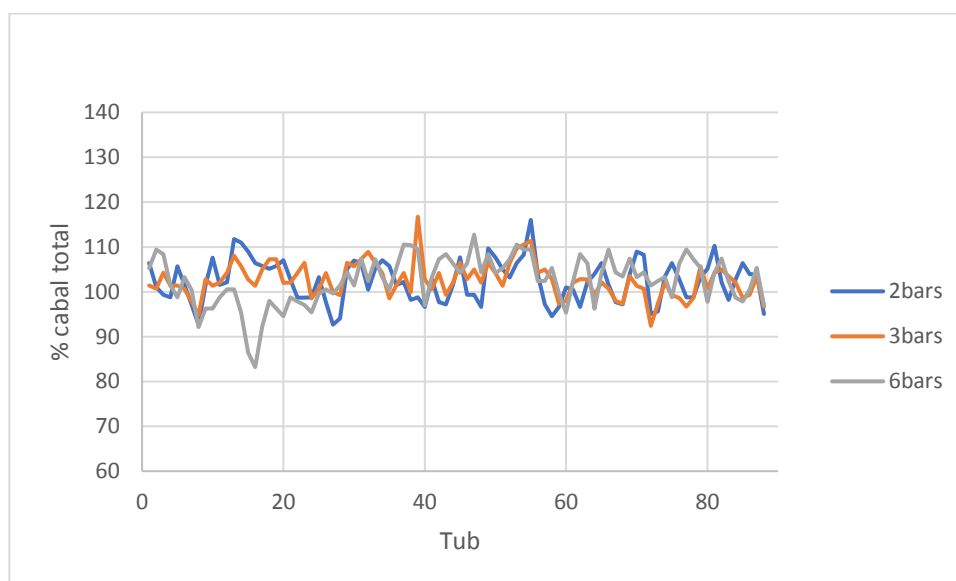


Figura 15. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS04C a 60cm. Font: Pròpia.

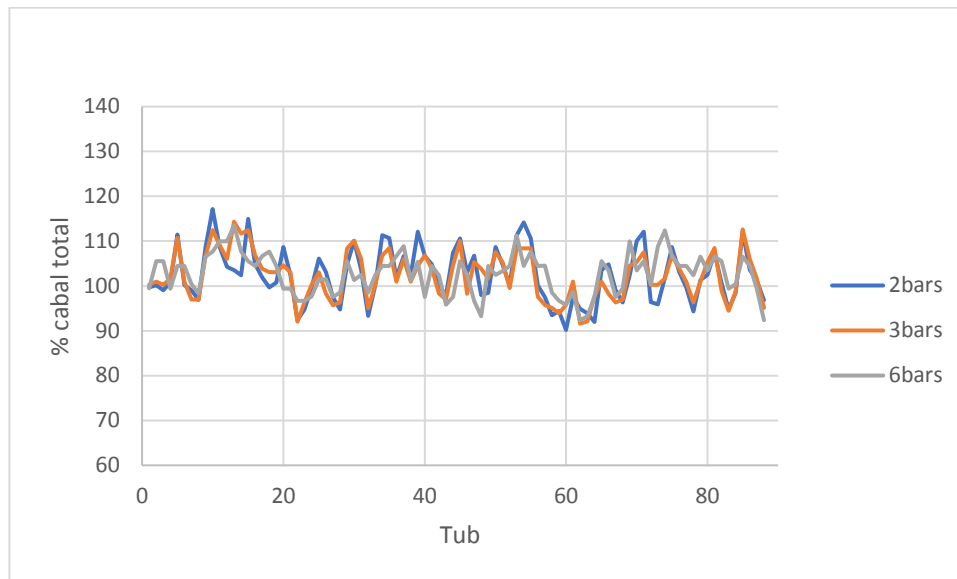


Figura 16. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS04C a 50cm. Font: Pròpia.

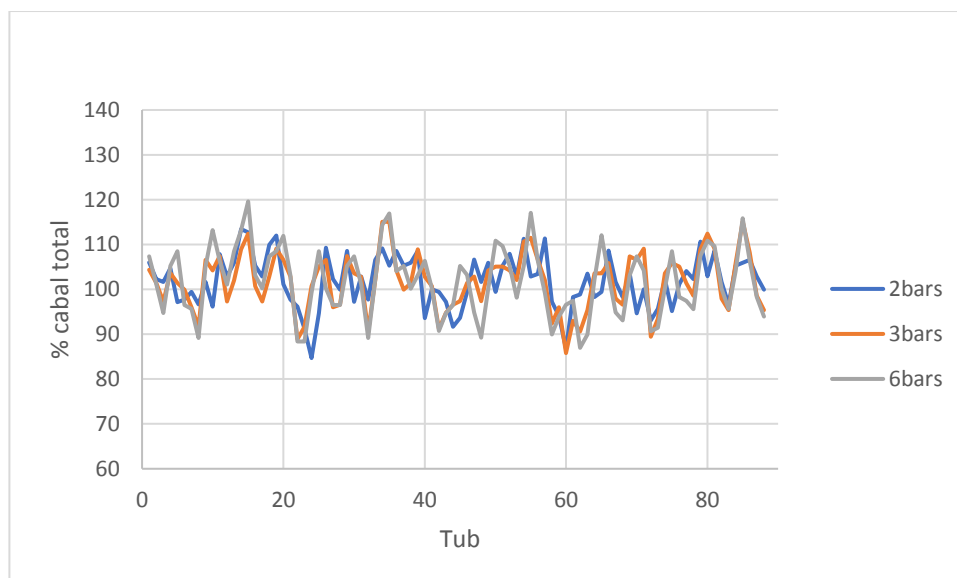


Figura 17. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS04C a 40cm. Font: Pròpia.

4.2.2. Model 6MS05C2

La taula 5 ens mostra els resultats del coeficient de variació del model 6MS05C2 (ventall doble). Podem veure també que cap resultat supera el 10%, de fet amb prou feina algun és superior al 5%. Els cabals són quasi del tot iguals a cada pressió de 2, 3 i 6 bars.

Taula 5. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS05C2. Font: Pròpia.

Broquet	Alçada (cm)	Pressió (bars)	Cabal (L/min)	CV%
6MS05C2	60	2	1,5	4,85
		3	1,8	5,40
		6	2,6	5,07
	50	2	1,5	4,75
		3	1,9	4,24
		6	2,6	5,08
	40	2	1,5	3,75
		3	1,9	3,95
		6	2,6	4,15

En els següents gràfics de les figures 18, 19 i 20 veurem les distribucions horitzontals. Podem veure com a 40cm les gràfiques són molt homogènies i casi calcades. A 50cm no és tant homogènia com la de 40cm. I la de 60cm comprovem com té un pic força inusual, segurament degut a una mala col·locació del broquet en qüestió.

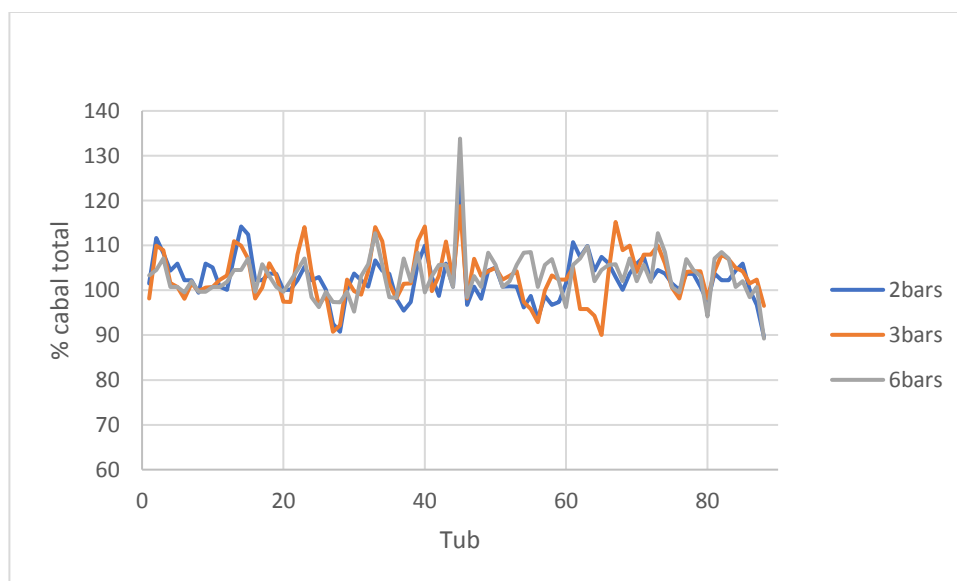


Figura 18. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS05C2 a 60cm. Font: Pròpia.

