



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN
E INGENIERÍA
AMBIENTAL



**Efecto sobre la exoderiva de un aditivo (poliacrilamida)
aplicado con boquillas de abanico plano con inducción de aire.**

TESISTA: Masiá, Gerardo. (Ing. Agr.)

DIRECTOR: Pozzolo, Oscar. (Dr. Ing. Agr.)

Tesis presentada para optar al título de
Magíster en Control de Plagas y su Impacto Ambiental

DICIEMBRE 2010.

Índice.

1. Introducción, hipótesis y objetivos.	3
1.1. Introducción.	3
1.1.1. Sistema agroproductivo.	3
1.1.2. Incidencia de las plagas agrícolas.	7
1.1.3. Rol de los agroquímicos.	12
1.1.4. Técnicas de distribución de plaguicidas.	17
1.2. Hipótesis y Objetivos.	28
2. Materiales y métodos.	29
3. Resultados.	37
3.1. Caudales entregados por las pastillas con agua (testigo) y con las dosis del ARD.	37
3.1.1. Pastilla Agrotop Airmix Nodrift.	37
3.1.2. Pastilla Teejet Air Induction.	38
3.1.3. Pastilla Hypro Guardian AI.	39
3.1.4. Pastilla Lechler ID.	41
3.1.5. Pastilla Teejet Turbo Teejet Induction.	42
3.2. Volumen derivado obtenido por las pastillas en presencia de viento con agua (testigo) y con las dosis del ARD.	44
3.2.1. Pastilla Agrotop Airmix Nodrift.	44
3.2.2. Pastilla Teejet Air Induction.	45
3.2.3. Pastilla Hypro Guardian AI.	46
3.2.4. Pastilla Lechler ID.	47
3.2.5. Pastilla Teejet Turbo Teejet Induction.	48
4. Discusión.	50
5. Conclusiones.	56
6. Bibliografía.	57
7. Anexo.	69
8. Agradecimientos.	75

1. Introducción, hipótesis y objetivos.

1.1. Introducción.

1.1.1. Sistema agroproductivo.

Desde sus inicios, la evolución de la especie humana estuvo íntimamente ligada al medio natural en el que se desarrollaba su vida. Esta interacción con el entorno aportó al ser humano suficiente conocimiento empírico de su hábitat como para procurarse alimentos, mayoritariamente vegetales, base de su subsistencia. Durante el extenso período Paleolítico, las sociedades humanas eran básicamente recolectoras. El Mesolítico (aproximadamente 8.000 A.C.) representó la fase final de los denominados hombres recolectores.

A partir del Neolítico el hombre evolucionó de recolector a productor de alimentos. Durante este período se desarrolló la agricultura, la cerámica, textiles y cacería; se inventaron nuevas técnicas para trabajar la tierra, se adopta el pastoreo, se descubre la metalurgia y se comienzan a establecer en aldeas y grandes pueblos. Durante el Neolítico, hace 10.000 años, el ser humano comenzó la actividad agraria, sembrando y cultivando algunas hierbas, raíces y arbustos (Zerzan 1994).

Las primeras especies cultivadas y que actualmente continúan en producción fueron el Mijo (*Panicum Miliaceum, L.*) y Sorgo (*Sorghum vulgare, L.*) en el norte de África; el Arroz (*Oryza sativa, L.*) en la India y China; y el Maíz (*Zea mays, L.*) en América. En cuanto a Europa, se extendieron los cereales de invierno: Trigo (*Triticum spp*), Cebada (*Hordeum vulgare, L.*) y Centeno (*Secale cereale, L.*), probablemente introducidas desde Asia.

En nuestro territorio la agricultura data desde la época de las tribus aborígenes. El caso típico lo representa las culturas del norte de nuestro país (Diaguitas y Matacos), en la región puneña, en la cual se sistematizaron las zonas aptas para los cultivos construyendo terrazas para aprovechar el recurso hídrico y evitar la erosión. Allí se desarrolló la mayor cantidad de especies domésticas: Maíz (*Zea mays, L.*), Quinoa (*Chenopodium quinoa, W.*), Papa (*Solanum tuberosum, L.*) y diversas legumbres. El área de agricultura Guaránica, nos ha legado una serie de cultivos que abarcaba desde las variedades autóctonas de Maíz (*Zea mays, L.*), Zapallo (*Cucurbita pepo, L.*), Algodón (*Gossypium hirsutum, L.*), porotos, Maní (*Arachis hypogaea, L.*) y Batata (*Ipomoea batatas, L.*), hasta la Mandioca (*Manihot esculenta, C.*), y la Yerba Mate (*Ilex*

paraguariensis). En los valles andinos del Neuquén, Río Negro y norte del Chubut tuvieron cabida las prácticas agrícolas Araucanas (Latanzzi 2000).

Los primeros cultivos europeos datan de la ocupación inicial del territorio, realizada por Gaboto en 1527, en la confluencia de los ríos Carcarañá y Coronda, dando lugar a la agricultura rioplatense principalmente con especies como el Trigo (*Triticum spp*) y la Cebada (*Hordeum vulgare, L.*).

Los cultivos llevados a cabo fuera de la empalizada de la primitiva Buenos Aires se multiplicaron en forma considerable hasta el momento de ordenarse el despoblamiento en 1541 (Rins y Winter 1996).

Las chacras repartidas por Garay en la fundación de Buenos Aires (1580) constituyeron una superficie sembrada de 472 hectáreas de las cuales se pudo obtener unas 472 toneladas de Trigo (*Triticum spp*), 341,2 toneladas de Cebada (*Hordeum vulgare, L.*) y 28,8 toneladas de Maíz (*Zea mays, L.*) (Cortés Conde y Gallo 1990).

Tres zonas agrícolas, con identidad propia, se distinguieron tempranamente: el cultivo del Algodón (*Gossypium hirsutum, L.*) en Tucumán y Santiago del Estero, los viñedos, cereales y algodonales de Córdoba y las viñas y trigales en Cuyo, en donde, el cultivo de la Alfalfa (*Medicago sativa, L.*) adquirió una relevante importancia (Gorostegui de Torres 1992).

A partir de 1880 se asiste a una eclosión de la agricultura. Según Petrocelli (1988) muchos fueron los factores que se conjugaron para alcanzar este estadio: a) La pacificación de la pampa húmeda, aventado a partir de ese año el peligro del malón indio, b) La propia calidad de las tierras de esa inmensa planicie, con su clima templado y sus lluvias superiores a los 600 milímetros anuales (Scobie 1968); c) La proliferación de la mano de obra agricultora, que viene en masa impresionante al país, precisamente a partir de 1880 (Armus 1983); d) El vuelco en el transporte con la aparición en la República de la tracción a vapor, por tierra con el ferrocarril, por agua, con el buque a vapor, que permite el traslado económico de cereales a Europa; e) Perfeccionamiento de instrumentos para la explotación que nuestro país comienza a importar de Europa y Estados Unidos: maquinaria agrícola, galpones, molinos, tanques australianos, tractores, etc. (Barsky y Ciafardini 1974); f) Avances en el cercado de los campos con alambrados que imposibilitaban que el ganado irrumpiera destructivamente en los sembrados. Así, el número de hectáreas sembradas

en 1875, que llegaban a 340.000, fueron en 1888 ya 2,5 millones; en 1895 5 millones; en 1905 pasaron a 12 millones; y en 1914, alcanzaron a 24 millones. Los principales cultivos fueron el Trigo (*Triticum spp*), y el Maíz (*Zea mays, L.*), cuyos precios, en general, mejoran en el mercado internacional en esta etapa. A partir de 1900 se agregan la Alfalfa (*Medicago sativa, L.*), para alimento del ganado fino, y el Lino (*Linum usitatissimum, L.*). Las exportaciones de cereales, que en 1880 cubrían el 1,4% del total, en 1890 ascendieron al 25,4%, y en 1900, el valor de las exportaciones de cereales, ya con un 50,1%, es superior al de las exportaciones ganaderas. En 1912 se alcanzó el 57,9 por ciento (Cutolo 1981).

A partir de ello, en la Argentina, se consolida la fuerte tendencia puesta de manifiesto, hacia la producción primaria. Durante los próximos ochenta años se incorporaron nuevas técnicas de cultivo, insumos y maquinaria agrícola que permitieron incrementar la superficie cultivada y en cierta forma los rendimientos, aunque muy por debajo de las potencialidades que ofrece el territorio.

Tal es así que en la actualidad, el total de la superficie sembrada en nuestro país -en la campaña 07/08- fue de 30 millones de hectáreas, habiéndose incrementado un 52% con respecto a la campaña 88/89. Del total de esa superficie, un 59% corresponde a Soja (*Glycine max, L.*), un 14,4% a Maíz (*Zea mays, L.*), un 17% a Trigo (*Triticum spp*) y un 9.5% a Girasol (*Helianthus annuus, L.*) (ACTA 2008).

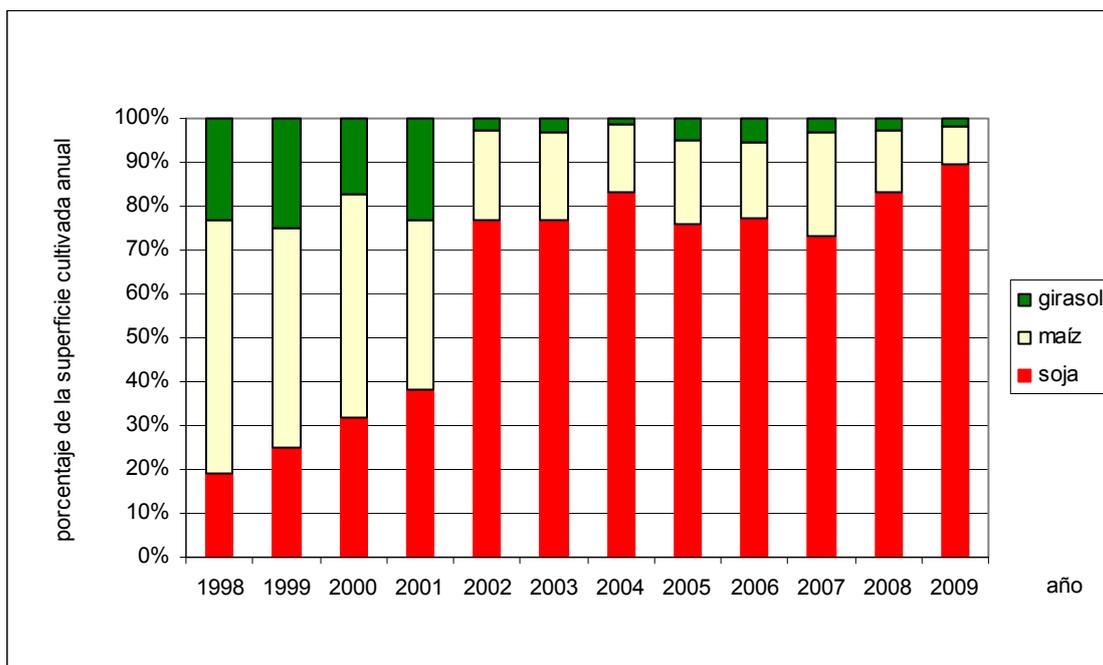
Con el propósito de mantener a los cultivos en niveles de rendimientos aceptables y alejarlo de las secuelas negativas de las plagas, se considera que los cultivos extensivos de la Pampa Húmeda reciben 3 tratamientos fitosanitarios (1 ó 2 con herbicidas ó insecticidas), y los extra pampeanos, como algodón y arroz, más del doble. La cantidad de hectáreas total potenciales de aplicación resultantes es de aproximadamente 90 millones de hectáreas por año (Leiva 2009).

La evolución operada en los sistemas productivos en los últimos 15 años se destacó por una vertiginosa adopción de siembra directa (SD), con 3 millones de hectáreas en la campaña 95/96, 15 millones en 2001/02 y 17 millones en 2008/09 (AAPRESID 2009). De la mano de la SD y desde principios de la década del 90, la Soja RR (resistente a Glifosato) revolucionó el control de

malezas del principal cultivo. En Maíz, los materiales Bt (para control del barrenador del tallo) aparecidos en 97/98, resolvieron el control de esta plaga. Ambos, biotecnología en Soja y Maíz, favorecieron un considerable y sostenido incremento de rindes de ambos cultivos (ARGENBIO 2007).

En resumen, todos los cambios acontecidos en este período indican que se ha incrementado la superficie bajo agricultura por incorporación de áreas antes consideradas marginales, con alta incidencia del monocultivo de soja en SD (gráfico 1.1.1.1.), un incremento en el uso de plaguicidas y en particular fungicidas para el cultivo de Soja. Estas modificaciones resaltan la importancia de la tecnología de aplicación como herramienta en protección vegetal, a la cual se suma el hecho de haberse reducido el número de herramientas, para el planteo en SD, a sólo 3 máquinas, sembradora, pulverizadora y cosechadora, revalorizando la participación de los pulverizadores.

Gráfico 1.1.1.1. Distribución porcentual de los principales cultivos de verano en la provincia de Buenos Aires. Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC.



1.1.2. Incidencia de las plagas agrícolas.

Es evidente que al realizar un cultivo de una sola especie en un ambiente determinado se está afectando el nivel de diversidad y se genera -o al menos se induce- a un cambio en la composición de los ecosistemas naturales, alterando el flujo de materia y energía propia de los mismos. Esto ha provocado el incremento de algunas especies más generalistas, que se denominan plagas, y que se adaptan y proliferan por la presencia de un recurso trófico abundante llamado cultivo (Abia 2008). Si se analiza más detenidamente la aparición del fenómeno plaga, existen variables que regulan sus poblaciones, entre las cuales se pueden citar el potencial biótico (capacidad reproductiva de una especie) y la resistencia del medio (factores abióticos que disminuyen la capacidad reproductiva) (Selfa y Aneto 1997). La relación entre ellas indicará la abundancia poblacional de una especie dada. Cuando la resistencia del medio disminuye, se incrementa el potencial biótico y con él la abundancia de insecto, apareciendo la plaga (Barrientos 1997).

A pesar que una plaga puede ser cualquier especie animal o vegetal, el concepto se asocia casi exclusivamente a los insectos. Esto puede deberse a que en todos los ecosistemas, incluidos los agrícolas, las cadenas tróficas que comprenden plantas verdes, insectos herbívoros e insectos parasitoides, representan aproximadamente la mitad de la biodiversidad de metazoos (Strong et al. 1984; Price et al. 1980), lo que hace de los insectos uno de los grupos zoológicos más diversos y mejor representado de nuestro planeta. Si bien dicha mayoría es relevante -desde el punto de vista agronómico- los insectos son tan perjudiciales como las malezas, moluscos, vertebrados, hongos, bacterias y virus, ya que pueden ser encuadrados dentro del siguiente concepto de plagas: “conjunto de organismos que reducen la disponibilidad, calidad ó valor de un recurso humano” (Flint y Van Der Bosch 1981).