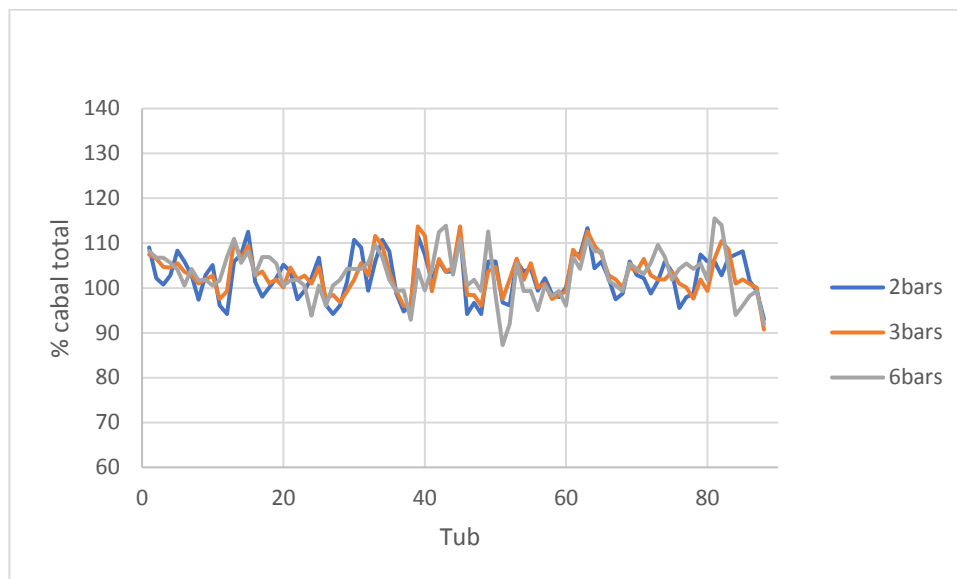


Figura 19. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS05C2 a 50cm. Font: Pròpia.

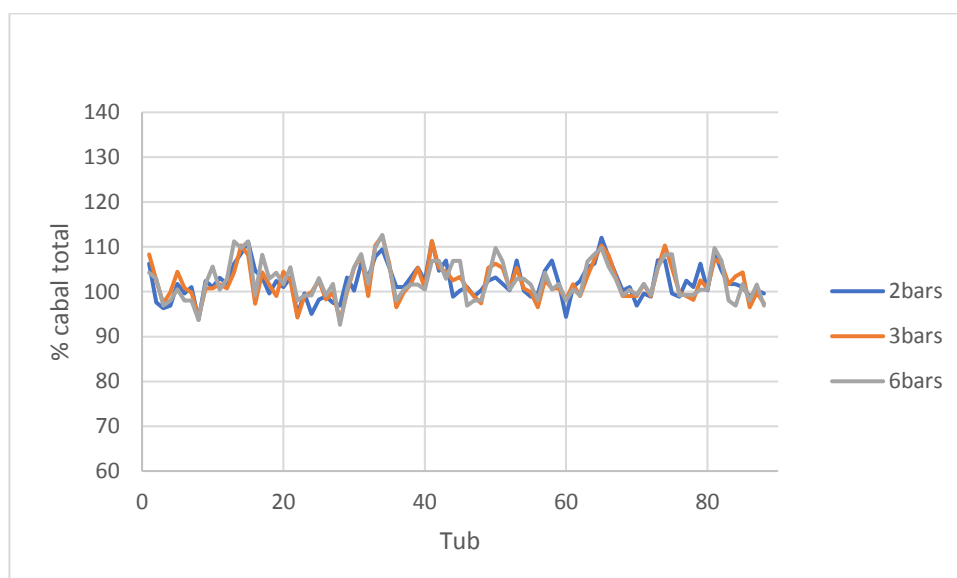


Figura 20. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS05C2 a 40cm. Font: Pròpia.

4.2.3. Model 6MS03C

En la taula 6 es presenten els coeficients de variància del model 6MS03C. Podem veure com tenim dos resultats amb un coeficient una mica més elevat, de 6 i 7 per cent, però sense superar el 10%. Els cabals són iguals per cada pressió de treball realitzada.

Taula 6. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS03C. Font: Pròpia.

Broquet	Alçada (cm)	Pressió (bars)	Cabal (L/min)	CV%
6MS03C	60	2	1,0	5,60
		3	1,2	5,78
		6	1,7	4,64
	50	2	1,0	4,60
		3	1,2	5,08
		6	1,7	4,38
	40	2	1,0	6,05
		3	1,2	6,04
		6	1,7	7,84

En els gràfics de la figura 21, de la figura 22 i de la figura 23, veiem com la distribució horitzontal del model 6MS03C (ventall simple) a 50cm és força homogènia i semblant entre pressions. En el cas de 60cm, no és tan homogènia, ja que tenim un pic força alt, però les gràfiques segueixen sent molt semblants entre les tres pressions. A 40cm és poc homogènia i gràfiques força diferents entre pressions.

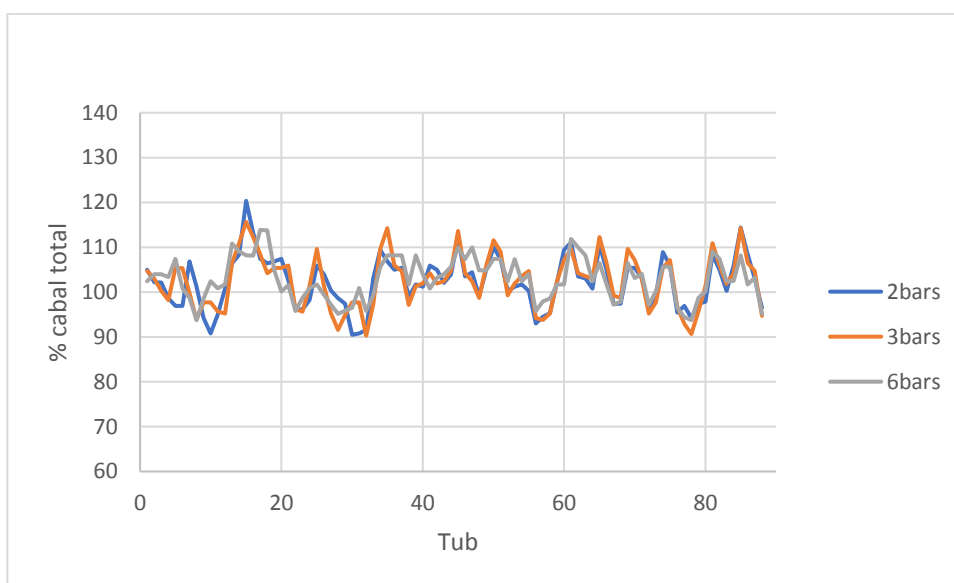


Figura 21. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS03C a 60cm. Font: Pròpia.

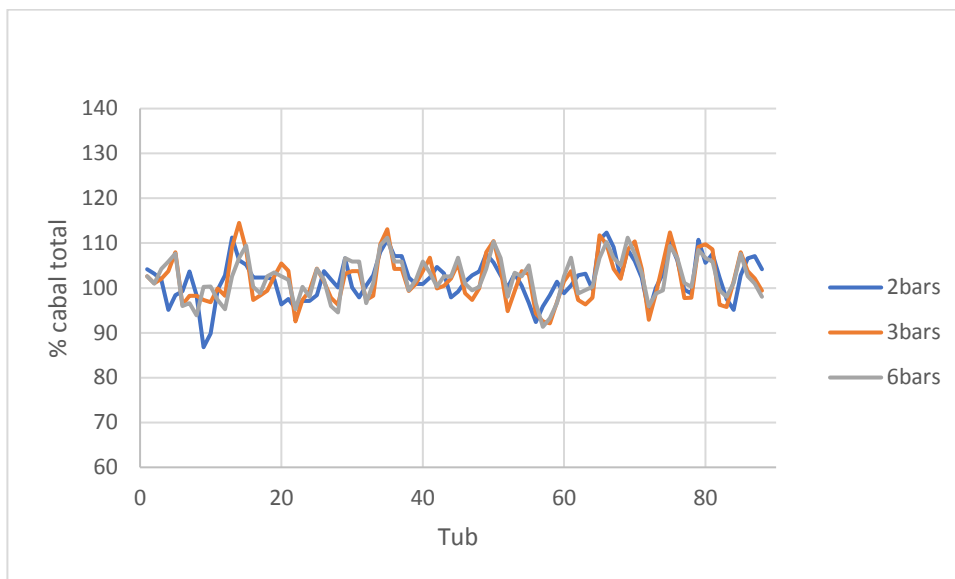


Figura 22. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS03C a 50cm. Font: Pròpia.

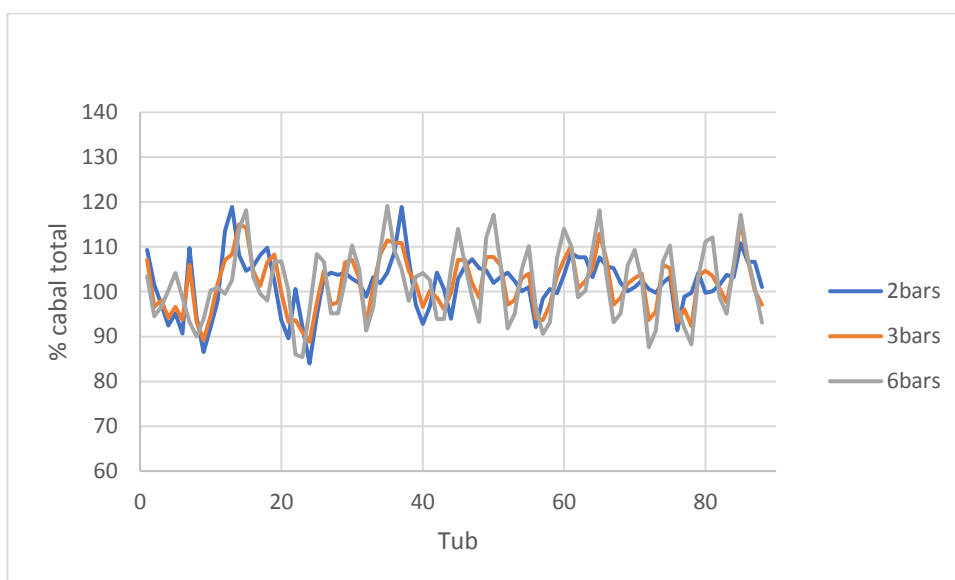


Figura 23. Resultats de la distribució horitzontal del model 6MS03C a 40cm. Font: Pròpia.

4.2.4. Model 8MS11004P2

En la següent taula número 7 podem comprovar que els coeficients de variància del model 8MS11004P2 (ventall doble) són una mica més elevats, com percentatges del 8 i 9 per cent. Els cabals segueixen sent molt semblants per cada pressió, independentment de l'alçada de treball.

Taula 7. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11004P2. Font: Pròpia.

Broquet	Alçada (cm)	Pressió (bars)	Cabal (L/min)	CV%
8MS11004P2	60	2	1,2	6,39
		3	1,5	7,03
		6	2,1	8,59
	50	2	1,3	8,17
		3	1,5	6,15
		6	2,1	5,44
	40	2	1,3	7,11
		3	1,5	8,98
		6	2,1	9,00

Les gràfiques a continuació (Figura 24, figura 25 i figura 26), mostren com la distribució horitzontal del model 8MS11004P2 (ventall doble) és força heterogènia a les tres alçades. Pel que fa a coincidència entre les 3 pressions, en les alçades de 60cm i 50cm són molt poc semblants, però a 40cm millora.

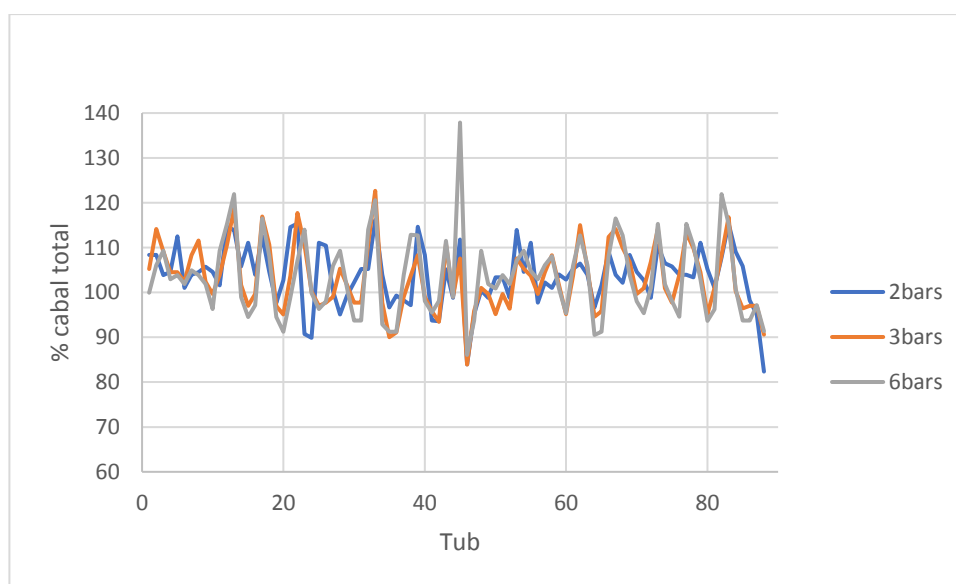


Figura 24. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11004P2 a 60cm. Font: Pròpia.

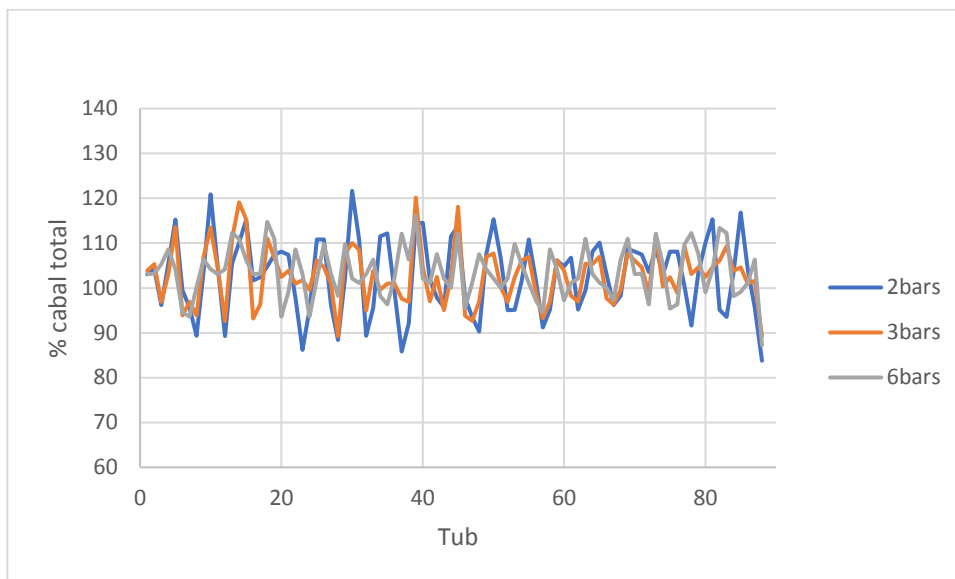


Figura 25. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11004P2 a 50cm. Font: Pròpia.

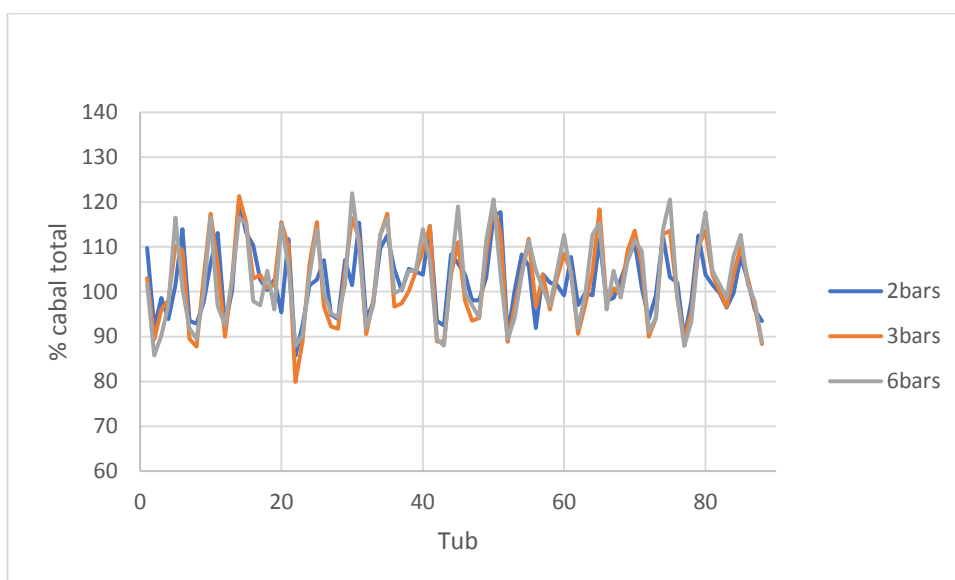


Figura 26. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11004P2 a 40cm. Font: Pròpia.

4.2.5. Model 8MS11003C

En la taula a continuació (Taula 8), veiem com els resultats dels coeficients de variància del model 8MS11003C també són força elevats, de 7 i 9 per cent. Els cabals segueixen sent molt semblants per cada pressió, independentment de l'alçada de treball.

Taula 8. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11003C. Font: Pròpia.

Broquet	Alçada (cm)	Pressió (bars)	Cabal (L/min)	CV%
8MS11003C	60	2	1,0	7,42
		3	1,2	7,83
		6	1,6	4,56
	50	2	1,0	9,73
		3	1,2	6,32
		6	1,7	6,22
	40	2	1,0	9,33
		3	1,2	6,48
		6	1,7	7,41

En les gràfiques següents (Figura 27, 28 i 29) de la distribució horitzontal del model 8MS11003C (ventall simple), veiem com els gràfics de les 3 alçades són força heterogenis i no gaire coincidents entre les pressions. També sorgeix un pic molt alt i igual en les 3 gràfiques; aquest fet segurament serà degut a una mala fabricació del broquet en qüestió.