Sin embargo, a la humanidad le demandó un muy largo tiempo comprender la naturaleza de las enfermedades de sus cultivos. En el Antiguo Testamento, en el Libro de Amós (4:9), escrito alrededor del año 750 AC, el autor entiende que las enfermedades existentes en sus cultivos son simplemente castigos divinos por los pecados de los hombres. Posteriormente los romanos, dada su afición al politeísmo, crearon dos dioses, Robigo y Robigus, varón y mujer, a quienes oraban para que la roya (*Puccinia spp*) no atacara a sus granos. Varios años

después, recién en 1667, Hooke observó por primera vez en el microscopio esporas de una roya. Pero no llegó a concluir que eran parte de un mecanismo reproductivo, sino que, probablemente influido por el pensamiento místico dominante en la época, pensó que se generaban espontáneamente. No hubieron muchos más avances en los siguientes doscientos años; sin embargo, poco después del trabajo de Hooke, algunos granjeros de Inglaterra notaron que las semillas de Trigo rescatadas de un naufragio eran menos propensas a ser atacadas por el carbón (*Tilletia spp*). Por ese motivo adoptaron la costumbre de sumergir en agua salada durante un cierto tiempo a las semillas usadas para la siembra. Pese a ello, el hecho pasó absolutamente inadvertido para la comunidad científica de la época.

Hasta ahora el registro más antiguo de una plaga lo constituye la langosta (*Flia. Acrididae*), remontándose más de dos mil años atrás -según el relato bíblico- y que es mencionada por ser la octava plaga que asoló Egipto y acabó con los cultivos, última fuente de comida que quedaba en ese momento. Si bien esta visión de una gigantesca nube de seres vivientes que arrasan con todo, se creyó fantástica y terrible durante mucho tiempo, ésta descripción no puede estar más cercana a la realidad actual, donde las plagas de langostas pueden matar (indirectamente por falta de alimentos) a millones de personas (Flint y Metcalf 1965).

En algunos casos, la aparición de pestes tomó características dramáticas. Es el caso de las grandes hambrunas de Irlanda de los años 1845 a 1849. Las características minifundistas de la tenencia de la tierra habían llevado a que el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum, L.*), la alternativa económicamente más rentable, ocupara la gran mayoría de superficie productiva. En 1845, un masivo ataque de Tizón Tardío, (*Phytophthora infestans Mont De Bary*), causó la pérdida total de la cosecha. El ataque se repitió en los años siguientes. La consecuencia inmediata fue la aparición del hambre, con la muerte de más de un millón de personas y la emigración de cerca de un millón y medio de irlandeses a diferentes destinos, principalmente a Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda. Fue, además, el detonante de la creación de la Hermandad Republicana -también llamada "Fenianos"- (primer antecedente del actual IRA) ante la falta evidente de solidaridad de Inglaterra, que gobernaba sobre Irlanda. Para darse una idea de la magnitud de la tragedia, es preciso tener en cuenta

que Irlanda contaba en ese entonces con una población de 8 millones de habitantes. Hoy, 160 años después, posee una población cercana a los 4 millones.

Entre las plagas más recientes se recuerda la de 1970, que destruyó un sexto de las cosechas norteamericanas de maíz; en 1980 fue el turno de Java, que vio sus cosechas de arroz reducidas en más de 70% por la acción de *Nilaparvata lugens* (FAO, 1996). África y Asia occidental sufren periódicamente las plagas de la langosta del desierto (*Shistocerca gregaria*), que en condiciones de humedad predisponentes, se reproduce en grandes cantidades y si se ven favorecidas por vientos tibios recorren a gran velocidad miles de kilómetros, formando nubes compuestas por más de 400 millones de insectos, cada uno de los cuales come diariamente un volumen de vegetación equivalente a su propio peso.

La FAO estima que las pérdidas en la producción agrícola mundial causadas por diferentes plagas fluctúan entre 20% y 40%, y que por lo menos 10% de las cosechas es destruido por roedores e insectos en sus lugares de almacenamiento. Su magnitud varía de región a región, de año en año, y según el tipo de cultivo y el tipo de plaga como factor causal. Así, por ejemplo, en el Arroz (*Oryza sativa*, L.) las pérdidas se calculan en 46%. De este porcentaje, el 58% se debe a insectos y el resto a enfermedades y malezas. En Trigo (*Triticum spp*), las pérdidas alcanzan 23.9%, siendo 41% imputable a malezas y 20% a insectos. En el caso de la Soja (*Glycine max*, L.), cuyas pérdidas alcanzan 29.1%, 46% se debe a malezas y 15% a insectos. En cambio, en los cultivos de Papa (*Solanum tuberosum*, L.), en los que las pérdidas ascienden a 32.3%, éstas se imputan en 67% a enfermedades y en 33% a malezas e insectos (National Research Council 1977). Según el mismo organismo, los productores mundiales de papas gastan aproximadamente 1.600 millones de dólares para combatir el hongo que causó el desastre de las cosechas de Papa (*Solanum tuberosum*, L.), y la consiguiente famosa hambruna de Irlanda en 1840.

Sólo las enfermedades implican pérdidas calculadas en 90 mil millones de dólares, concentradas en las frutas y legumbres, los cultivos de Café (*Coffea spp.*), Té (*Camellia sinensis* L.) y el Arroz (*Oryza sativa*, L.); si bien en términos de volumen las mayores pérdidas ocurren en el cultivo de papas, 21% de la

producción potencial, la Caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) y la Remolacha (*Beta vulgaris L.*), las frutas y las legumbres.

La magnitud de las plagas varía entre regiones, en particular entre templadas y tropicales o subtropicales. Se ha señalado que un cultivo en los países en desarrollo compite al menos con 10 a 50 variedades diferentes de malezas (Chou y Harmon 1979).

Las mayores pérdidas se registran en Asia y África, alcanzando 43.3% y 41.6% del valor potencial de sus respectivos cultivos. Las menores pérdidas se dan en Europa, donde ascienden al 26% del valor potencial de los cultivos. Las mayores causas son las plagas de insectos, con 11.3% seguidos por las malezas con un 9.7%. Los tipos dominantes de plaga también varían de región en región y dependen del cultivo dominante y por supuesto de las variables climáticas. En África, las malezas son la principal causa de pérdidas, mientras que las enfermedades son una amenaza constante para el Sorgo, el Maíz y la Soja en América Latina. Los insectos causan las mayores pérdidas en el Arroz y el Maní (*Arachis hypogaea L.*), dominantes en Asia. Obviamente, esto no implica que la mayor exposición a una plaga evite la vulnerabilidad a otras. Así, las malezas son también un factor limitante importante en el cultivo de Arroz, mientras que las enfermedades son un riesgo permanente para la Soja (Bifani 1987).

Según Pimentel et al (1998), en los Estados Unidos las pérdidas totales en cultivos asociadas a malezas ascienden a 35.000 millones de dólares, mientras que los insectos generan mermas económicas que rondan los 20.000 millones de dólares.

La agricultura constituye un sector vital en cualquier economía, ya que representa la fuente fundamental de alimentos para el hombre. Esta debería ser la principal causa de la primacía sobre los restantes sectores que operan en la economía de un país. Una buena parte de las economías en el mundo subsidian el sector agropecuario, o algunas de sus producciones; las características de la producción en este tipo de sector lo clasifican entre los más perjudicados por las afectaciones del clima y del ambiente, por lo que en el orden de la economía, el sector agropecuario es un sector inestable, sujeto en ocasiones a gastos impredecibles que se agudizan en momentos de

contingencias, los riesgos forman parte cotidiana del desarrollo del sector y los productos que el mismo oferta. (Trujillo Rodríguez y Marrero Martínez 2008)

El riesgo ha sido siempre parte de la agricultura. Los riesgos biológicos, dentro de los cuales se ubican las plagas, tienen una influencia directa sobre los productos que oferta el sector agrícola, generando la pérdida de una importante cantidad de productos que podrían ofertarse a la población y alivianar los problemas de seguridad alimentaría que aquejan a múltiples poblaciones en el mundo.

1.1.3. Rol de los agroquímicos.

El uso de algunas sustancias químicas como método de control de plagas data de la antigüedad; en el 2500 a.C., los sumerios usaban compuestos de azufre para controlar insectos, los chinos usaban el mercurio, y tanto Aristóteles en la antigua Grecia como Catón en Roma describen formas de pulverización a base de azufre. Los papiros de origen Egipcio, aproximadamente 3000 a. C., documentan la utilización de diversas soluciones de cobre para el control de hongos en cebada y el uso de soluciones acuosas de compuestos arsenicales para el control de la langosta (Rindos 1987).

Sin embargo, el uso amplio de pesticidas se inició recién en el siglo XVIII con base en extractos de piretrum, sustancias obtenidas de los pétalos del Crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis.), compuestos de cobre y arsénico, o compuestos de arsénico y plomo. A comienzos de este siglo el azufre, el cobre y determinados venenos como la nicotina y el arsénico eran de uso habitual en los cultivos de alto valor comercial: frutas, flores, plantas de invernaderos, etc. En 1802, en Francia, se pudo observar la germinación de una espina bajo el microscopio y se notó que, si se agregaba una gota de sulfato de cobre, dicha germinación no se producía. Comenzaba a nacer la era del control químico de las plagas (Boulaine 1989).

A partir de la década del 30, se da inicio a la era moderna de plaguicidas orgánicos obtenidos sintéticamente. Entre las principales moléculas desarrolladas se encuentran los tiocianatos de alquilo, óxido etileno, bromuro de metilo, naftaleno y diclorobenceno. La segunda generación se la puede ubicar cercana al año 1939, en donde se descubren las propiedades insecticidas del DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) y comienza la síntesis de hidrocarburos clorados: HCH (Ciclohexano, 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexacloro), y Ciclodienos.

El gran salto en el uso de compuestos químicos ocurrió con la segunda guerra mundial; tanto es así que en la inmediata postguerra se usaban en forma masiva compuestos organoclorados (DDT, lindano y dieldin). En esta década Alemania comienza la síntesis de insecticidas organofosforados, mientras que Inglaterra produce los primeros herbicidas fenoxiacéticos (2, 4 D; 2, 4, 5 T). Durante el transcurso de los años posteriores, en los '50 y '60, se obtuvo el

grupo de los carbamatos, el insecticida Malation (organofosforado) y varios fungicidas. La adopción masiva de los principios activos para controlar plagas se ve reflejada en el consumo de los productores norteamericanos, habiéndose multiplicado por un factor de 32 entre 1950 y 1970 y contando con más de 32000 productos con mil ingredientes activos registrados. En 1970 el Doctor John Franz, investigador del laboratorio Monsanto, descubrió que un componente químico tenía la propiedad de detener el crecimiento de las plantas, el que más tarde se conocería como Glifosato (Monsanto 2007). Se introducen gran variedad de familias de organofosforados y carbamatos, ambos neurotóxicos, así como fungicidas, herbicidas y otros plaguicidas (Nebel y Wright 1996).

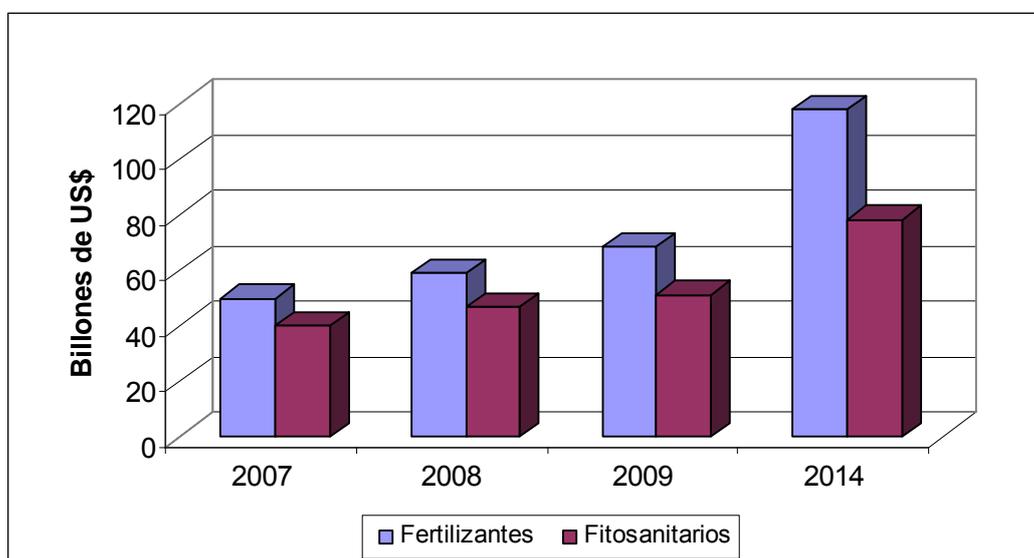
Todo parecía indicar que con las moléculas descubiertas se contaba con la solución definitiva para las plagas que diezaban los cultivos; sin embargo, un libro escrito por Rachel Carson (*Primavera Silenciosa*) publicado en 1962 advertía de los efectos perjudiciales de los pesticidas para la salud humana y el ambiente. A partir de este momento se genera una preocupación, quizá desmesurada, por los indeseables efectos toxicológicos de los principios activos, forzando en cierto modo, a las compañías químicas a orientar sus investigaciones hacia productos de menor agresividad. Es entonces que tiene lugar la tercera generación de plaguicidas, donde los primeros insecticidas no neurotóxicos juegan un rol primario a través de los reguladores de crecimiento conocidos como IGR's. Más recientemente los principios activos basados en la modificación del comportamiento de los insectos como antialimentarios y feromonas, las endotoxinas proteicas de origen microbiano, la copia de productos naturales (ivermectina, imidacloprid, etc.) y el empleo de ciertos aceites esenciales (limoneno, eugenol, etc), entre otros, conforman la cuarta generación de productos destinados al control de plagas, en donde la alta selectividad y la rápida degradación ambiental constituyen sus principales ventajas comparativas.

Dentro de la cadena de producción de agroalimentos el manejo integrado de plagas juega un rol preponderante, ya que asegura una cantidad y calidad económicamente aceptable del producto en cuestión (Kihm 2005). Si bien dentro de este coexisten diferentes prácticas para mantener a las adversidades

biológicas por debajo del umbral económico, la de mayor empleo hasta el momento se basa en el control químico (Molinari 2005).

Dicha aseveración se encuentra reflejada por el constante incremento del mercado mundial de agroquímicos (gráfico 1.1.3.1.): de los 40 billones de dólares en el año 2007 se alcanzó a 46,7 billones de dólares en el 2009 con una proyección para el año 2014 cercana a los ochenta billones (BCC Research 2010).

Gráfico 1.1.3.1. Mercado mundial de agroquímicos. Fuente: elaboración propia en base a datos de BCC Research (2010).



A nivel local el uso de fitosanitarios tiene una evolución extraordinariamente vertiginosa, alcanzando los 225 millones de kg/lt en la campaña 07/08 en comparación a los 40 millones en 91/92 (gráfico 1.1.3.2.). Esto significa un aumento de 5,6 veces en 16 años, representando un valor total cercano a los mil ochocientos millones de dólares (gráfico 1.1.3.3.) (CASAFE 2009).

Gráfico 1.1.3.2. Evolución del mercado argentino de fitosanitarios por cantidad de producto. Fuente CASAFE (2009).