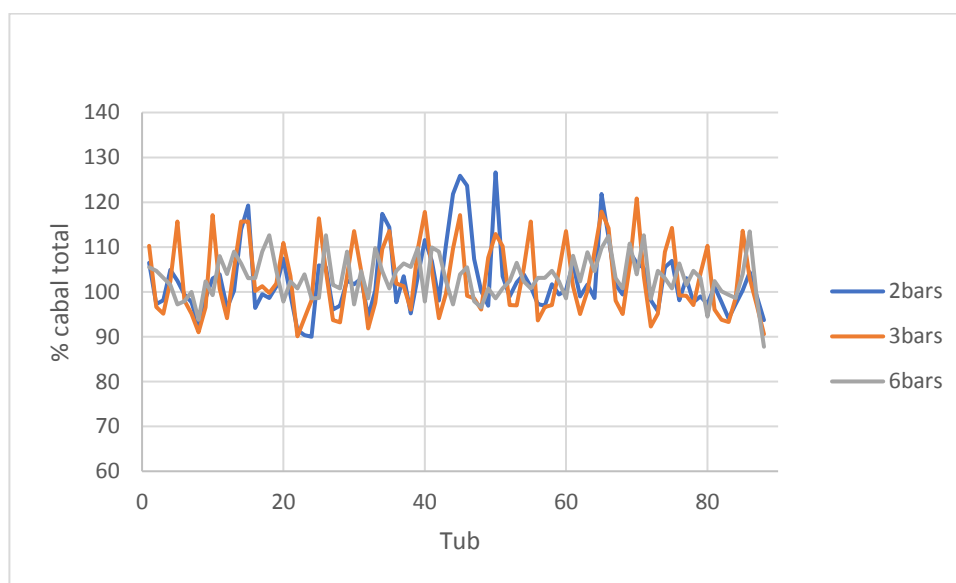


Figura 27. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11003C a 60cm. Font: Pròpia.

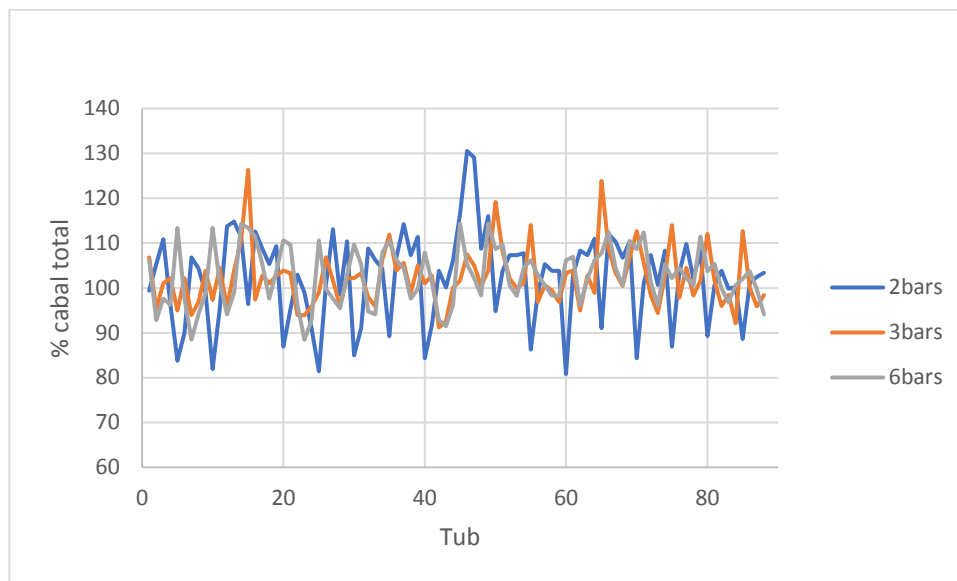


Figura 28. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11003C a 50cm. Font: Pròpia.

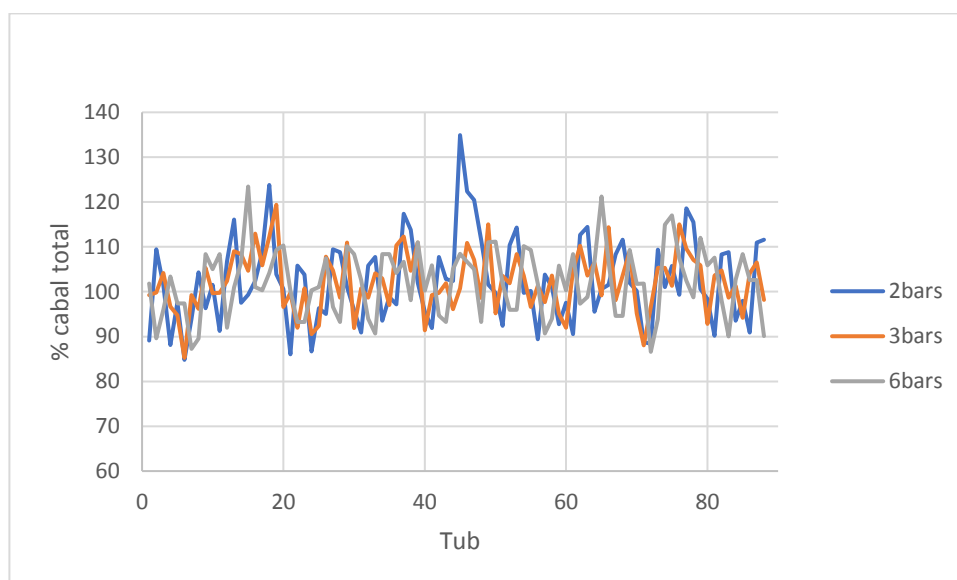


Figura 29. Resultats de la distribució horitzontal del model 8MS11003C a 40cm. Font: Pròpia.

En aquest punt, trobem adient comentar que les distribucions horitzontals dels models 8MS11004P2 i 8MS11003C són les més irregulars i en molts cops amb pics de cabals que sobrepassen el mínim o el màxim.

També podem fixar-nos en que, a menor pressió, els coeficients de variació són més elevats. Això pot ser degut a que a pressions baixes l'aigua surt menys polvoritzada, produint gotes més grosses i, generant d'aquesta forma, un repartiment de l'aigua menys homogeni.

4.2.6. Model 110 03

En el cas del broquet estàndard 110 03, només vam realitzar la mesura de la distribució horitzontal i el càlcul del coeficient de variància a 50cm, simplement com a informació complementària (Taula 9 i figura 30).

Taula 9. Resultats de la distribució horitzontal del model 110 03. Font: Pròpia.

Broquet	Alçada (cm)	Pressió (bars)	Cabal (L/min)	CV%
110 03	50	2	0,9	6,51
		3	1,1	5,49
		6	1,6	5,63

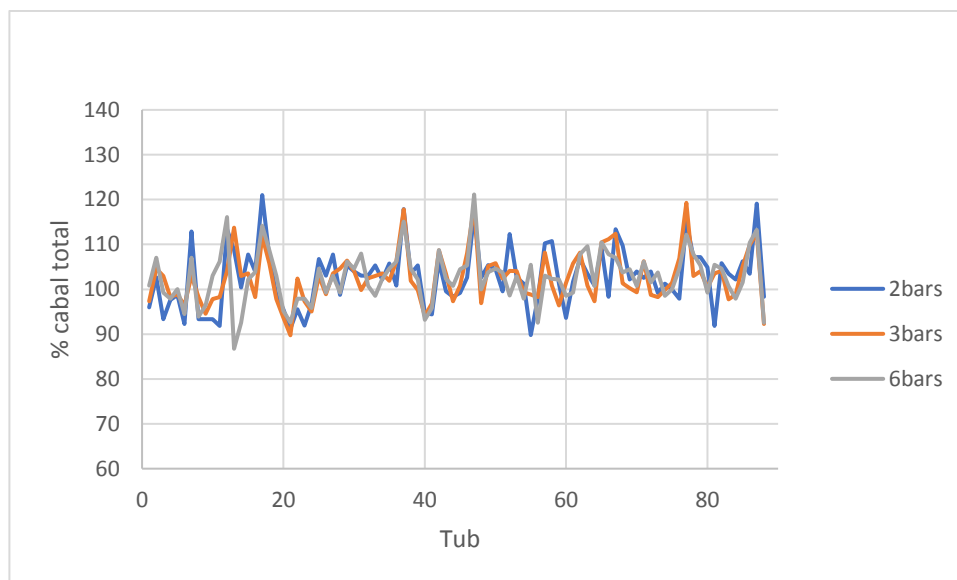


Figura 30. Resultats de la distribució horitzontal del model 110 03 a 50cm. Font: Pròpia.

4.3. Distribució horitzontal individual

En la distribució horitzontal individual hem obtingut els següents gràfics. L'eix d'ordenades de cada un d'ells, és a dir, l'eix Y, indica els mil·límetres d'aigua recollits per la proveta de cada canal. L'eix d'abscisses, és a dir, l'eix X, ens indica el número de la proveta. El banc de proves tenia un total de 24 provetes. En cada gràfic veurem quina de les provetes recull més aigua i quina menys. Gràcies a això, hauríem de comprovar com en els trams centrals dels ventalls la quantitat d'aigua recollida és major, i com va disminuint a mesura que ens allunyem cap els trams exteriors.

4.3.1. Model 6MS04C

En el cas del model 6MS04C, podem veure com la distribució horitzontal individual del broquet té forma de “campana de Gauss”, dit vulgarment. També es pot apreciar com a mesura que augmenta la pressió, l'aigua recollida en els extrems i en el centre del ventall és superior.