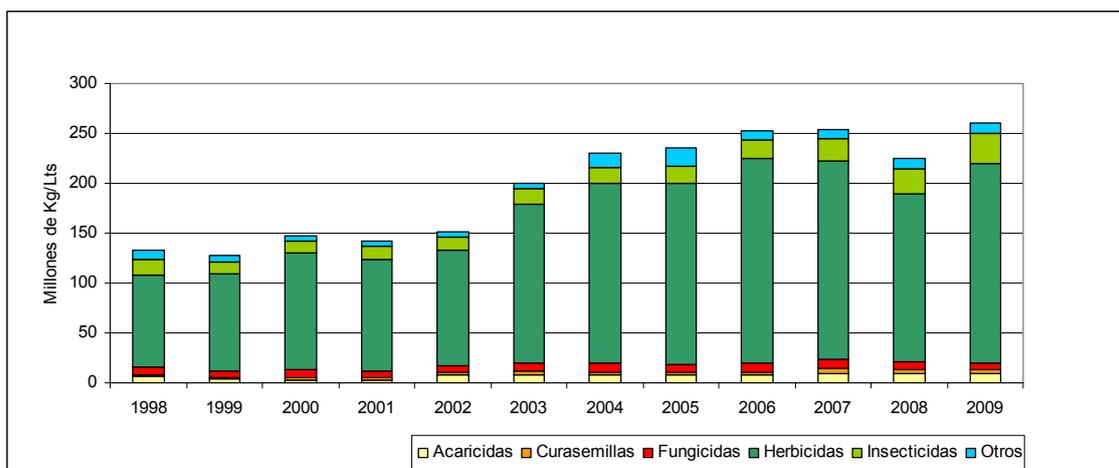
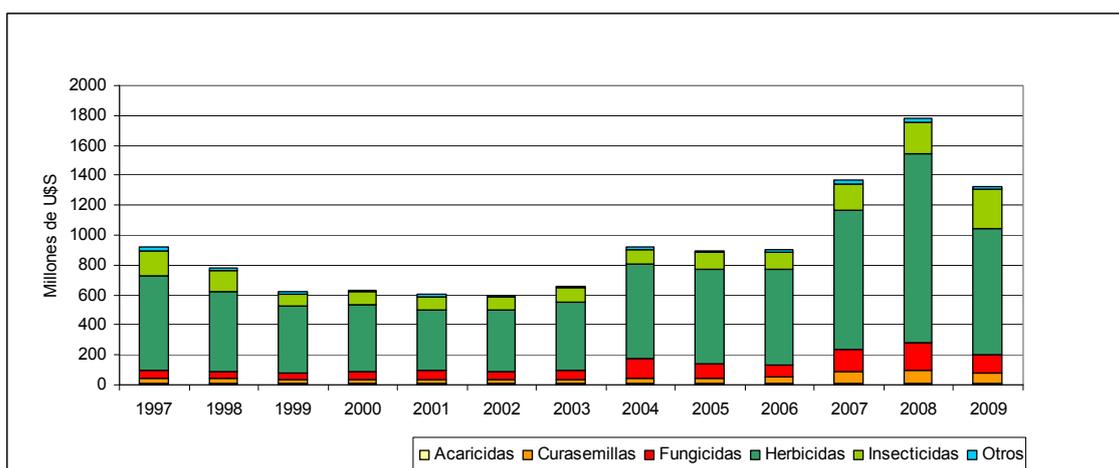


Gráfico 1.1.3.3. Evolución del mercado argentino de fitosanitarios por valor de los productos. Fuente CASAFE (2009).

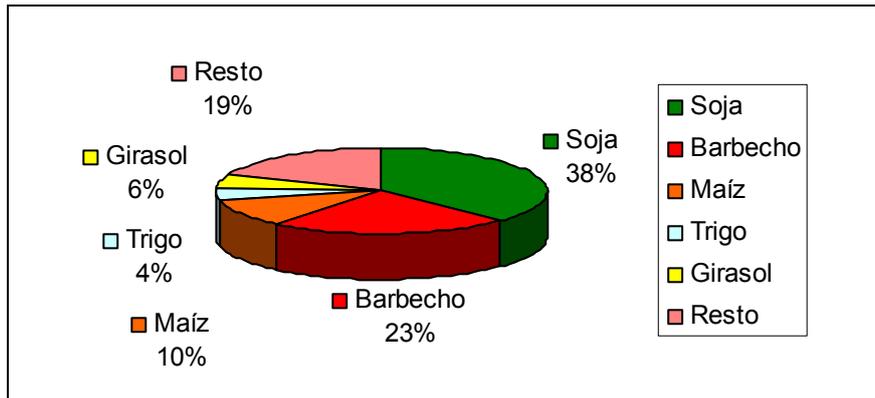


Tal como puede observarse en el gráfico 1.1.3.2, la mayor proporción de productos fitosanitarios es ocupada por los herbicidas (aproximadamente un 70 % considerando los dos últimos años). Esta distribución es consecuencia de la implementación y alta adopción de la siembra directa, en donde la etapa de acumulación de agua y nutrientes en el suelo, previo a la siembra (barbecho), se realiza sin roturar el perfil eliminando por medios químicos a las especies vegetales.

La Argentina posee una amplia diversidad de especies cultivadas, comercializando productos dentro de las más diversas cadenas. Entre ellas se puede mencionar las hortícolas, frutales, forestales, florales, textiles y oleaginosas, entre otras. Pese a esta diversidad, la mayor parte de los productos fitosanitarios (aproximadamente el 81 %) se concentra en los

denominados cultivos típicos extensivos (gráfico 1.1.3.4.). En todos ellos la distribución de los plaguicidas se realiza por medio de pulverizadores hidráulicos, en donde la aplicación terrestre con equipos de botalón concentra la gran mayoría de los tratamientos efectuados.

Gráfico 1.1.3.4. Distribución de agroquímicos por cultivo. Fuente: Elaboración propia en base a CASAFE (2009).



1.1.4. Técnicas de distribución de plaguicidas.

Desde que el hombre pasó de recolector a productor de alimentos, se produjo una evolución en un gran número de aspectos entre los cuales cabe mencionar los acontecidos en torno a la mecanización agrícola. El primer avance fundamental se dio el día en que el hombre que removía la tierra golpeándola con una herramienta tipo azada decidió avanzar con ella introducida en el suelo venciendo la resistencia natural del mismo. Nació así el arado en un tiempo indeterminado de la prehistoria. Esa primera máquina y las pocas que en muchos siglos después se diseñaron para trabajar la tierra, estaban accionadas mediante la tracción a sangre, ya fuera la del hombre o de los animales de tiro. El siguiente paso decisivo, que libra al hombre de la necesidad de contar con fuerza muscular para trabajar el campo, se dio al aplicar a la agricultura la energía generada por motores que consumen combustibles. La construcción del primer tractor con motor de combustión interna, debida al estadounidense John Froelich en 1892 (figura 1.1.4.1.), marca el inicio de la actual tractorización, proceso que puede ser considerado como el inicio del siglo XX en maquinaria agrícola (Ruiz Altisent y Gil Sierra 2000).



Figura 1.1.4.1. Réplica del primer tractor agrícola construido por Froelich.

Algunos años antes, en 1887, Denis Gobet pone a punto su primer pulverizador de mochila con émbolo, el “Excelsior Gobet” para tratar el mildiú de la vid (*Plasmopara viticola*) en la región francesa de Beaujolais (figura 1.1.4.2.).



Figura 1.1.4.2. Equipo pulverizador manual (mochila) de 1887.

Sesenta años más tarde se comienza con el desarrollo de los primeros equipos pulverizadores de botalón, coincidente con el auge en la adopción de productos fitosanitarios, provenientes en su mayoría del viejo continente. En nuestro país los primeros equipos montados en el enganche de tres puntos del tractor datan de 1960 (Bragachini 2009). Recién en el año 1974 la empresa PLA lanza al mercado la primera serie de equipos autopropulsados. En la actualidad, el parque nacional de máquinas terrestres asciende a 30.000 unidades (CAFMA 2009) de las cuales el 40 % son autopropulsadas (gráfico 1.1.4.1.). En este último segmento, la industria nacional interviene en el mercado con un 85 % de las máquinas comercializadas (gráfico 1.1.4.2.).

Gráfico 1.1.4.1. Mercado Argentino de máquinas pulverizadoras. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Bragachini. (2009)

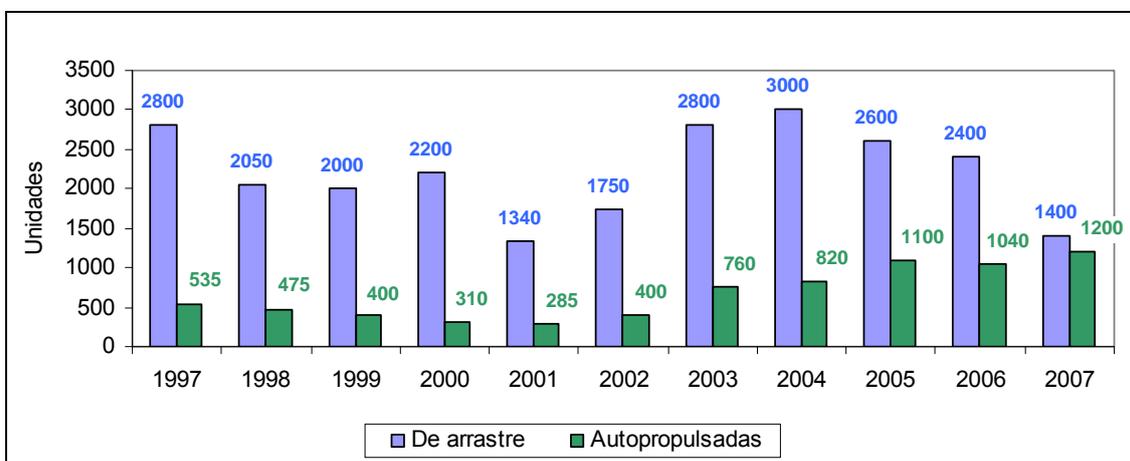


Gráfico 1.1.4.2. Distribución del mercado de equipos pulverizadores autopropulsados. En rojo fabricación nacional (85 %), en verde importadas (15 %). Fuente: Elaboración propia en base a datos del INTA-Precop. (2008)



De la observación del gráfico 1.1.4.1. se desprende que el número de equipos autopropulsados se ha ido incrementado, con respecto a los de arrastre, en los últimos años. Esta tendencia obedece a la tercerización de la labor de pulverización, en donde la figura del “contratista” cobra mayor fuerza y por lo tanto requiere de maquinaria con gran capacidad de trabajo y alta velocidad de traslado que le permitan captar nuevos “clientes”.

En la práctica de control se identifican claramente tres aspectos fundamentales: el objetivo a controlar, el agroquímico utilizado y los elementos o medios con que se distribuye el plaguicida. Estos se vinculan a través de la técnica de aplicación, entendiéndose como tal a aquellos conocimientos en la materia y al uso de las herramientas disponibles. La adecuada combinación de ambos, conocimientos y herramientas, permite lograr el éxito del tratamiento. Estos componentes son imprescindibles y necesarios; un error o limitación solamente en alguno de ellos traerá aparejado consecuencias negativas.

En el contexto actual, quizás no sea posible retrotraerse a planteos productivos que utilizan bajos niveles de insumos y obtienen menores rendimientos, pero tampoco resulta racional continuar con un uso inadecuado de aquellos que conlleven a la obtención de alimentos a costa de la degradación irreversible de los agroecosistemas.

Surge entonces la necesidad de emplear la tecnología que resulte apropiada a fin de optimizar la utilización de los recursos disponibles para la producción. En el caso específico de la terapia química, el aumento en la eficiencia de

aplicación de los plaguicidas implica reducir las dosis y la cantidad de tratamientos, minimizando los indeseables efectos colaterales. Para alcanzar dicho incremento de eficiencia debe disponerse, de técnicas de aplicación probadas y adaptadas a nuestras condiciones productivas, de operarios y responsables, involucrados en este proceso, con los conocimientos necesarios para alcanzar tal objetivo y de un parque de pulverizadoras que resulte un medio válido para llevar a cabo los tratamientos.

El objetivo del proceso de distribución de agroquímicos radica en depositar, con la mayor eficiencia posible, el plaguicida sobre las áreas "objetivo" ocupadas por las plagas. Las gotas producidas durante la aspersion, constituyen el medio utilizado para depositarlos en dicho objetivo. La pulverización hidráulica, que es la forma de mayor adopción de distribución de plaguicidas, utiliza la energía de flujo de la vena líquida que transporta los diferentes productos, para la formación de gotas de distintos tamaños. La atomización es una etapa crítica en la aplicación de los agroquímicos (Giles 1988) y constituye un fenómeno físico complejo que aún no ha sido completamente dilucidado. En forma empírica se ha comprobado que la desintegración de la vena líquida se encuentra influenciada por propiedades del fluido tales como la viscosidad, la tensión superficial y la densidad (Sidahmed 1996). La cantidad y tamaño de gotas obtenidas es conocido como espectro de distribución. Éste resulta ideal cuando permite controlar la plaga en cuestión con la mínima cantidad de producto, preservando la seguridad de las personas y el ambiente. Es entonces que los diámetros de gotas mayores no logran la misma uniformidad que las de menor diámetro, perdiendo efectividad (Smith et al. 2000). Sin embargo, aquellos tamaños inferiores a los 100 micrones son susceptibles a no alcanzar el objetivo por diversos factores. La mayoría de los estudios coinciden en determinar un rango óptimo de tamaño de gota el cual abarca diámetros comprendidos entre los 100 y 300 micrones.

Todas las gotas que no alcancen el objetivo o no queden retenidas en él, constituyen una pérdida del fitoterápico aplicado y una consecuente reducción de la eficiencia de la pulverización, dando lugar a un proceso conocido como deriva. En términos generales se la puede definir como el movimiento o traslado del pesticida, durante o después de la aplicación, a un sitio diferente del elegido como blanco u objetivo (Ozkan y Derksen 1998). Entre los

principales factores que la generan se pueden citar el tipo de equipo pulverizador (Ware et al. 1970) y los parámetros de aplicación seleccionados (Stewart y Gratkowski 1976; Smith et al. 1981), las propiedades físicas del producto y su formulación (Goering y Butler 1974; Bouse y Merkle 1975; Yates et al. 1976a; Yates et al. 1976b) y las condiciones meteorológicas (Yates et al. 1966; Threadgill y Smith 1975; Picot et al. 1986).

La selección del volumen del líquido en que se debe aplicar un pesticida, normalmente queda a criterio del usuario. En la práctica se usa el mismo caudal de campo contra una amplia diversidad de plagas y usualmente es determinado por la descarga que posee el equipo pulverizador.

En aplicaciones de alto volumen, el objetivo es cubrir completamente toda el área y con tanta rapidez como sea posible. Se presta poca o ninguna atención al espectro de pulverización, de tal manera que en el transcurso de los años se ha empleado una gran diversidad de pastillas pulverizadoras, las cuales producen una amplia gama de tamaños de gotas.