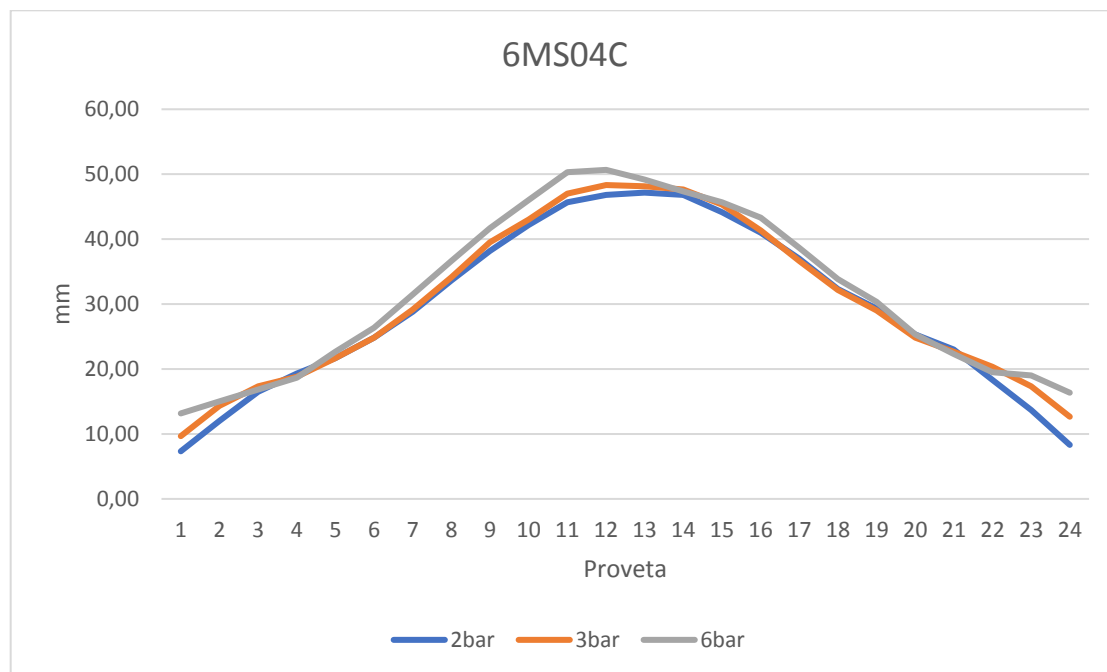


Figura 31. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 6MS04C. Font: Pròpia.

4.3.2. Model 6MS05C2

En el model 6MS05C2, veiem com la distribució horitzontal canvia respecte l'anterior i agafa una forma més aplanada. En aquest cas, a mesura que augmentem la pressió, el cabal recollit augmenta també en tots els trams del ventall.

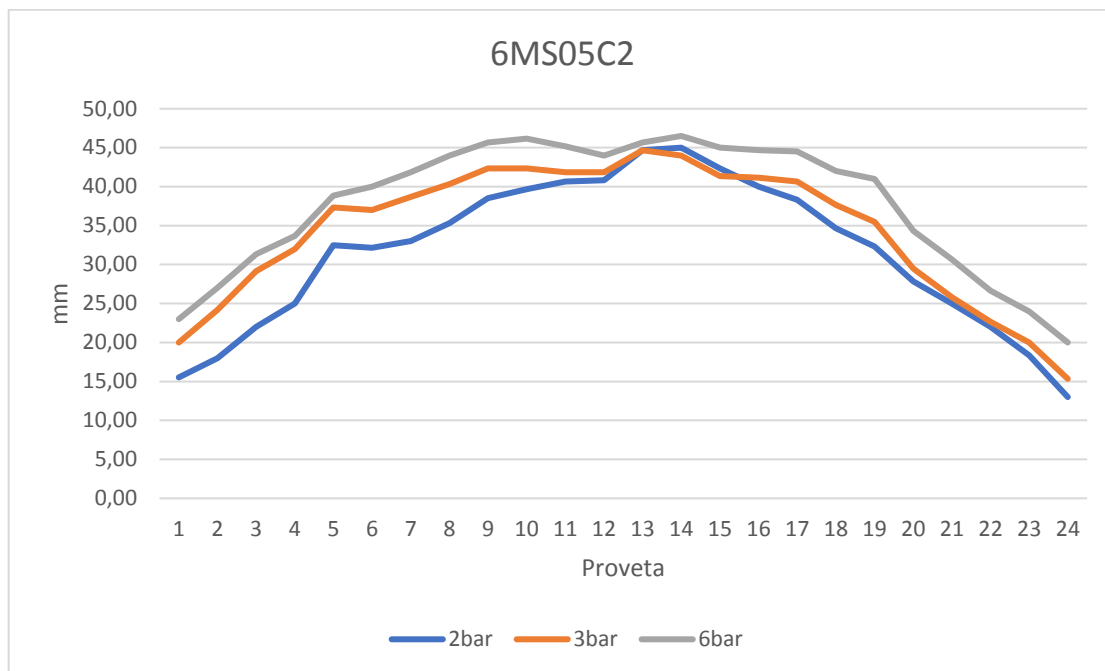


Figura 32. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 6MS05C2. Font: Pròpia.

4.3.3. Model 6MS03C

En el cas del model 6MS03C, podem veure com la distribució horitzontal individual del broquet torna a agafar forma de “campana de Gauss”. També es pot apreciar com a mesura que augmenta la pressió, l’aigua recollida en els extrems i en el centre del ventall també és superior.

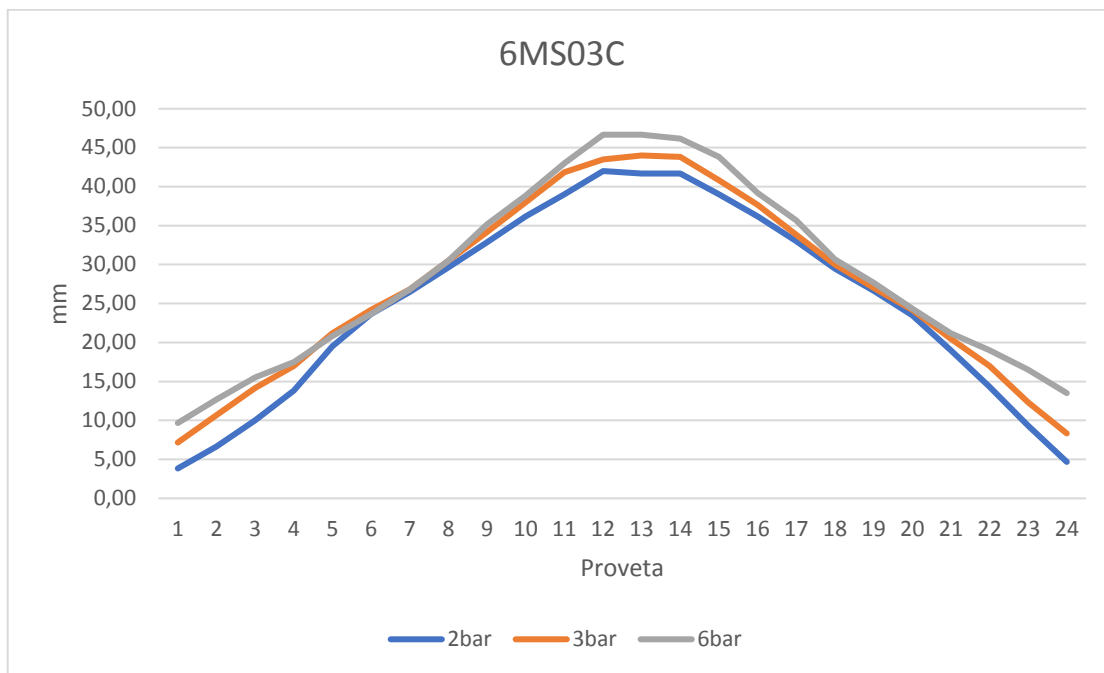


Figura 33. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 6MS03C. Font: Pròpia.

4.3.4. Model 8MS11004P2

En el model 8MS11004P2 veiem com la distribució horitzontal individual del broquet és també aplanada, però bastant més que el model 6MS05C2, i força més irregular també.