Al asperjar toda el área de un cultivo, muchas gotas pueden caer entre el follaje y en especial en el espacio que queda entre los surcos. Las que impactan sobre las hojas, pueden coalescer a tal grado que no permanecen retenidas y el líquido excedente gotea a las hojas inferiores y de allí al suelo, proceso conocido como endoderiva. Las propiedades físicas y químicas que definen la fórmula de aspersión afectará la retención de ésta, pero el escurrimiento puede iniciarse cuando se han aplicado tan poco como 100 L/ha a un cultivo ralo y con follaje escaso (Johnstone 1973). Bajo estas condiciones y durante la realización del tratamiento, puede perderse en el suelo hasta un tercio de la sustancia aplicada al cultivo, especialmente en aquellos de follaje denso en donde se busca colocar el producto en las hojas basales a fuerza de incrementar los volúmenes de aplicación. Algunas estimaciones sugieren que finalmente, es posible que hasta un 80% del total del pesticida utilizado llegue al suelo (Courshee 1960). La contaminación del suelo por esos medios ha causado cambios de importancia en las poblaciones de los organismos no-objetivos. Después de aplicaciones de benomyl en aspersiones de alto volumen, el número de lombrices del suelo se redujo en un 60% (Cooke et al. 1974).

Como se mencionara anteriormente, está comprobado que gotas menores a 100 micrones presentan alta probabilidad de ser arrastradas por el viento o evaporarse antes de alcanzar el objetivo, lo cual depende de la altura de descarga y de las condiciones climáticas (velocidad del viento, humedad relativa y temperatura). Ambas situaciones, arrastre y/o evaporación, son contempladas dentro del fenómeno denominado exoderiva (Planas de Martí 1992; Doble et al. 1985; Miller y Hadfield 1989).

Este proceso de transporte genera graves consecuencias: mermas en el rendimiento del cultivo; repetición de tratamientos; inducción a la resistencia por parte de los organismos a controlar; daños a cultivos sensibles; daños directos a personas y animales por exposición a la deriva e indirectos por consumo de alimentos contaminados; rechazos de productos en los mercados por presencia de residuos; demarcación de zonas de exclusión basadas en la alta presión urbana; litigios judiciales, etcétera. (Matthews 1985; Gil Moya 1993, Thronhill et al. 1995, 1996; Marrs et al. 1993).

La exoderiva es un problema complejo, sobre el cual se han realizado investigaciones dirigidas a comprenderla (Courshee 1959; Salyani y Cromwell 1992; Bogliani y Masiá 1994) y también a tratar de controlarla o mitigarla (Piggott y Matthews 1999). Se reconoce la velocidad del viento y el tamaño de gota de la pulverización como factores clave que influyen sobre la misma. Con el fin de mantenerse dentro de un nivel aceptable de deriva se han introducido diversas mejoras tecnológicas al equipo de aplicación, entre las cuales se pueden citar el uso de pantallas protectoras del botalón (Smith et al. 1982), equipos con aplicaciones electroestáticas (Threadgill 1973), con túnel de viento (Maybank et al. 1979) y pastillas especiales (Mc Cracken et al. 1998). En particular a estas últimas se ha actuado modificando su diseño de tal manera que el proceso de formación de gotas pueda orientarse hacia un rango de tamaños prefijado. Las primeras modificaciones dieron como resultado las denominadas de rango extendido en las cuales, por medio de una cámara de sección ovoidal, se logró conseguir un tamaño mayor que las estándar a bajas presiones de trabajo (tamaño Mediano según BCPC, 1985) y manteniendo el ángulo de aspersion. A posterior tuvieron lugar las de baja deriva convencional o de pre orificio, el cual restringe el paso de la vena líquida logrando un aumento en su velocidad y produciendo gotas gruesas. Recientemente se han

introducido en el mercado las denominadas pastillas de baja deriva con inducción de aire (figura 1.1.4.5.). Estas funcionan aspirando aire atmosférico, gracias a un tubo Venturi incorporado a su cuerpo, a través de un orificio o ranura calibrada, introduciendo burbujas de aire en las gotas producidas dentro de la cámara de mezclado. Estas gotas alcanzan un tamaño de hasta 800 micrones, clasificadas como muy gruesas según el Consejo Británico de Protección de Cultivos (BCPC) en concordancia con la norma S572-1 de ASAE, y al chocar con el objetivo de pulverización estallan, liberando pequeñas gotas contenidas en su interior, denominadas “satélites” (Onorato y Tesouro 2004).

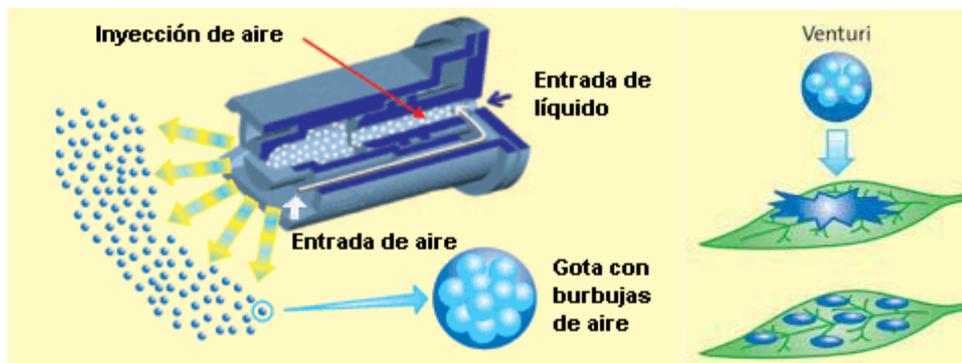


Figura 1.1.4.3. Vista en corte de una pastilla asistida por aire. Fuente: <http://www.agrotop.com/?contentid=1&keyid=1&lang=en&navid=2&subkeyid=2>

Si bien la gran mayoría de las pastillas con inducción de aire presentan el mismo principio de funcionamiento, los distintos fabricantes poseen diseños particulares, que, en algunos casos, pueden afectar el normal funcionamiento de las mismas. Así lo reflejan Butler Ellis et al (2002) al analizar unidades pertenecientes a la firma Spraying Systems, en donde observaron que algunas configuraciones de diseño pueden producir inestabilidades en el ángulo de pulverización, en el tamaño de las gotas e inclusive en el caudal. Dichas modificaciones revisten cierta importancia desde el diseño industrial, pero a fines de uso, las mismas se encuentran dentro de las tolerancias estipuladas en la norma ISO 5682/1 (1993) para pastillas nuevas y muy por debajo del límite práctico fijado para pastillas con desgaste (Ozkan et al. 1991; Ozkan y Reichard 1993; Jayanthi et al. 1998). El desenvolvimiento, a nivel de reducción de la exoderiva, de las boquillas con inducción de aire comparadas con otros

modelos (convencionales y de pre orificio) resulta superlativo. En trabajos conducidos en túnel de viento, Nuyttens et al (2009), concluyen que las boquillas con inducción de aire no fueron afectadas por el fenómeno de exoderiva en caudales mayores a $1,2 \text{ lts.min}^{-1}$ logrando un mejor comportamiento que las de pre orificio y muy superiores a las pastillas convencionales. Esto se fundamenta por el rango de tamaños de gota que producen, el cual se ubica entre los 350 y 700 micrones para un modelo de abanico plano de 110 grados de angulación y un caudal de $1200 \text{ cm}^3.\text{min}^{-1}$ (Nuyttens et al 2007).

También se ha actuado sobre las propiedades físicas del caldo de pulverización, debido a que ésta es una forma de modificar el espectro de distribución y entonces mejorar el proceso de deposición del fitosanitario. El uso de coadyuvantes que permita incrementar el tamaño de las gotas y reducir la evaporación fue documentado por varios autores. Entre ellos se pueden citar a Ware et al. (1970); Bode et al. (1976) y Yates et al. (1976). En un sentido más amplio, se denomina coadyuvante a aquella sustancia que al ser agregada a un pesticida, mejora su eficacia (Riverside 1998). Existe una amplia gama de productos que pueden ser encuadrados dentro de este concepto, entre los cuales se puede mencionar a los tensioactivos, penetrantes, adherentes, correctores de agua, antiderivantes, compatibilizantes, limpiadores, colorantes, antiespumantes, etc. De hecho, el rendimiento de las pastillas pulverizadoras puede ser sustancialmente modificado a causa de los coadyuvantes (Miller et al. 1997). La interacción entre las propiedades físicas de la mezcla de pulverización y las particularidades de la aspersion, ha sido documentada por Miller y Butler Ellis (2000) y Fietsam et al (2004) en donde los autores concluyen que el diseño de las pastillas reviste una importancia superlativa con mayor énfasis en aquellas que poseen inducción de aire.

Desafortunadamente, la información relacionada con el rendimiento de estos es limitada y contradictoria. Los resultados de un estudio realizado por Bouse et al (1988) indican que el efecto en el tamaño de las gotas depende del tipo de polímero. Por ejemplo, los polímeros de vinilo y poliacrilamida se mostraron más eficientes que el epóxido de alquilo lineal o copolímeros de poliamida, en el aumento del diámetro volumétrico medio. En términos generales dichos polímeros, en su estructura química, poseen cadenas largas con elevado peso

molecular presentando cierta fragilidad frente a procesos físicos alterando las propiedades conferidas a la mezcla de pulverización (Kirk 2003). Los resultados obtenidos por Zhu et al (1997) indican que, considerando las rupturas en las cadenas, el mayor incremento en el tamaño de las gotas se logró al emplear goma xantica, seguido por el grupo de las poliacrilamidas y por último el óxido de etileno.

Investigadores de la Universidad Estatal de Ohio, EEUU, han puesto a prueba cinco productos químicos reductores de la deriva para determinar sus efectos en el tamaño de las gotas, en las características de la distribución y sobre la reducción de la exoderiva generada en laboratorio (túnel de viento) (Ozkan et al. 1992). Se pudo determinar que la adición de estos productos generó un corrimiento del espectro de distribución de gotas hacia los diámetros mayores, disminuyendo el proceso de formación de aquellas con tamaños inferiores a los 100 micrones, siendo las que presentan mayor susceptibilidad a ser arrastradas por el viento (exoderiva), pero en magnitudes variables. El grupo compuesto por tres poliacrilamidas obtuvo los mayores tamaños (en una categoría de 283 a 332 micrones) respecto del testigo, constituido por agua solamente (204 micrones) y disminuyendo la formación de gotas por debajo de los 200 micrones en un rango del 56 al 63 %. Los aditivos del grupo de surfactantes no iónicos generaron reducciones que oscilaron entre el 35 y 23 %.

Dentro de las investigaciones conducidas en túnel de viento resultan interesantes aquellas en las cuales el testigo estaba conformado con diluciones de productos químicos, con actividad biocida, en diferentes formulaciones. Es así que Sanderson et al (1997) trabajaron con tres tipos de formulados (concentrado emulsionable, gránulos dispersables y líquido floable) a los cuales le adicionaron un surfactante no iónico y un aceite vegetal. Los diámetros de las gotas resultantes de las diferentes combinaciones resultaron mayores con la formulación líquido floable (236 micrones), seguidas por los gránulos dispersables (218 micrones) y por último el concentrado emulsionable (177 micrones). El agregado del aceite vegetal no modificó, estadísticamente, los tamaños de las gotas (238, 220 y 177 micrones respectivamente), evidenciando que su efecto fue enmascarado por las propiedades de los formulados utilizados. Más recientemente Stainier et al (2006) evaluaron el

efecto de cuatro coadyuvantes sobre dos formulaciones (suspensión concentrada y concentrado emulsionable) aplicados con pastillas de abanico plano con inducción de aire (120 grados de ángulo y $0,8 \text{ lts}\cdot\text{min}^{-1}$ de caudal). Los resultados muestran que los mayores diámetros corresponden al empleo de la suspensión concentrada, seguido por el agua sola y finalmente el concentrado emulsionable (527, 470 y 457 micrones respectivamente). El empleo del coadyuvante incrementó sustancialmente el tamaño de las gotas con agua, pero tuvo el efecto contrario cuando se lo adicionó a las formulaciones estudiadas, marcando una dependencia en relación a estas.

Los análisis de laboratorio en túnel de viento han arrojado resultados contundentes a cerca de la importancia del tamaño de gota y su relación con la deriva ejercida por acción del viento. Los mismos tienen correlación directa con las mediciones de exoderiva realizadas a campo. Phillips y Miller (1999) compararon los valores obtenidos en laboratorio y a campo. Los resultados de este estudio indican que los experimentos en túnel de viento pueden reproducir adecuadamente las mediciones de campo del volumen de pulverización arrastrado por el viento. La correspondencia entre ambos métodos también quedó reflejada por Wicke et al (1999) encontrando una respuesta positiva al uso de pastillas asistidas por aire, caracterizadas en laboratorio a nivel de diámetro volumétrico medio, y el depósito de producto, medido a campo, obtenido en diferentes zonas del cuerpo de un operador de equipos de pulverización. Los mayores diámetros representaron la menor cantidad de producto depositado, disminuyendo el nivel de exposición del operador.

Sin embargo cuando se estudió la influencia de diversos aditivos sobre otras características del espectro de pulverización, el tamaño de las gotas no tuvo un comportamiento definido. Al evaluar el porcentaje de cobertura obtenido con pastillas de abanico plano y diferentes aditivos de uso agrícola se pudo observar que la totalidad de los adyuvantes empleados lograron una mayor cobertura en relación al testigo (agua), hecho que no pudo relacionarse con el tamaño de las gotas, mensurado a través del diámetro volumétrico medio, ya que se obtuvieron valores de cobertura semejantes con muy diferentes diámetros de gotas (Downer et al. 1995; Holloway et al. 2000). La información vuelve a ser contradictoria. Existen numerosos casos documentados que el agregado de agentes reductores de la deriva ha mejorado la efectividad de

ciertos herbicidas (Jensen 1999; Bunting y Sprague 2001; Fietsam 2003) y en otros se observó un efecto contrario, disminuyendo la actividad biocida del producto (Elliott y Wilson 1983; Hanks 1995; Johnson et al. 2001).

Debido a que la utilización de estos aditivos se ha incrementado notablemente en los últimos tiempos, resulta de interés evaluar las características físicas que estas sustancias le confieren al caldo de pulverización y las posibles variaciones que pueden presentarse en el espectro de distribución de los diferentes modelos de pastillas.

1.2. Hipótesis y Objetivos.

El presente trabajo tiene como hipótesis básica que el uso de pastillas de abanico plano con inducción de aire generan, dentro de su espectro, un mayor porcentaje de gotas gruesas que escapan a la acción del viento (exoderiva) en las pulverizaciones agrícolas terrestres de botalón.

Las hipótesis específicas son:

1. Las diferentes concentraciones del agente reductor de la deriva (ARD) generan modificaciones en el caudal real de las pastillas de abanico plano inducidas por aire.
2. Las diferentes concentraciones del ARD generan modificaciones en el porcentaje de deriva, ejercida por acción del viento (exoderiva).

El objetivo general del trabajo es evaluar, a nivel de laboratorio en túnel de viento, el efecto de tres concentraciones de un ARD sobre cinco pastillas de abanico plano con inducción de aire.

Los objetivos específicos son:

1. Verificar el efecto de las concentraciones del ARD sobre el caudal sin la presencia de viento.
2. Verificar el efecto de las concentraciones del ARD sobre el porcentaje de deriva, ejercida por acción del viento (exoderiva).