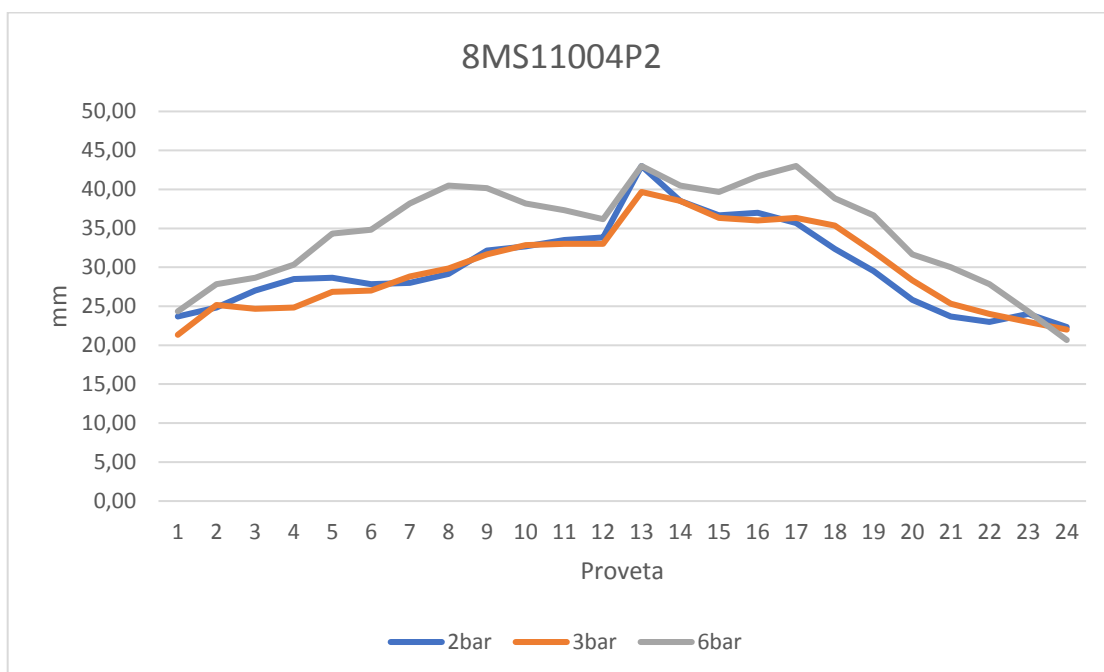


Figura 34. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 8MS11004P2. Font: Pròpia.

4.3.5. Model 8MS11003C

En el cas del model 8MS11003C tornem a recuperar la forma de “campana de Gauss”, i que a mesura que augmentem la pressió, augmenta l’aigua recollida en els extrems i el centre del ventall.

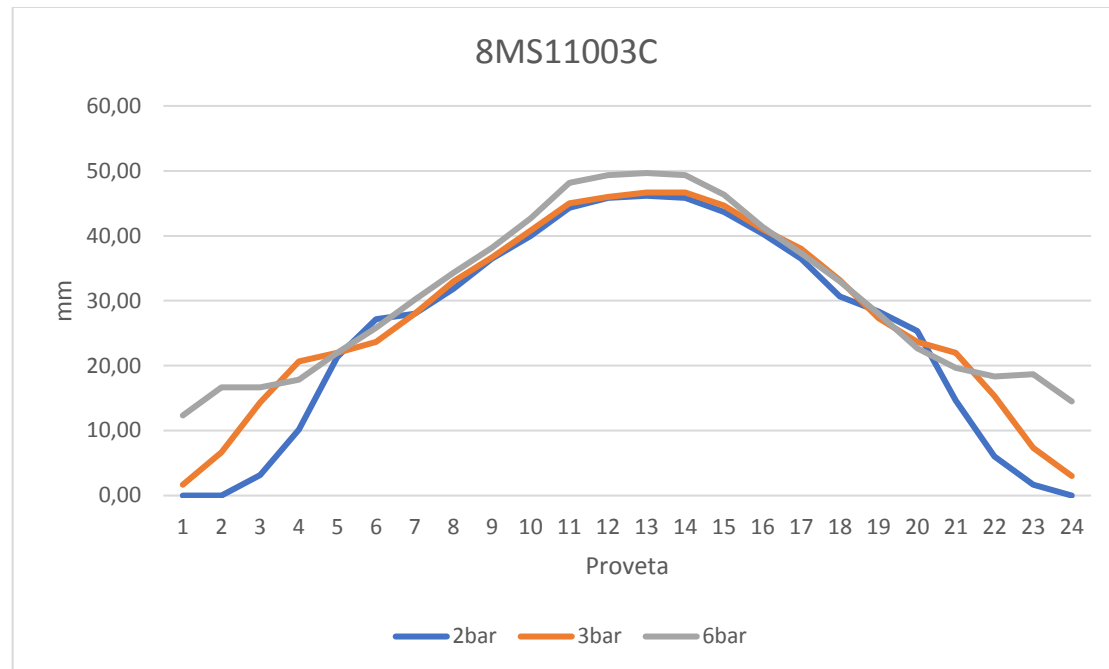


Figura 35. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 8MS11003C. Font: Pròpia.

4.3.5. Model 110 03

Finalment, en el model estàndard 110 03, podem apreciar com també té forma de “campana de gauss”, però en aquest cas el volum d’aigua recollit en els extrems del ventall no augmenta a mesura que augmentem la pressió.

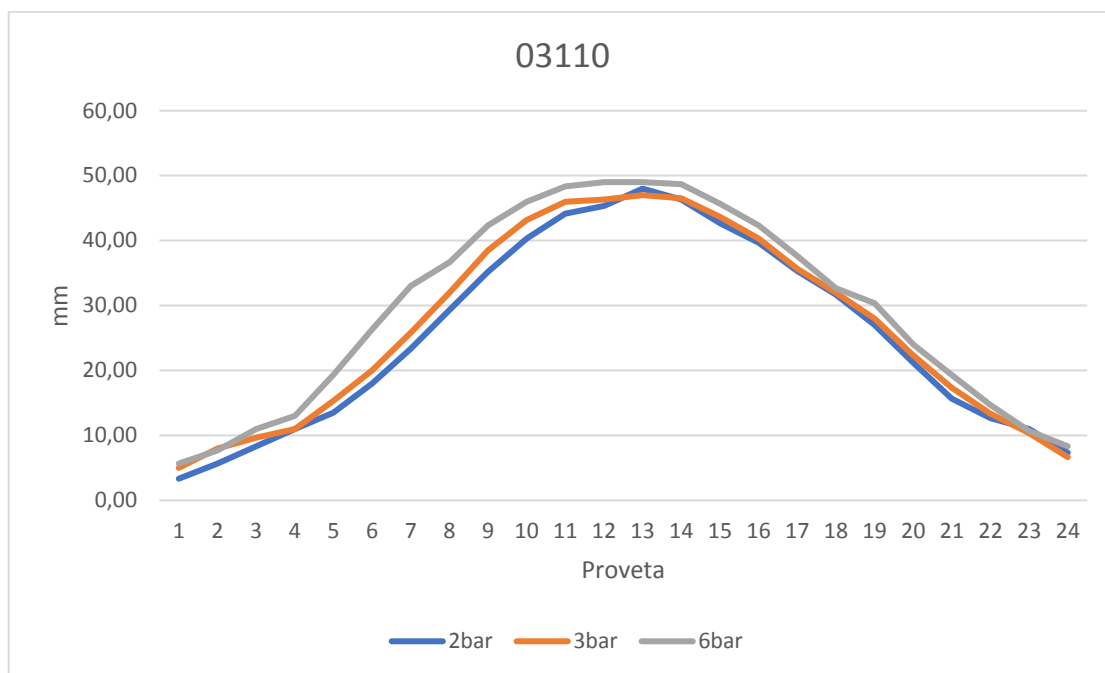


Figura 36. Resultats de la distribució horitzontal individual del model 03 110. Font: Pròpia.

4.3. Angles

Per mostrar els resultats dels angles, hem recollit les dades en les següents taules. Al final d'aquest apartat adjuntarem algunes de les imatges del programa *AutoCAD* amb les quals hem pogut trobar els angles dels diferents ventalls com a exemple.

En el model 6MS04C trobem que els resultats donen un angle mig és de 105,5°. No coincideix gaire amb l'angle que enuncia ell fabricant, que és de 110°.

6MS04C	Broquet					
	bars	1	2	3	4	5
2		102°	102°	101°	100°	101°
3		104°	97°	108°	104°	103°
6		110°	109°	113°	111°	117°

Figura 37. Resultats de la mesura dels angles del model 6MS04C. Font: Pròpia.

Els resultats dels angles en el broquet 6MS05C2 obtenim un angle mig de 115,7°, per sobre dels 110° que diu el fabricant.

6MS05C2	Broquet				
bars	1	2	3	4	5
2	107°	110°	118°	108°	110°
3	112°	115°	118°	118°	116°
6	120°	120°	121°	120°	122°

Figura 38. Resultats de la mesura dels angles del model 6MS05C2. Font: Pròpia.

En el cas del model 6MS03C, hem obtingut un angle mig de 104,2° a partir dels resultats obtinguts. Una mica allunyat de l'angle enunciat pel fabricant de 110°.

6MS03C	Broquet				
bars	1	2	3	4	5
2	95°	101°	96°	99°	100°
3	100°	101°	99°	101°	101°
6	111°	116°	114°	114°	115°

Figura 39. Resultats de la mesura dels angles del model 6MS03. Font: Pròpia.

En el model 8MS11004P2 hem obtinguts uns resultats amb un angle mig de 116,9°. Força per sobre dels 110° declarats pel fabricant.

8MS11004P2	Broquet				
bars	1	2	3	4	5
2	108°	109°	111°	114°	114°
3	114°	119°	118°	113°	117°
6	120°	124°	124°	128°	121°

Figura 40. Resultats de la mesura dels angles del model 8MS11004P2. Font: Pròpia.