2. Materiales y métodos.

Las determinaciones fueron realizadas en su totalidad en el Laboratorio de Protección de Cultivos emplazado en el Instituto de Ingeniería Rural (IIR) del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

El banco de distribución de picos pulverizadores (pastillas) utilizado en el presente trabajo está construido en perfiles de aluminio bajo la norma ISO 5682/1 con 60 canaletas las cuales totalizan 3,0 metros de ancho e igual medida para el largo. Sobre él y a 1,5 metros del extremo posterior, perpendicular a las canaletas, se encuentra colocado un túnel de viento de 1,0 metro de alto, 1,53 metros de ancho y 8,0 metros de largo, equipado con una turbina que, trabajando a la succión, permite obtener velocidades del viento del orden de $4,8 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$, con una turbulencia media del 4 %.

Dentro del túnel, centrado sobre el plano vertical y a 0,85 metros del borde de barlovento del banco de distribución, se encuentra ubicado un porta pico con sistema antigoteo, en el cual se pueden intercambiar pastillas, regular su posición respecto de la dirección del viento y modificar la altura de la descarga. La pulverización hidráulica se efectúa por medio de una bomba positiva de pistón membrana marca "Udor" modelo "Kappa 30" con una capacidad de $34,5 \text{ lts}\cdot\text{min}^{-1}$ a una presión máxima de 400 kPa. El sistema de regulación de caudal está conformado por un conjunto marca "Arag" con cinco cortes por sección eléctricos, modelo 464550, con un flujo máximo de $250 \text{ lts}\cdot\text{min}^{-1}$ y 200 kPa de presión. El indicador de presión es un manómetro de 60 milímetros de cuadrante en baño de glicerina con escala diferencial de 1 a 5 bar y fondo de escala de 25 bar, testado en el IIR (figura 2.1.).



Figura 2.1. Vista parcial del comando de pulverización y probetas del banco de distribución.

Las pastillas empleadas (figura 2.2.) corresponden a las denominadas de abanico plano de baja deriva con inducción de aire con una angulación de 110° y un caudal teórico de 0,800 lts.min⁻¹. Las mismas responden al código 110-02, se encuentran bajo norma ISO 10625 y fueron seleccionadas al azar de un lote compuesto por 20 unidades de cada modelo suministrado por los diferentes fabricantes. En la tabla 2.1. se pueden observar las características de las pastillas mencionadas.

Tabla 2.1. Marca, modelo y material de construcción de las pastillas empleadas.

Marca	Modelo	Material de construcción.
Agrotop.	Airmix Nodrift.	Plástico.
Teejet.	Air Induction.	Acero inoxidable.
Hypro.	Guardian AI.	Plástico.
Lechler.	ID.	Plástico.
Teejet.	Turbo Teejet Induction.	Plástico.



Figura 2.2. Pastillas de baja deriva asistidas por aire empleadas en la prueba. De izquierda a derecha: Agrotop Airmix Nodrift, Teejet Air Induction, Hypro Guardian AI, Lechler ID, Turbo Teejet Induction.

La elección de las marcas utilizadas se fundamenta debido a la extensa trayectoria de las firmas en cuestión, hecho que asegura una calidad constante del producto. Los caudales empleados responden a los modales del mercado. El agente reductor de la deriva (ARD) utilizado pertenece a la firma Rizobacter Argentina S. A. denominado “RizoSpray Antideriva” correspondiente al lote n° 16 y cuya composición es la siguiente:

Polímero de polivinil (poliacrilamida)	30%
Ingredientes inertes	70%

Las dosis empleadas fueron de 15, 27 y 40 cm³ cada 100 litros de agua. La dilución intermedia fue elegida basada en la recomendación efectuada por la compañía química, en función del caudal y la presión de trabajo seleccionadas y las restantes constituyen la dosis mínima y máxima según marbete. El mencionado producto ha sido evaluado precedentemente logrando una significativa reducción de la deriva en pastillas de abanico plano convencionales (Masiá et al. 2008). Para el testigo se empleó agua sin el agregado del ARD.

La altura de pulverización utilizada en el presente trabajo fue de 0,50 metros y la presión de trabajo de 300 kPa (Reichard et al. 1992; Phillips y Miller 1999; Butler Ellis et al. 2002). Las pastillas se colocaron en posición perpendicular con respecto a la dirección del viento, denominándose viento frontal, en donde la corriente de aire incide frontalmente sobre todo el espectro de distribución de los abanicos, generando las mayores pérdidas respecto de otras posiciones (figura 2.3.). La velocidad del aire se mantuvo constante entre 4,6 y 4,7 m.seg⁻¹ (16,56 y 16,92 Km.h⁻¹) en función de los trabajos realizados por Miralles y Bogliani (1993) y Stainier et al. (2006).

En la tabla 2.2. pueden observarse las claves de denominación, mientras que en la tabla 2.3. se colocaron las temperaturas ambiente, humedades relativas y temperatura de la mezcla para cada condición experimental. La temperatura ambiente media para toda la prueba fue de 23,12 C° y la humedad relativa media ascendió a 45,8 %. Dentro de este rango de condiciones, con las

velocidades del aire empleadas, puede asegurarse que el tamaño de las gotas no sufra una disminución severa que aumente la susceptibilidad al arrastre por viento (Zhu et al. 1994). La temperatura de la solución osciló entre 16 y 18,9 °C, con una media de 17,4 °C.

Las condiciones climáticas fueron mensuradas con un termohigrómetro marca “Testo” modelo 410-2. La temperatura del caldo de pulverización se obtuvo mediante el empleo de un termómetro sumergible de mercurio marca “SIAP” n° serie 639.



Figura 2.3. Pastilla colocada en posición de trabajo dentro del túnel de viento.

Tabla 2.2. Dosis del ARD y claves de identificación empleadas.

Pastilla.	Dosis. (cm ³ 100 lts ⁻¹)	Clave.
Agrotop. Airmix Nodrift.	0	AG - 0
Agrotop. Airmix Nodrift.	15	AG - 15
Agrotop. Airmix Nodrift.	27	AG - 27
Agrotop. Airmix Nodrift.	40	AG - 40
Teejet Air Induction.	0	AI - 0
Teejet Air Induction.	15	AI - 15
Teejet Air Induction.	27	AI - 27
Teejet Air Induction.	40	AI - 40
Hypro. Guardian AI.	0	HY - 0
Hypro. Guardian AI.	15	HY - 15
Hypro. Guardian AI.	27	HY - 27
Hypro. Guardian AI.	40	HY - 40
Lechler ID	0	LC - 0
Lechler ID	15	LC - 15
Lechler ID	27	LC - 27
Lechler ID	40	LC - 40
Turbo Teejet Induction.	0	TTI - 0
Turbo Teejet Induction.	15	TTI - 15
Turbo Teejet Induction	27	TTI - 27
Turbo Teejet Induction	40	TTI - 40

Tabla 2.3. Registro de las condiciones atmosféricas y temperatura de la solución para cada condición de trabajo. En donde: T. A. Temperatura Ambiente. H. R. Humedad Relativa. T. S. Temperatura de la Solución.

Clave.	Sin Viento.			Con Viento.		
	T. A. (°C)	H. R. (%)	T. S. (°C)	T. A. (°C)	H. R. (%)	T. S. (°C)
AG - 0	21	37,5	16,2	25,2	40,1	18,6
AG - 15	23,7	45,8	16,4	23,6	46,6	18,1
AG - 27	26,6	50,6	18,3	26,3	34,2	18,2
AG - 40	20,3	44,2	17,5	20,6	42,2	16,7
AI - 0	21,0	36,2	16,0	26,1	36,6	18,6
AI - 15	22,7	48,8	17,2	23,0	46,6	17,7
AI - 27	25,2	45,8	18,6	26,4	35,4	18,2
AI - 40	19,8	45,5	16,1	25,2	45,8	17,8
HY - 0	20,2	54,9	16,3	24,3	57,6	18,6
HY - 15	19,5	57,1	16,0	25,5	56,6	18,2
HY - 27	19,7	50,7	16,2	24,0	39,4	17,9
HY - 40	21,9	40,0	17,6	21,4	38,6	16,5
LC - 0	18,5	49,2	16,4	25,9	36,5	17,6
LC - 15	21,8	53,3	17,8	21,9	49,9	16,8
LC - 27	25,4	44,9	18,2	26,1	34,8	18,3
LC - 40	25,9	45,1	18,5	27,1	41,3	18,9
TTI - 0	21,1	49,8	17,6	21,0	56,1	16,8
TTI - 15	22,7	48,8	17,0	23,0	46,6	17,0
TTI - 27	25,9	54,4	18,4	21,2	53,6	16,6
TTI - 40	21,8	51,1	16,8	22,2	41,3	17,6

Los caudales de las pastillas y las dosis empleadas fueron utilizados para realizar dos pruebas:

- 1) Determinar si el agregado del ARD modifica o no el caudal entregado por la pastilla. Para este fin se tomó como caudal de referencia al erogado por el pico sin la presencia de viento. Las comparaciones se efectuaron entre dosis y éstas respecto del agua.
- 2) Determinar si el agregado del ARD modifica o no los porcentajes de exoderiva. Se considera Volumen Derivado a aquel que no fue captado por la

superficie del banco de distribución a causa del desplazamiento sufrido por la corriente de aire generada en el túnel de viento. El volumen de líquido derivado fue calculado por diferencia entre el caudal entregado por el pico y el recogido en el banco de ensayos, para cada condición de trabajo. Los resultados se expresan como volumen derivado, en porcentaje, resultante de la relación entre los centímetros cúbicos derivados cada 100 centímetros cúbicos pulverizados (caudal de referencia), con lo cual se evita propagar al análisis de deriva cualquier diferencia en los caudales entregados por los picos. El cálculo del volumen derivado responde a la siguiente ecuación, adaptada de Miralles y Bogliani (1993) y Miralles et al (1994):

$$\text{Volumen Derivado (\%)} = \frac{V_{SV} (\text{cm}^3) \ominus V_{CV} (\text{cm}^3)}{V_{SV} (\text{cm}^3) \otimes 100^{-1}}$$

En donde: Volumen derivado (%) = Volumen derivado para cada condición experimental.

$V_{SV} (\text{cm}^3)$ = Volumen pulverizado Sin Viento, para el agua (testigo) y las diferentes dosis del producto empleado.

$V_{CV} (\text{cm}^3)$ = Volumen recolectado en el banco Con Viento, para el agua (testigo) y las diferentes dosis del producto empleado.

La determinación del caudal se realizó por gravimetría, por medio de una balanza electrónica con precisión de +/- 0,1 gramo (figura 2.4.); mientras que la variable tiempo fue cuantificada con un cronómetro electrónico con décimas de segundo.

Para ambas pruebas se realizaron diez repeticiones en cada condición experimental y el método de análisis estadístico fue un análisis de varianza, utilizando la prueba de comparaciones múltiples de LSD con un nivel de significación del 5%.



Figura 2.4. Determinaciones gravimétricas del volumen recolectado en el banco de distribución.

3. Resultados.

3.1. Caudales entregados por las pastillas con agua (testigo) y con las dosis del ARD.

Con el propósito de realizar un estudio detallado del efecto de las dosis del ARD sobre el caudal, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las pastillas evaluadas.

3.1.1. Pastilla Agrotop Airmix Nodrift.

En la tabla 3.1.1.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.1.1.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	858,638	3	286,213	50,77	0,0000
Dentro del grupo.	202,946	36	5,63739		
Total.	1061,58	39			

A continuación en la tabla 3.1.1.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes diluciones empleadas.

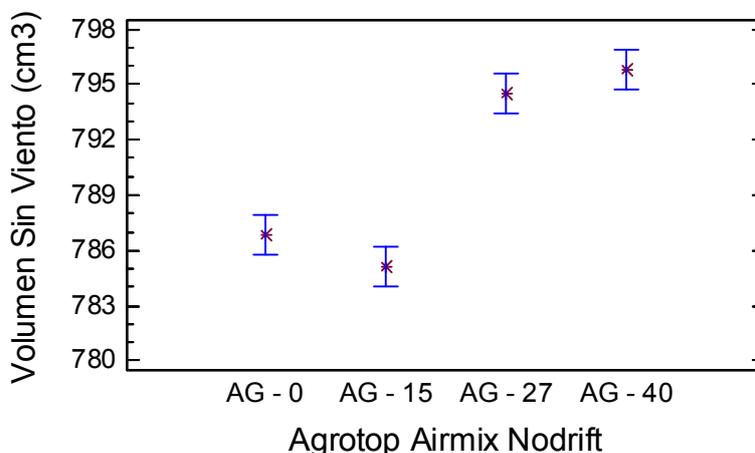
Tabla 3.1.1.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
AG - 15	10	785,14	a
AG - 0	10	786,86	a
AG - 27	10	794,49	b
AG - 40	10	795,79	b

En el gráfico 3.1.1.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples

respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.1.1.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.1.2. Pastilla Teejet Air Induction.

En la tabla 3.1.2.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.1.2.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	529,365	3	176,455	49,41	0,0000
Dentro del grupo.	124,985	35	3,571		
Total.	654,35	38			

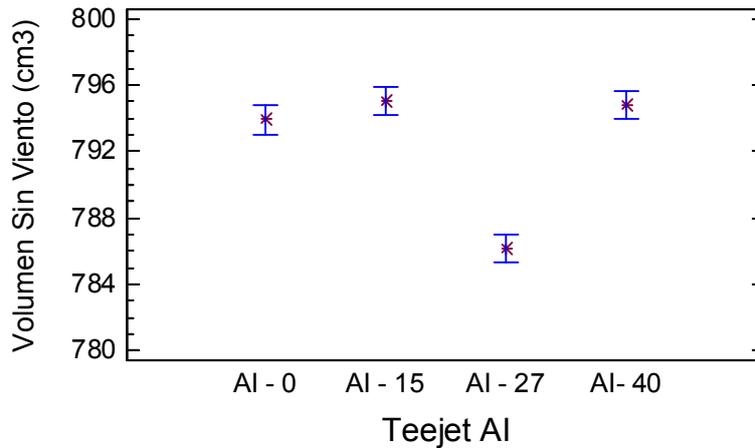
A continuación en la tabla 3.1.2.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes diluciones empleadas.

Tabla 3.1.2.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
AI - 27	10	786,2	a
AI - 0	9	793,9	b
AI - 40	10	794,78	b
AI - 15	10	795,01	b

En el gráfico 3.1.2.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.1.2.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.1.3. Pastilla Hypro Guardian AI.

En la tabla 3.1.3.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.1.3.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	2767,93	3	922,643	143,53	0,0000
Dentro del grupo.	231,408	36	6,428		
Total.	2999,34	39			

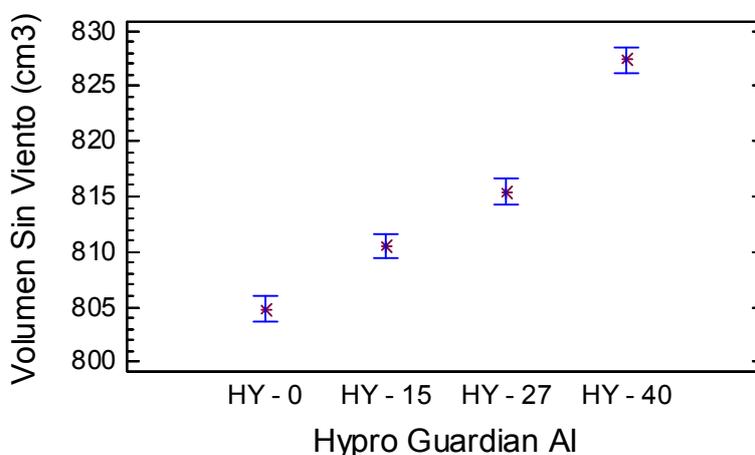
A continuación en la tabla 3.1.3.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.1.3.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
HY - 0	10	804,79	a
HY - 15	10	810,49	b
HY - 27	10	815,39	c
HY - 40	10	827,37	d

En el gráfico 3.1.3.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.1.3.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.1.4. Pastilla Lechler ID.