Els resultats del model 8MS11003C donen un angle mig de 96,5°, molt allunyat de l'angle que diu el fabricant, de 110°

8MS11003C	Broquet				
bars	1	2	3	4	5
2	90°	88°	90°	87°	86°
3	92°	94°	96°	96°	95°
6	103°	107°	108°	109°	106°

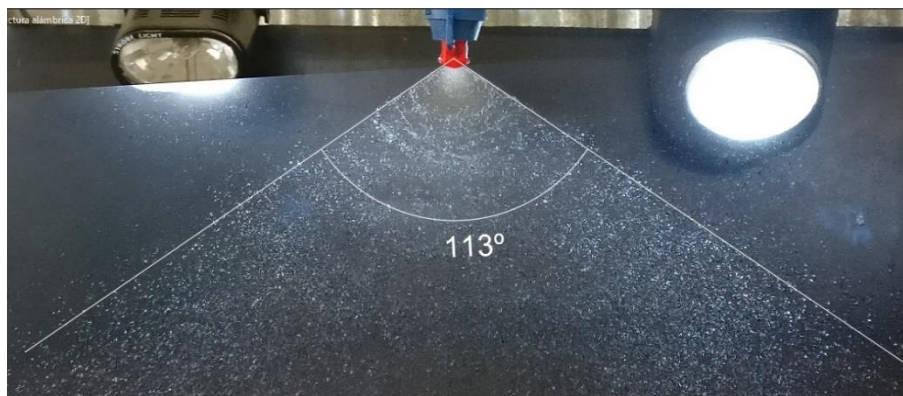
Figura 41. Resultats de la mesura dels angles del model 8MS11003C. Font: Pròpia.

Finalment, l'angle mig del broquet 110 03 és de 107,9°.

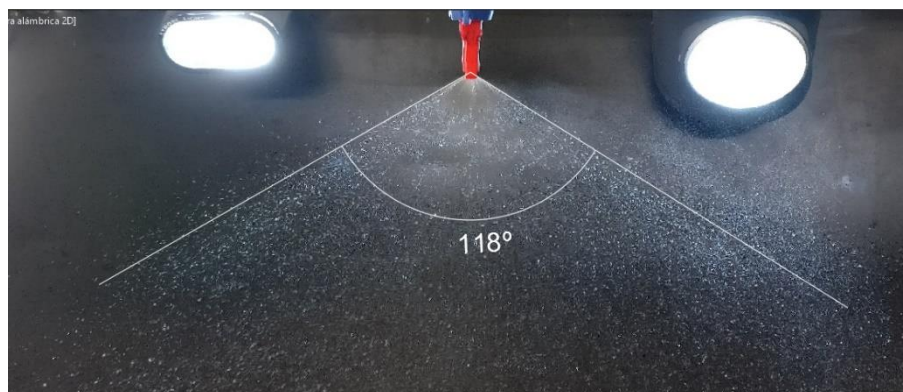
110 03	Broquet				
bars	1	2	3	4	5
2	99°	101°	98°	106°	107°
3	106°	109°	103°	108°	109°
6	114°	117°	111°	116°	115°

Figura 42. Resultats de la mesura dels angles del model 03 110. Font: Pròpia.

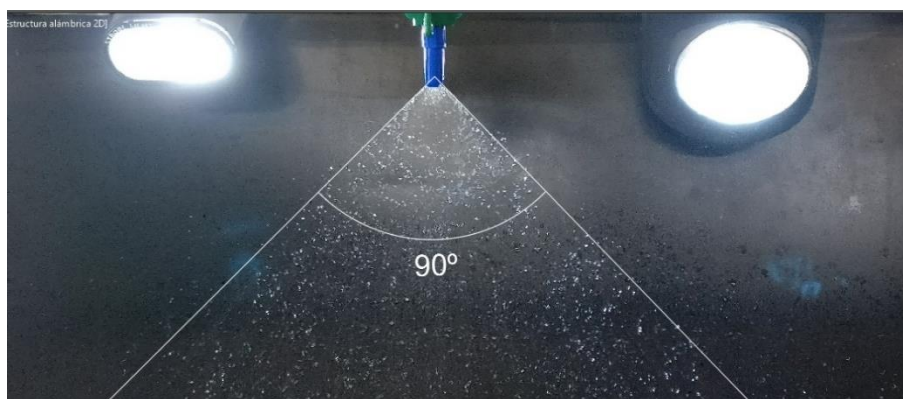
Podem veure com a mesura que augmentem la pressió, augmenten els graus d'obertura del ventall. Això també provoca que arribi més quantitat d'aigua als extrems del ventall



Broquet
6MS04C núm.
3 a 6 bars.
Font: Pròpia.



Broquet
8MS11004P2
núm. 3 a 3
bars. Font:
Pròpia.



Broquet
8MS11003C
núm. 3 a 2
bars. Font:
Pròpia.

CONCLUSIONS

La primera conclusió que podem extreure d'aquest treball, és que ha estat possible definir i preparar tots els materials i metodologies necessàries per realitzar els assajos, i que, gràcies a això, hem pogut dur-los a terme.

Segons els resultats obtinguts i que hem mostrat anteriorment, podem concloure que els cabals dels broquets estan dins els margues establerts per la norma ISO 5682-1. Podríem nombrar que el cabal del broquet 6MS03C a 2 bars, és el que entra més just dins aquests margues, ja que el percentatge del cabal mig respecte el cabal nominal és de 104%, sent així, el cabal amb un percentatge més gran i proper al límit del 5%.

Pel que fa a la distribució horitzontal múltiple, veiem que els broquets 6MS05C2 i el 6MS04C presenten coeficients de variació més petits, per tant són els broquets que tenen una major uniformitat en la distribució horitzontal. Els broquets 8MS11004P2 i el 8MS11003C presenten un coeficient de variació més elevat, suposant una major heterogeneïtat en la distribució horitzontal. També podem concloure que, com podem veure en les respectives taules dels resultats, a menor pressió, major coeficient de variació.

En la distribució horitzontal individual podem concloure que hi ha dos tipus de distribucions. Això és degut a si el broquet és de ventall simple o doble. En el cas de ventall simple la distribució està formada per cabals superiors al centre del ventall i inferiors als extrems del ventall, formant una línia corba marcada. En canvi, en el ventall doble, la diferencia entre els cabals del centre i els extrems del ventall no són tan grans, sinó que observem una línia més aplanada.

En el cas dels angles, podríem concloure que, com a norma general, l'angle augmenta al voltant d'uns 7º per cada bar de pressió.

Per acabar, afirmar que es tracta d'una bona metodologia d'avaluació dels broquets, ja que assegura resultats fiables gràcies a la tipologia d'assajos i nombre de repeticions.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Agroplast, 2018: “*Catálogo de productos 2018.*” UL. Lubelska 24, 22-107 Sawin, Polonia. 55p.

Cooper, J. and Dobson, H. (2007) ‘The benefits of pesticides to mankind and the environment’, *Crop Protection*, 26, pp. 1337–1348. doi: 10.1016/j.cropro.2007.03.022.

International Organization for Standardization. “*Agricultural and Forestry Machinery – Environmental requirements for sprayers, Part 2: Horizontal boom sprayers. ISO 16119-2*”. Delft, Netherland, 2013.

International Organization for Standardization. “*Equipment for crop protection – Spraying equipment- Part 1: Test Methods for sprayers nozzles. ISO/FDIS 5682-1.*” Ginebra, Switzerland, 2016. 35p.

International Organization for Standardization, “*International Organization for Standardization: All about us.*”, disponible a: <https://www.iso.org/about-us.html> (Consulta: Maig 2019)

Masià, G (2013): *Deriva de Fitosanitarios, Assistència tècnica*, Instituto de Ingenieria Rural. CIA.

INTA. Disponible a:

<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=inta2.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=073128> (Consulta: Juny 2019)

Planas de Martí, S. (2001): “*Prevención de la deriva en los tratamientos fitosanitarios*”, *Vida Rural*, núm. 123. pp. 54-57. Disponible a: <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/56621> (Consulta: Juny 2019)

Porras Soriano, A i Porras Piedra, A (2001): “*Tecnología de la pulverización de productos fitosanitarios sobre las plantas cultivadas*”, *Uso de herbicidas en la agricultura del siglo XXI (II Simposium Internacional “Uso de herbicidas en la agricultura sel siglo XXI”]* pp.87-104. Disponible:

<https://es.scribd.com/document/226266848/Tecnologia-de-La-Pulverizacion> (Consulta: Juny 2019)

European Crop Protection, "Train Operators to Promote best management practices & Sustainability (TOPPS project)", disponible a: <http://www.topps-life.org/> (Consulta: Setembre 2019)

Saavedra, M, Vega, V. i Alcàntara, C. (2014). "Avances en Manejo del suelo" *MERCACEI*, Especial XX aniversario, Nº 81, pp. 62-66.