En la tabla 3.1.4.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Lechler ID AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.1.4.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	187,467	3	62,4889	13,21	0,0000
Dentro del grupo.	170,311	36	4,73086		
Total.	357,778	39			

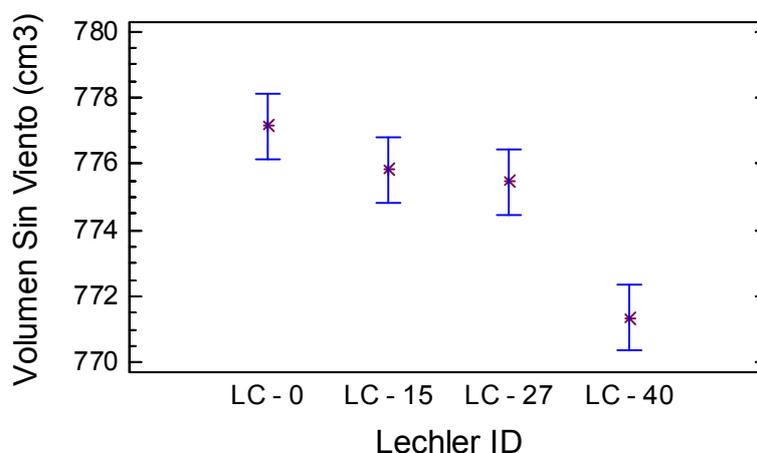
A continuación en la tabla 3.1.4.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.1.4.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
LC - 40	10	771,35	a
LC - 27	10	775,46	b
LC - 15	10	775,83	b
LC - 0	10	777,13	b

En el gráfico 3.1.4.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.1.4.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.1.5. Pastilla Teejet Turbo Teejet Induction.

En la tabla 3.1.5.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.1.5.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	3011,71	3	1003,9	216,39	0,0000
Dentro del grupo.	167,017	36	4,63936		
Total.	3178,73	39			

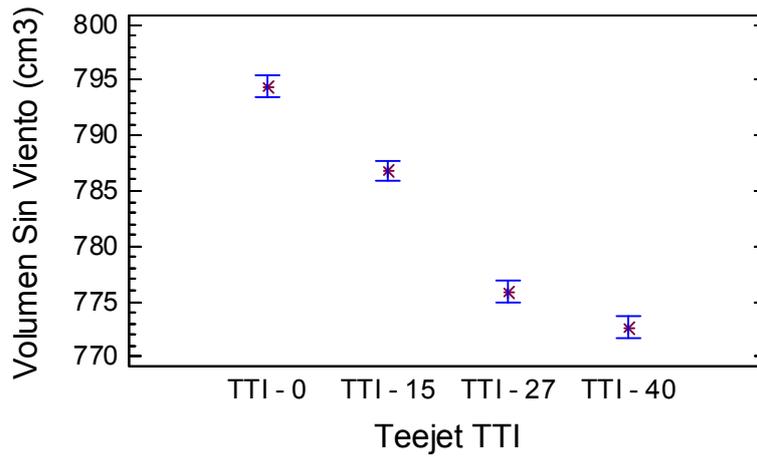
A continuación en la tabla 3.1.5.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.1.5.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
TTI - 40	10	772,66	a
TTI - 27	10	775,79	b
TTI - 15	10	786,79	c
TTI - 0	10	794,4	d

En el gráfico 3.1.5.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.1.5.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Sin Viento realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.2. Volumen derivado obtenido por las pastillas en presencia de viento con agua (testigo) y con las dosis del ARD.

Con el propósito de realizar un estudio detallado del efecto de las dosis del ARD sobre el volumen derivado, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las pastillas evaluadas.

3.2.1. Pastilla Agrotop Airmix Nodrift.

En la tabla 3.2.1.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza del Volumen Derivado realizado con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.1.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Derivado realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	177,92	3	59,3065	694,97	0,0000
Dentro del grupo.	3,0721	36	0,0853362		
Total.	180,992	39			

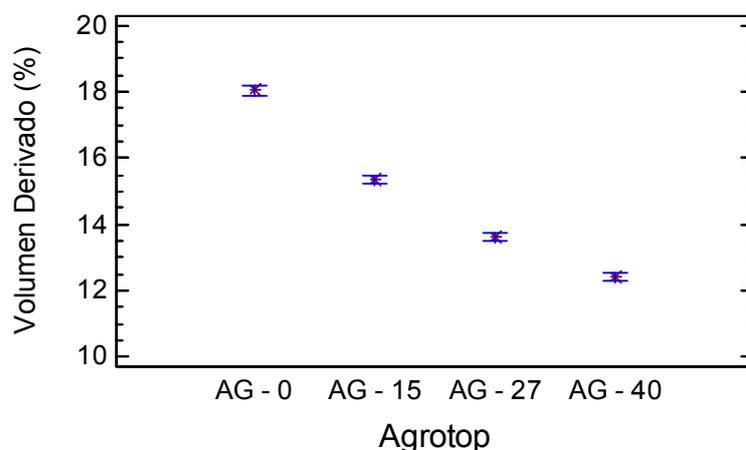
A continuación en la tabla 3.2.1.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.1.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
AG - 40	10	12,4329	a
AG - 27	10	13,6276	b
AG - 15	10	15,3718	c
AG - 0	10	18,0413	d

En el gráfico 3.2.1.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.2.1.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Agrotop Airmix Nodrift con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.2.2. Pastilla Teejet Air Induction.

En la tabla 3.2.2.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza del Volumen Derivado realizado con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.2.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	181,321	3	60,4403	870,51	0,0000
Dentro del grupo.	2,43007	35	0,0694305		
Total.	183,751	38			

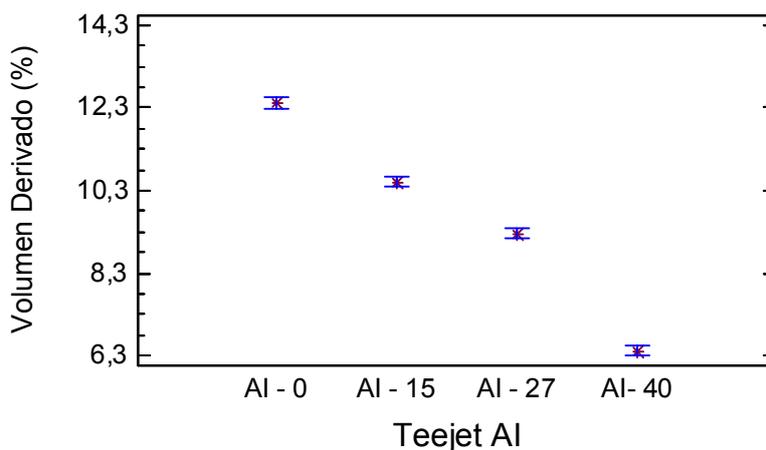
A continuación en la tabla 3.2.2.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) del Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.2.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
AI - 40	10	6,42442	a
AI - 27	10	9,24701	b
AI - 15	10	10,5156	c
AI - 0	9	12,4061	d

En el gráfico 3.2.2.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.2.2.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet Air Induction con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.2.3. Pastilla Hypro Guardian AI.

En la tabla 3.2.3.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza de Volumen Derivado realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.3.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Sin Derivado realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	23,7986	3	7,93287	174,25	0,0000
Dentro del grupo.	1,63889	36	0,0455248		
Total.	25,4375	39			

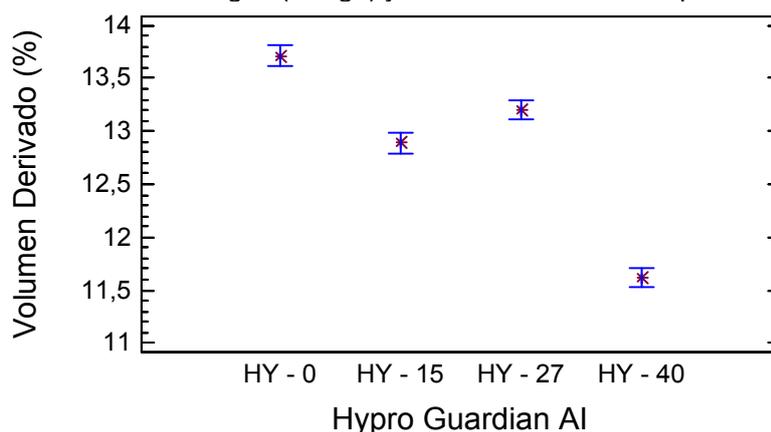
A continuación en la tabla 3.2.3.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.3.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
HY - 40	10	11,6192	a
HY - 15	10	12,8897	b
HY - 27	10	13,201	c
HY - 0	10	13,7104	d

En el gráfico 3.2.3.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.2.3.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Hypro Guardian AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.2.4. Pastilla Lechler ID.

En la tabla 3.2.4.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza de Volumen Derivado realizada con la pastilla Lechler ID AI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.4.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Derivado realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	97,0898	3	32,3633	334,54	0,0000
Dentro del grupo.	3,48262	36	0,0967396		
Total.	100,572	39			

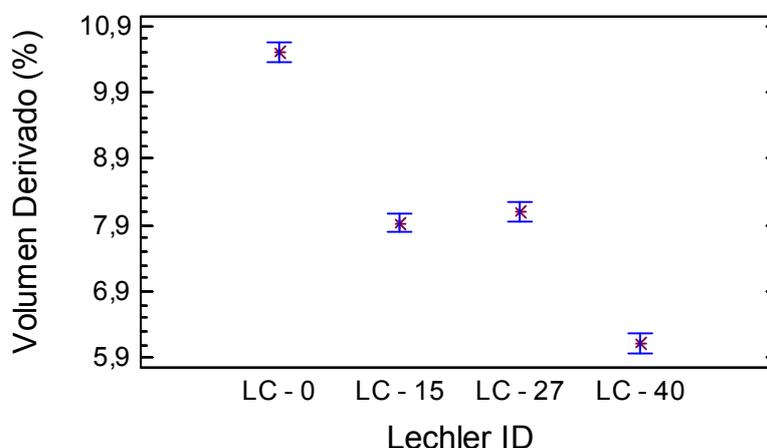
A continuación en la tabla 3.2.4.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.4.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
LC - 40	10	6,11914	a
LC - 15	10	7,93344	b
LC - 27	10	8,09584	b
LC - 0	10	10,5027	c

En el gráfico 3.2.4.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.2.4.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Lechler ID con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



3.2.5. Pastilla Teejet Turbo Teejet Induction.

En la tabla 3.2.5.1. se pueden observar los resultados del análisis de varianza de Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.5.1. Resultados del análisis de varianza de Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Fuente	Suma de cuadrados.	G. L.	C. M.	Valor "F"	Pr > F
Entre grupos.	97,3933	3	32,4644	435,68	0,0000
Dentro del grupo.	2,68251	36	0,0745142		
Total.	100,076	39			

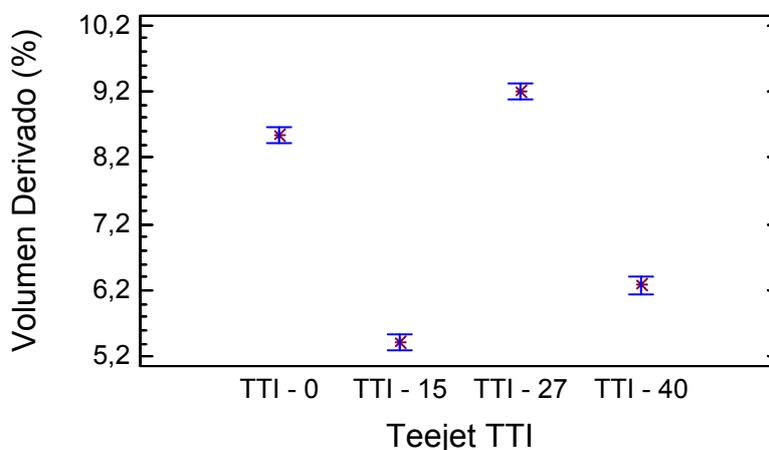
A continuación en la tabla 3.2.5.2. se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Tabla 3.2.5.2. Resultados de la prueba de comparaciones múltiples ($p < 0,05$) de Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas. Letras distintas indican grupos diferentes.

Fuente	Número de valores.	Medias.	Grupos Homogéneos.
TTI - 15	10	5,41441	a
TTI - 40	10	6,27702	b
TTI - 0	10	8,53474	c
TTI - 27	10	9,20422	d

En el gráfico 3.2.5.1. se pueden visualizar las medias e intervalos de confianza para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.

Gráfico 3.2.5.1. Medias e intervalos de confianza (95 % LSD) para las posiciones emergentes de la prueba de comparaciones múltiples respecto del Volumen Derivado realizada con la pastilla Teejet TTI con agua (testigo) y las diferentes dosis empleadas.



4. Discusión.

En los resultados del análisis de varianza realizado en las dos condiciones experimentales (Volumen Sin Viento y Volumen Derivado) sobre todas las boquillas evaluadas, pudo detectarse un efecto atribuible al agregado del ARD ($p \leq 0,00001$).

Dentro de la amplia gama de productos coadyuvantes, aquellos agentes reductores de deriva (ARD) se basan, en términos generales, en “espesar” la solución lográndose por un aumento en la viscosidad de la mezcla de pulverización.

Al aumentar la resistencia que un fluido ofrece, bajo la acción de una fuerza aplicada, el caudal erogado sin la presencia del viento, por las diferentes pastillas que se han estudiado, con el agregado del ARD, debería ser menor, comparativamente, con aquel obtenido en el testigo (agua solamente). Dicha situación teórica se vio reflejada al emplear la pastilla *Teejet TTI* en donde todas las concentraciones del ARD generaron una disminución, estadísticamente significativa, en los volúmenes erogados por la pastilla. La mayor dilución arrojó una diferencia de $21,7 \text{ cm}^3$ (2,8 % respecto del testigo).

En las pastillas *Agrotop Airmix Nodrift* y *Hypro Guardian AI* se observó un efecto contrario al esperado, incrementándose el caudal. En la primera de ellas y al emplear las dosis media y máxima, los valores medios obtenidos arrojaron una diferencia estadísticamente significativa en contraste con el testigo y la dilución mínima del producto antideriva. Pese a ello y considerando el valor más alejado con respecto al testigo, la diferencia fue de $8,9 \text{ cm}^3$ (1,1 % de incremento). En la segunda pastilla mencionada la prueba estadística LSD detectó diferencias significativas sobre los valores arrojados en todas las diluciones empleadas. Sin embargo en el valor más alejado, con respecto al testigo, la diferencia fue de $22,6 \text{ cm}^3$ (2,8 % de incremento).