Torrent Marí, X. i Planas de Martí, S. (2015): "Boquillas de baja deriva en producción integrada" *Innovagri*, 25 de maig, Disponible a: <https://www.innovagri.es/proteccion-de-cultivo/boquillas-de-baja-deriva-en-produccion-integrada.html> (Consulta: Juny 2019)

Universitat Politècnica de Catalunya, "Campus del Bai Llobregat: L'entorn.", disponible a: https://cbl.upc.edu/ca/el-campus/per_coneixer_campus/lentorn-castelldefels-baix-llobregat (Consulta: Maig 2019)

ANNEX I. FITXES TÈCNIQUES

ÍNDEX

1. Fitxa tècnica del tractor <i>Landini Vision 105</i>	49
2. Fitxa tècnica del polvoritzador <i>Hardi NK</i>	50
3. Fitxa tècnica de l' <i>Spray Scanner d'Aams</i>	51
4. Fitxes tècniques dels broquets emprats	52

1. Fitxa tècnica del tractor Landini Vision 105

Production:

Manufacturer: Landini

Landini Vision 105 Engine:

Perkins 4.4L 4-cyl diesel

[full engine details ...](#)

Capacity:

Fuel: 32 gal [121.1 L]

Hydraulic system: 14.75 gal [55.8 L]

3-Point Hitch:

Rear lift: 9,570 lbs [4340 kg]

Power Take-off (PTO):

Rear RPM: 540/1000

Dimensions & Tires:

Wheelbase: 95 inches [241 cm]

Weight: 9,152 lbs [4151 kg]

[full dimensions and tires ...](#)

Landini Vision 105 Power:

Engine: 98 hp [73.1 kW]

PTO (claimed): 90 hp [67.1 kW]

Mechanical:

Chassis: 4x4 MFWD 4WD

Hydraulics:

Capacity: 14.75 gal [55.8 L]

Valves: 3

5 optional

Pump flow: 14.2 gpm [53.7 lpm]

Total flow: 22.5 gpm [85.2 lpm]



Power: 98 hp [73.1 kW]

Torque: 268 lb-ft [363.4 Nm]

Dimensions:

Weight: 9,152 lbs [4151 kg]

Wheelbase: 95 inches [241 cm]

Length: 174.5 inches [443 cm]

Width: 73 inches [185 cm]

Height: 105.5 inches [267 cm]

Ground clearance: 16.5 inches [41 cm]

Informació extreta de la pàgina web TractorData.

Disponible a: <http://www.tractordata.com/farm-tractors/003/5/0/3502-landini-vision-105.html>

2. Fitxa Tècnica del polvoritzador Hardi NK

El polvoritzador utilitzat és el model 600 litres de capacitat del tanc i de 10 metres d'amplada de barra.

Tank size, l	Boom model	Width	Pump model	Pump capacity, l/min	Size, L x W x H	Weight, kg
400	SB	6 m	603 / 1203 / 1303	42 / 99 / 114	140 x 190 x 170	150
400	SB	8 m	603 / 1203 / 1303	42 / 99 / 114	140 x 190 x 210	160
400	SB	10 m	603 / 1203 / 1303	42 / 99 / 114	140 x 190 x 210	180
600	SB	6 m	603 / 1203 / 1303	42 / 99 / 114	140 x 190 x 170	170
600	SB	8 m	603 / 1203 / 1303	42 / 99 / 114	140 x 190 x 210	180
600	SB	10 m	603 / 1203 / 1303	42 / 99 / 114	140 x 190 x 210	200
600	MB	12 m	603 / 1203 / 1303	42 / 99 / 114	140 x 190 x 220	240
800	SB	6 m	1203 / 1303	99 / 114	140 x 190 x 170	200
800	SB	8 m	1203 / 1303	99 / 114	140 x 190 x 210	210
800	SB	10 m	1203 / 1303	99 / 114	140 x 190 x 210	230
800	MB	12 m	1203 / 1303	99 / 114	150 x 190 x 220	270



Totes les fitxes tècniques estan estretes del catàleg de la marca corresponent.


3. Fitxa Tècnica de *Spray Scanner Aams*

Para medir la distribución de producto bajo la barra de aplicación

El escáner AAMS permite medir la distribución de producto bajo la barra de pulverización. La evaluación de la distribución de producto refleja la calidad del tratamiento en condiciones reales de aplicación en campo. La evaluación de la distribución se realiza con gran precisión e independencia del operario. El escáner horizontal funciona de manera autónoma durante la medida de toda la barra de pulverización

- El escáner horizontal cuenta con una superficie de medida de 80 x150 cm.
- El plano de medida es totalmente horizontal (sin inclinación en la superficie superior)
- El escáner básico almacena los datos en una caja de memoria que posteriormente se descargan a un PC.
- La caja de memoria puede sustituirse por un sistema de comunicación directo entre el escáner y el PC, de manera que permite la visualización instantánea de los datos en el PC, así como el control integral del escáner.
- El resultado final puede mostrarse directamente o incluirse en un informe o documento final a través del software general de inspecciones.
- El escáner se entrega con dos baterías de 12 V y un cargador
- El equipo incluye 9 railes de 3.2 m de longitud.
- El escáner puede manipularse manualmente a través su controlador. Se puede repetir la medida de una parte del pulverizador sin tener que esperar a terminar toda la barra del pulverizador (por ejemplo, cuando ciertos parámetros o componentes de la barra de pulverización cambian). La máxima longitud de escaneo son 72 m.
- Puede suministrarse (opcional) un tanque de recogida de líquidos
- Opcionalmente, se puede añadir una extensión de la anchura de trabajo desde 150 cm hasta 210 cm para la medida de boquillas de alta velocidad. Puede añadirse a todos los escáner que estén ya en el mercado.



Code Ref.	Description	Descripción	
0050130	Scanner standard, 1.50 m working depth	Escáner estándar, anchura de trabajo 150 cm	9
0050151	Scanner + radiolink	Escáner + radiolink	9
0390616	Scanner extension to 2.10 m working depth	Extensión escáner hasta 210 cm de profundidad de trabajo	
0637610	Additional rail 3.20 m	Rail adicional de 3.20 m	1
2002001	Calibration service for spray scanner	Servicio de calibración para escáner	
2002002	Calibration unit for spray scanner	Unidad de calibración para escáner	

Totes les fitxes tècniques estan estretes del catàleg de la marca corresponent.

4. Fitxes tècniques dels broquets emprats

- Broquet Agroplast 6MS04C

COLOR	CÓDIGO DEL PRODUCTO	 (bar)		 (l/min)	DISTANCIA ENTRE LAS BOQUILLAS – 50 CM Litros / hectárea							
					6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h
	6MS04C	2,0	MG	1,26	251	189	151	126	108	94	84	75
		3,0	MG	1,54	308	231	185	154	132	116	103	92
		4,0	MG	1,78	356	267	213	178	152	133	119	107
		5,0	G	1,99	398	298	239	199	170	149	133	119
		6,0	M	2,18	436	327	261	218	187	163	145	131

- Broquet Agroplast 6MS05C2

COLOR	CÓDIGO DEL PRODUCTO	 (bar)		 (l/min)	DISTANCIA ENTRE LAS BOQUILLAS – 50 CM LITROS / HECTÁREA							
					6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h
	6MS05C2	2,0	MG	1,62	323	242	194	162	139	121	108	97
		3,0	MG	1,98	396	297	238	198	170	149	132	119
		4,0	G	2,29	457	343	274	229	196	171	152	137
		5,0	G	2,56	511	383	307	256	219	192	170	153
		6,0	M	2,80	560	420	336	280	240	210	187	168

- Broquet Agroplast 6MS03C

COLOR	CÓDIGO DEL PRODUCTO	 (bar)		 (l/min)	DISTANCIA ENTRE LAS BOQUILLAS – 50 CM Litros / hectárea							
					6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h
	6MS03C	2,0	EG	0,98	196	147	118	98	84	73	65	59
		3,0	MG	1,20	240	180	144	120	103	90	80	72
		4,0	MG	1,39	277	208	166	139	119	104	92	83
		5,0	G	1,55	310	232	186	155	133	116	103	93
		6,0	G	1,69	338	254	203	169	145	127	113	101

- Broquet Agroplast 8MS11004P2

COLOR	CÓDIGO DEL PRODUCTO	 (bar)		 (l/min)	DISTANCIA ENTRE LAS BOQUILLAS – 50 CM Litros / hectárea							
					6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h
	8MS11004P2	2,0	EG	1,30	260	195	156	130	111	97	87	78
		3,0	EG	1,59	318	239	191	159	136	119	106	95
		4,0	MG	1,84	367	275	220	184	157	138	122	110
		5,0	MG	2,05	411	308	246	205	176	154	137	123
		6,0	G	2,25	450	337	270	225	193	169	150	135

- 8MS11003C

COLOR	CÓDIGO DEL PRODUCTO	 (bar)		 (l/min)	DISTANCIA ENTRE LAS BOQUILLAS – 50 CM Litros / hectárea							
					6 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h
	8MS03C	2,0	EG	0,98	196	147	118	98	84	73	65	59
		3,0	EG	1,20	240	180	144	120	103	90	80	72
		4,0	MG	1,39	277	208	166	139	119	104	92	83
		5,0	MG	1,55	310	232	186	155	133	116	103	93
		6,0	G	1,70	339	255	204	170	145	127	113	102

Totes les fitxes tècniques estan estretes del catàleg de la marca corresponent a cada broquet.