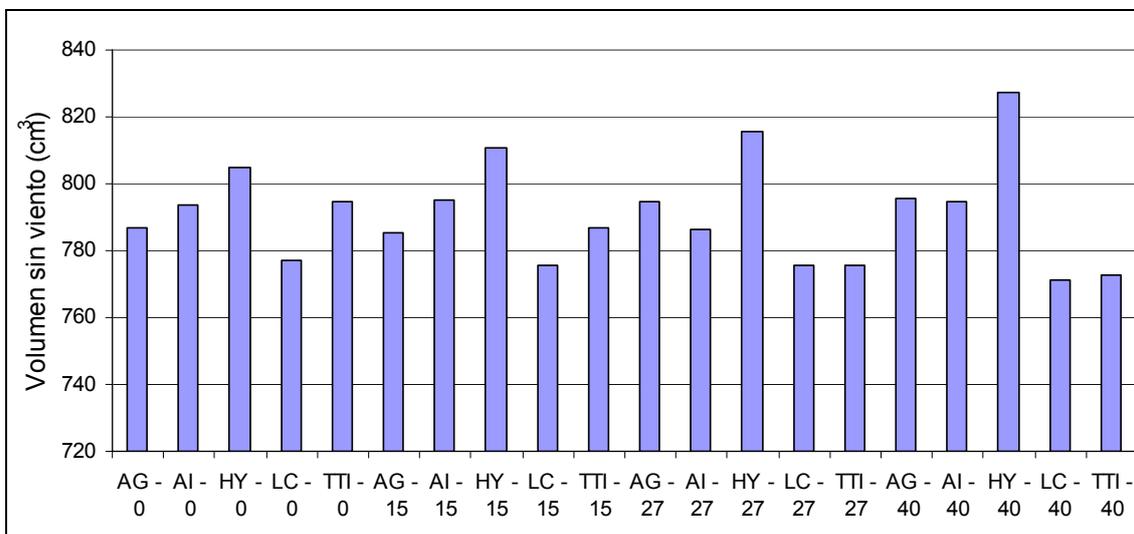
Esta circunstancia puede ser debida a dos factores, en primera instancia a los parámetros de diseño de las pastillas con inducción de aire, incidiendo en las características propias del espectro de distribución (Butler Ellis et al. 2002) y en segunda, a las propiedades de la molécula empleada así como sus diluciones, tanto en la formulación como en las recomendadas por la compañía química, logrando un efecto en la producción de gotas sin modificar en forma extrema el caudal de las pastillas (Holloway et al. 2000).

El caudal correspondiente a la pastilla *Teejet Air Induction* solo fue modificado al emplear las dosis media observándose una disminución en el volumen arrojado por la pastilla, respecto del testigo y las restantes diluciones del producto antideriva. Dicha diferencia de resultó estadísticamente significativa. La variación observada constituyó una disminución en el volumen de 7,7 cm³ (inferior al 1 % en relación al testigo).

En la boquilla *Lechler ID* la utilización de la mayor concentración generó una disminución significativa respecto del testigo (agua) y de las restantes diluciones. La diferencia de ella respecto al agua fue de 5,8 cm³ (inferior al 0,8 %).

Pese a las variaciones observadas (en los casos más extremos 2,8 % en términos absolutos) estas se encuadran dentro de la tolerancia estipulada según norma ISO 5682-1 para la uniformidad de descarga de pastillas nuevas, la cual contempla un error sobre el caudal teórico de +/- 5 %. El caudal de las pastillas empleadas en el presente trabajo corresponde a 800 cm³.min⁻¹, quedando establecidos los límites en 840 y 760 cm³.min⁻¹ (gráfico 4.1.). Si además se tiene en cuenta el desgaste, visualizado con el aumento del caudal real, para realizar un recambio de las pastillas del botalón, la mayoría de los fabricantes y en concordancia con varios autores (Ozkan et al. 1991; Ozkan y Reichard 1993; Jayanthi et al. 1998), sugieren tomar como referencia un incremento máximo del 10 % del caudal, ya que porcentajes mayores afectan de manera significativa el espectro de distribución.

Gráfico 4.1. Volumen sin viento de las pastillas con agua (testigo) y las diferentes concentraciones del producto reductor de la deriva empleadas en el trabajo.



Los productos antideriva normalmente están basados en algún tipo de polímero de cadena larga y elevado peso molecular (PM), a modo de ejemplo se puede citar al Óxido de polietileno cuyo PM oscila entre 2 a $5 \times 10^6 \mu$, la las Poliacrilamidas con un PM de 4 a $12 \times 10^6 \mu$ (Zhu et al. 1997).

Como se mencionara anteriormente, actúan aumentando la viscosidad lo que genera un corrimiento del espectro de distribución de gotas hacia diámetros mayores reduciendo, de esta forma, la producción de gotas de tamaños menores que están sujetos a la deriva. Este efecto se pudo observar en las pastillas *Agrotop Airmix Nodrift*, *Teejet Air Induction*, *Hypro Guardian* y *Lechler ID* que se diferenciaron estadísticamente del testigo en todas las diluciones empleadas. Al desagregar esta información se puede visualizar que en las dos primeras pastillas, todas las concentraciones empleadas arrojaron diferencias estadísticamente significativas respecto del testigo. Al incrementar la dosis de uso se obtuvo una disminución gradual en el porcentaje de deriva, así con la mayor dilución se logró una diferencia de 6 puntos porcentuales en comparación al blanco ó testigo, representando una reducción del 31 % y 51 % respectivamente para cada pastilla, logrando un potencial de deriva “bajo”, según la clasificación de Southcombe et al (1997).

Todas las diluciones empleadas, en la boquilla *Hypro Guardian*, lograron reducciones significativas en el porcentaje de deriva. Sin embargo la mayor diferencia obtenida con la concentración máxima representó una disminución de dos puntos porcentuales (15 % respecto del testigo), que se traduce en un potencial de deriva “normal” (Southcombe et al 1997).

En la pastilla *Lechler ID* al incrementar la dosis de uso se obtuvo una disminución en el porcentaje de deriva, así con la mayor dilución se logró una diferencia de 4 puntos porcentuales en comparación al blanco ó testigo, representando una reducción del 42 % aproximadamente (potencial de deriva “bajo” según Southcombe et al 1997). Las dosis mínima y media se comportaron de manera semejante sin lograr diferenciarse entre ellas, pero si del testigo.

En la pastilla *Teejet TTI* todas las diluciones utilizadas lograron diferencias significativas en el porcentaje de deriva. Dichas variaciones siguieron un comportamiento errático. El menor porcentaje de deriva se obtuvo con la menor concentración, generando una disminución de tres puntos porcentuales

respecto del testigo. La dosis máxima se comportó en forma intermedia a la situación descrita anteriormente. El empleo del ARD al 0,027 % incrementó el volumen derivado en más de un punto porcentual.

Los resultados obtenidos se han compilado en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Porcentajes de deriva generados por las diferentes pastillas empleadas con agua (testigo) y las tres diluciones del producto reductor de la deriva.

Pastilla	Dosis (cm ³ .100 lts ⁻¹)	Deriva (%)
Agrotop Airmix Nodrift	0	18,0413
	15	15,3718
	27	13,6276
	40	12,4329
Teejet Air Induction	0	12,4061
	15	10,5156
	27	9,24701
	40	6,42442
Hypro Guardian	0	13,7104
	15	12,8897
	27	13,201
	40	11,6192
Lechler ID	0	10,5027
	15	7,93344
	27	8,09584
	40	6,11914
Teejet TTI	0	8,53474
	15	5,41441
	27	9,20422
	40	6,27702

Este tipo de comportamiento, en la pastilla *Teejet TTI*, puede estar relacionado con el proceso de formación de gotas característico de este tipo de boquillas denominadas “espejo”, en donde la energía hidráulica suministrada por el sistema es empleada para obtener un considerable aumento en el

desplazamiento de la vena líquida, la cual impacta a gran velocidad sobre una superficie lisa y con un ángulo de incidencia grande, generando un abanico plano constituido por gotas de gran tamaño (extremadamente gruesas, máxima categoría según la clasificación del BCPC). En el impacto las cadenas largas del polímero pueden sufrir rupturas, dependiendo del grupo químico que se emplee, hecho que altera su estructura física, modificando las propiedades conferidas a la mezcla de pulverización (Zhu et al. 1997; Kirk 2003).

Es necesario considerar también las características de diseño de las diversas pastillas empleadas en el presente trabajo. Estos parámetros inciden sobre las particularidades del espectro de pulverización en donde el diámetro del orificio que fija el caudal y la sección del tubo de Venturi son determinantes. La cámara de mezclado debe garantizar una adecuada inclusión de aire en la masa líquida, fundamental en la formación de gotas. Según Buttler Ellis (2002) algunas configuraciones pueden producir inestabilidades en el ángulo de pulverización, en el tamaño de las gotas e inclusive en el caudal.

Las propiedades de la mezcla de pulverización constituyen otro factor a tener en cuenta para cuantificar el desempeño de diferentes agentes de reducción de la deriva. Al realizar tratamientos fitosanitarios con ingredientes activos formulados como gránulos dispersables o líquidos floables a los cuales se adicionó un agente químico, el diámetro volumétrico medio resulto mayor al obtenido con concentrados emulsionables, en las mismas condiciones experimentales (Sanderson et al. 1997). En concordancia con ello, Stainier et al (2006) determinaron que el tamaño de las gotas era menor al utilizar un concentrado emulsionable en comparación con una solución concentrada. Aparentemente las partículas en suspensión afectan la ruptura de la vena líquida produciendo modificaciones en el tamaño de las gotas (Butler Ellis y Bradley 2002).

La interacción entre las propiedades físicas de la mezcla de pulverización y las particularidades de la aspersion, ha sido documentada por Miller y Butler Ellis (2000) y Fietsam et al (2004) en donde los autores concluyen que el diseño de las pastillas reviste una importancia superlativa con mayor énfasis en aquellas que poseen inducción de aire.

Por otra parte el empleo de ARD puede generar otros beneficios adicionales, como por ejemplo lograr un aumento en la retención de la pulverización sobre

el blanco del tratamiento, reduciendo el escurrimiento y mejorando la absorción del producto (Downer et al. 1995). Sin embargo según el tipo de pastilla empleada y el grupo químico del ARD los resultados de efectividad de control son muy variados y contradictorios, indicando en algunos casos un efecto positivo (Bunting y Sprague 2001; Jensen 1999; Fietsam 2003) y en otros, una disminución en la actividad biocida del producto (Johnson et al. 2001; Hanks 1995; Elliott y Wilson 1983).

En trabajos futuros será necesario, en primer término, evaluar el comportamiento de las diferentes marcas comerciales de pastillas, incluyendo a otros grupos químicos de ARD. Ello posibilitará efectuar posteriores investigaciones concernientes a la calidad de aplicación (tamaño de las gotas, número de impactos por unidad de superficie, porcentaje de cobertura) y respuesta biológica (porcentaje de control de la plaga, modificación en el rendimiento del cultivo) de las combinaciones resultantes. De esta forma se podrá complementar la presente información generada que conduzca a la mejora de los procesos de aplicación de agroquímicos.

5. Conclusiones.

La adición del agente reductor de la deriva modificó el caudal sin la presencia de viento en las pastillas evaluadas.

Las diluciones empleadas del agente reductor de la deriva disminuyeron los porcentajes de exoderiva, salvo en la pastilla *Teejet TTI* cuyo comportamiento fue errático.

6. Bibliografía.

AAPRESID. 2009. Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa. Estadísticas. Disponible en: www.aapresid.org.ar/

Abia, M. C. 2008. La agricultura y el control de plagas de insectos. Una perspectiva alejada del antropocentrismo. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) Unidad de Sanidad Vegetal.

ARGENBIO. 2007. Consejo argentino para la información y el desarrollo de la biotecnología. Cultivos resistentes a insectos ó Bt. Disponible en: <http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/13.php>

ASAE S 572-1. 2009. Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan.

Asociación de Cámaras de Tecnología Agropecuaria. (ACTA). 2008. Disponible en: <http://www.acta.com.ar/indices.html>

Armus, D. 1983. Historia testimonial argentina: Manual del inmigrante italiano. Documentos vivos de nuestro pasado. N: 8. Editorial CEAL. Buenos Aires.

Barsky, O.; Ciafardini, H. 1974. Producción y tecnología en la región pampeana. En Historia integral de los argentinos. Editorial CEAL. Buenos Aires.

Barrientos, J.A. 1997. ¿De perseguidos a protegidos?. Claroscuros de la vida de los artrópodos sobre la faz de la Tierra. Bol. S.E.A. 20: 65-68. Rey, J.1976. Gestión sobre plagas en Entomología. Graellsia, 32: 279-306.

BCC Research. 2010. Global Markets for Agrochemicals. Report Code: CHM054A, Published: January 2010.

BCPC (British Crop Protection Council). 1985. Spray classifications. A Sub-Committee of the Technical Committee of the BCPC.

Bifani, P. 1987. Socioeconomic aspects of technological innovation in food production systems. *Memorie di Scienze Fisiche e Naturali*. Accademia Nazionale delle Scienze, serie V, vol. XI, parte II, Roma, Italy.

Bode, L.E.; Butler, B.J.; Goering, C.E. 1976. Spray drift and recovery as affected by spray thickener, nozzle type, and nozzle pressure. *Transactions of the ASAE* 19(2): 213-218.

Bogliani, M.; Masiá, G. 1994. Evaluación del efecto de una corriente de aire sobre los diagramas de distribución de picos pulverizadores. Análisis de la deriva. Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola. Chillan, Chile Resumen. Pag.3.

Boulaine J. 1989. Histoire des pédologues et de la Science des sols. INRA Ed., 285 p.

Bouse, L.F.; Merkle, M.G. 1975. Comparison of recoveries from a tower-mounted dual sprayer. *Transactions of the ASAE* 18(3): 467-470.

Bouse, L.F., Carlton J.B.; Jank, P.C. 1988. Effect of water soluble polymers on spray droplet size. *Transactions of the ASAE* 31 (6): 1633-1641, 1648.

Bragachini, M. 2009. Historia de la mecanización agrícola del país: del arado de reja a la siembra de precisión. En: *La Argentina 2050. La revolución tecnológica del agro*. CASAFE, 740 pp.

Bunting, J. A.; Sprague, C.L. 2001. Influence of drift-reducing nozzles with glyphosate and fomesafen and common waterhemp control. Abstract 56 (CD-ROM). Champaign, Ill. North Central Weed Science Society.

Butler Ellis, M.C.; Bradley, A. 2002. The influence of formulation on spray drift. Aspect of Applied Biology 66, International Advances in Pesticide Application, pp. 257–259.

Butler Ellis, M.C.; Swan, T.; Miller, P.H.C.; Waddelow, S.; Bradley, A.; Tuck, C.R. 2002. Design Factors affecting Spray Characteristics and Drift Performance of Air Induction Nozzles. Biosystems Engineering (2002) 82 (3), 289–296.

CAFMA. 2009. Producción de maquinaria agrícola 1999-1º semestre 2009. Disponible en: <http://www.cafma.org.ar/estadisticas.asp>

CASAFE. 2009. Mercado fitosanitario argentino 2008. Disponible en: <http://www.casafe.org/estad/m2008/m2008.htm>

Cooke, B.K.; Herrington, P.J.; Morgan, N.G. 1974. Pesticide fall-out and orchard earth-worms. Rep. Long Ashton Res. Stn for 1974, 105-6.

Cortés Conde, R.; Gallo, E. 1990. Argentina: La República Conservadora. Buenos Aires. Ed. Paidós, 247 Pág. Argentina.

Courshee, R.J. 1959. Investigations on spray drift. Part II : The occurrence of drift. Journal of Agricultural Engineering Research 4, 229–241.

Courshee, R.J. 1960. Some aspects of the application of insecticides. Ann. Rev. Ent., 5, 372-52.

Cutolo, V.O. 1981. Manual de historia económica mundial y Argentina. Bs. As. Pág. 89.

Chou, M.; Harmon, D. P. 1979. An assessment of future technological advances in agriculture and their impact on the regulatory environment. Critical food issues of the eighties. Pergamon Press, New York.

Doble, S.J., Matthews, G.A., Rutherford, I.; Southcombe, E.S.E. 1985. A system for classifying hydraulic nozzle and other atomisers into categories of spray quality. Proc. for BCPC Conference, p. 1125-1133.

Downer, R.A.; Wolf, T.M.; Chapple, A.C.; Hall, F.R.; Hazen, J.L. 1995. Characterizing the impact of drift management adjuvants on the dose transfer process. In Fourth International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals , 139-143. NZ FRI Bulletin 193. Rotorua, New Zealand.

Elliott, J. G.; Wilson, B.J. 1983. The influence of weather on the efficiency and safety of pesticide application: The drift of herbicides. Report of a working party of the Research and Development Committee. Croydon, U.K.: British Crop Protection Council.

FAO. 1996. Programa especial sobre seguridad alimentaria. Disponible en: <http://www.fao.org/FOCUS/S/SpeclPr/spro12-s.htm>

Fietsam, J. F. W. 2003. Evaluation of herbicide drift reduction nozzles and agents in field and wind tunnel experiments. MS thesis. Carbondale, Ill.: Southern Illinois University, Department of Plant, Soil, and General Agriculture.

Fietsam, J. F. W., Young, B. G.; Steffen, R. W. 2004. Differential Response of Herbicide Drift Reduction Nozzles to Drift Control Agents with Glyphosate. Transactions of the ASAE Vol. 47(5): 1405-1411.

Flint, M.L.; Van Der Bosch, R. 1981. Introduction to Integrated Pest Management. Plenum Press, New York, pp: 237.

Flint, W.P.; Metcalf, C.L. 1965. Insectos Destructivos e Insectos Útiles, Sus Costumbres y Control. Ed. Continental S.A de C.V., México. 1208 p.

Gil Moya, E. 1993. Pérdidas de productos fitosanitarios por deriva. ISSN: 0214-9206. Revista: MT. Máquinas y tractores agrícolas. 4 (3): 76-84.

Giles, D.K. 1988. Energy conversion and distribution in pressure atomizers. Transactions of the ASAE 31(6): 1668-1673.

Goering, C.E.; Butler, B.J. 1974. Analysis of paired microresidues using filter fluorometry. Weed Science 22(5): 512-515.

Gorostegui de Torres, H. 1992. Historia Argentina de la Organización Nacional. Buenos Aires. Ed. Paidós, 140 Pág. Argentina.

Hanks, J. E. 1995. Effect of drift retardant adjuvants on spray droplet size of water and paraffinic oil applied at ultralow volume. Weed Tech. 9(2): 380-384.

Holloway, P.J.; Butler Ellis, M.C.; Webb, D.A.; Western, N.M.; Truck, C.R.; Hayes, A.L.; Miller, P.C.H. 2000. Effects of some agricultural tank –mix adjuvants on the deposition efficiency of aqueous sprays on foliage. Crop Protection 19: 27 – 37.

Hooke, R. 1667. Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses; With observations and inquiries thereupon. - pp. 1-246. London.

ISO 5682-1. 1993. Equipos para la protección de cultivos. Equipos pulverizadores. Métodos de ensayo para boquillas pulverizadoras. pág 24 Anexo C. Uniformidad de descarga. Ejemplo de presentación de los resultados experimentales.

ISO 10625. 1996. Equipment for crop protection – Sprayer nozzles. Colour coding for identification. 5 pág. Switzerland.

Jayanthi, P.; Krishnam, P.; Kemble, L.J. 1998. Effect of nozzle wear and operating parameters on spray pattern distribution of 8004 fan nozzles. Paper nº 981023. ASAE Meeting Presentation. Orlando, Florida.

Jensen, P. K. 1999. Herbicide performance with low-volume low-drift and air-inclusion nozzles. In Brighton Crop Prot. Conf. on Weeds , 453-461. Hampshire, U.K.: BCPC.

Johnstone, D.R. 1973. Spreading and retention of agricultural sprays on foliage. In Pesticide Formulations. (Ed. W. Van Valkenburg). Pp.343-86. Marcel Dekker, New York.

Johnson, A. K.; Klein, R.N.; Martin, A.R.; Roeth, F.W. 2001. Efficacy with drift-reducing nozzles and additives. Abstract 56 (CD-ROM). Champaign, Ill: North Central Weed Science Society.

Kihm, U. 2005 Conferencia Primer Congreso de Invernada, AACREA
Disponible en: http://www.cartapolitica.org/index.php?modulo=ca_050627.php

Kirk, I.W. 2003. Spray Mix Adjuvants for Spray Drift Mitigation. Paper Number: AA03-003 An ASAE Meeting Presentation Reno, Nevada, USA.

Latanzzi, M. 2000. Historia argentina, la modernización económica.
<http://www.monografias.com/trabajos6/hisar/hisar2.shtml>

Leiva, P.D. 2009. Proyecto Especifico “Tecnologías innovativas para la aplicación de fitosanitario”. Situación de contexto. INTA. 32 p.

Marrs, R.H.; Frost, A.J.; Plant, R.A.; Lunnis, P. 1993. Determination of buffer zones to protect seedlings of non-target plants from the effects of glyphosate spray drift. Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 45, Issues 3-4, July 1993, Pages 283-293.

Masiá, G.; Fuica, A.M.; Venturelli, L.; Gonzalez Anta, G. 2008. Performance of various drift control additives. 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. Antalya-Türkiye.

Matthews, G. A. 1985. Application for the ground. Pesticide Application: Principles and Practice. Clarendon Press. Oxford. Pp. 95-177

Maybank, J.; Yoshida, K.; Wallace, K.; Peters, M. 1979. Herbicide spray drift and deposition characteristic for a prototype air cushion crop sprayer. Saskatchewan Research Council Report N° P 79-3.

Mc Cracken, T.; Bennett, A.; Jonasson, K. 1998. Improved spray efficacy and drift management for spray application using air to simultaneously atomize and propel spray droplets to the canopy. An ASAE Meeting Presentation. Paper N° 981016.

Miller, P.C.H., Hadfield, D., 1989. A simulation model of the spray drift from hydraulic nozzles. J. Agr. Eng. Res. 42, 135-147.

Matthews, G.A. and Thornhill E.W. (1994) Pesticide Application Equipment for use in Agriculture FAO.

Miller, P.C.H.; Butler Ellis, M.C.; Ellis, M.C.B. 1997. A review of spray generation, delivery to the target and how adjuvants influence the process. Plant Protection quarterly. 12: 1, 33-38.

Miller, P.C.H.; Butler Ellis, M.C. 2000. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. Crop Protection 19: 609-615.

Miralles, A.; Bogliani, M. 1993. Evaluation macroscopique du vent sur un jet pulverisation. B.C.P.C. Second international symposium on pesticides application techniques. Annales vol 1:117-124.

Miralles, A.; Boisgontier, D.; Bouvier, J.L. 1994. Comparison de derivé de différents produits phytosanitaires. Rapports n° 46, 130 p.

Molinari, A.M. 2005 Control biológico. Especies entomófagas en cultivos agrícolas - 1° ed. INTA - Centro Regional Santa Fe - EEA Oliveros. Abril de 2005 Editorial Editar.

Monsanto. 2007. "Biography of Dr. John Franz" Monsanto. Disponible en: <http://monsanto.mediaroom.com/index.php?s=43&item=543>

National Research Council. 1977. World food and nutrition study. National Academy of Science, Washington. EEUU.

Nebel, B.J.; Wright, R.T. 1996. Environmental science: the way the world works. 6th ed. Prentice Hall ; London. 698 p.

Nuyttens, D.; Baetens, K.; De Schampheleire, M.; Sonck, B. 2007. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. Biosystems engineering 97: 333-345.

Nuyttens, D.; Taylor, W.A.; De Schampheleire, M.; Verboven, P.; Dekeyser, D. 2009. Influence of nozzle type and size on drift potential by means of different wind tunnel evaluation methods. Biosystems engineering 103: 271–280.

Onorato, A.A.; Tesouro, M.O. 2004. Desempeño antideriva de una boquilla de pulverización agrícola de cono hueco inducida por aire. RIA, 33 (3): 3-13 INTA, Argentina.

Ozkan, M.E.; Reichard, D.L.; Ackerman, K.O. 1991. Effect of nozzle wear of spray pattern. Transactions of ASAE 35 (4): 1091-1096.

Ozkan, H.E.; Reichard, D.L.; Zhu H.; Ackerman, K.D. 1992. Effect of drift retardant chemicals on spray drift, droplet size and spray pattern. ASAE Paper No. 921613. ASAE, St. Joseph, MI 49085.

Ozkan, M.E.; Reichard, D.L. 1993. Effect of nozzle wear on flow rate, spray pattern and droplet size distribution of fan-pattern nozzles. Transactions of ASAE 38 (4): 1071-1080.

Ozkan, H.E.; Derksen, R.C. 1998. Effectiveness of Turbo drop® and Turbo Teejet® nozzles in drift reduction. Ohio State University Extension. AEX-0524-98. 7 pp.

Petrocelli, H. 1988. Historia Constitucional Argentina, Rosario, Editorial Keynes Universitaria.

Phillips, J.C.; Miller, P.C.H. 1999. Field and Wind Tunnel Measurements of the Airborne Spray Volume Downwind of Single Flat-Fan Nozzles. J. Agric. Engng Res. (1999) 72, 161-170.

Picot, J.J.C.; Kristmanson, D.D.; Basak Brown, N. 1986. Canopy deposit and off-target drift in forest aerial spraying. The effects of operational parameters. Transactions of the ASAE 29 (1): 90-96.

Piggott, S.J.; Matthews, G. A. 1999. Air Induction nozzles: a solution to spray drift? International Pest Control 41. 24 - 28.

Pimentel, D.; Lach, L.; Zúñiga, R.; Morrison, D. 1998. Environmental and economic costs associated with non – indigenous species in the United States. Ithaca, EEUU. Cornell University.

Planas de Marti, S. 1992. Aplicación de fitosanitarios. El control de los equipos de distribución. Hortofruticultura . 3:62-65

Price, P. W., Bouton, C.E.; Gross, P.; McPherson, B.A.; Thompson, J.N.; Weis, A.E. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. Annual Review of Ecology and Systematics 11: 41–65.

Reichard, D.L.; Zhu, H.; Fox, R.D.; Brazee, R.D. 1992. Wind tunnel evaluation of a computer program to model spray drift. Transactions of the ASAE 35(3): 755-758.

Rindos, D. 1987. The Origins of Agriculture: An Evolutionary Perspective. Academic Press.

Rins, E.C.; Winter, M.F. 1996. La Argentina Una historia para pensar 1776-1996. Editorial Kapeluz. Buenos Aires.

Riverside. 1998. Adjuvant technical handbook. Terra Industries Inc. Iowa. EE.UU. 48 pp.

Ruiz-Altisent, M.; Gil Sierra, J. 2000. La maquinaria agrícola en el siglo XX. Depto. de Ingeniería Rural. Universidad Politécnica de Madrid, España.

Salyani, M.; Cromwell, R.P. 1992. Spray drift from ground and aerial application. Transactions of the ASAE 35(4):1113-1120.

Sanderson; R.; Hewitt, A.J.; Huddlestont, E.W.; Ross, J.B. 1997. Relative drift potential and droplet size spectra of aerially applied Propanil formulations. Crop protection Vol. 16(8): 717-721

Selfa, J.; Anento, J.L. 1997. Plagas agrícolas y forestales. Bol. S.E.A. 20:75-91. Aragón, España.

Scobie, J.R. (1968). Resolución de las Pampas. Historia social del trigo Argentino. 1860 – 1910, Solar, Bs.As.

Sidahmed, M. M. 1996. A theory for predicting the size and velocity of droplets from pressure nozzles. Transactions of the ASAE 39(2): 385-391.

Smith, D.B.; Harris, F.D.; Goering, C.E; Butler, B.J. 1981. Equipment and variables for spray drift reduction. Proc. Fla. Conf. On Pesticide Application Technology, 77-91.

Smith, D.B.; Harris, F.D.; Butler, B.J. 1982. Shielded sprayer boom to reduce drift. Transactions of the ASAE 25(5): 1136-1147.

Smith, D.B.; Askew, S.D.; Morris, W.H.; Shaw D.R.; Boyette, M. 2000. Droplet size leaf morphology effects on pesticide spray deposition. Transactions of the ASAE 43(2): 255-259.

Southcombe, E.S.E.; Miller, P.C.H.; Ganzelmeier, H.; Van De Zande, J.C.; Miralles, A.; Hewitt, A.J. 1997. The international (BCPC) spray classification system including a drift potential factor. The 1997 Brighton crop protection conference, 371-380.

Stainier, C.; Destain, M.F.; Schiffers, B.; Lebeau, F. 2006. Droplet size spectra and drift effect of two phenmedipham formulations and four adjuvants mixtures. Crop Protection 25 (2006) 1238–1243.

Stewart, R.E.; Gratkowski, H. 1976. Aerial application equipment for herbicidal drift reduction. General technical report. USDA Forest Service, Portland, OR.

Strong, D. R., Lawton, J.H.; Southwood, T.R.E. 1984. Insects on plants. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. EEUU.

Threadgill, E.D. 1973. Evaluation of aerial electrostatic spray charging equipment. Mississippi Agric. Forestry. Bull. N° 65. 12 pp.

Threadgill, E.D.; Smith, D.B. 1975. Effects of physical an meteorological parameters on the drift of controlled size droplets. Transactions of the ASAE 18(1): 51-56.

Trujillo Rodríguez, C. M.; Marrero Martínez, Y. 2008. La estimación de las pérdidas agrícolas en condiciones de riesgo. Disponible en: <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH01ff.dir>

Ware, G.W.; Estes, B.J.; Cahill, W.P.; Gerhardt, P.D.; Frost, K.R. 1970. Pesticide drift III. Drift reduction with spray thickeners. *J. Economic Entomology*. 63(4): 1314-1316.

Wicke, H.; Bäcker, G.; Frießleben, R. 1999. Comparison of spray operator exposure during orchard spraying with hand-held equipment fitted with standard and air injector nozzles. *Crop Protection* 18: 509-516.

Yates, W.E.; Akesson, N.B.; Coutts, H.H. 1966. Evaluation of drift residues from aerial applications. *Transactions of the ASAE* 9 (3): 389-393, 397.

Yates, W.E.; Akesson, N.B.; Bayer, D.E. 1976. Effects of spray adjuvants on drift hazards *Transactions of the ASAE* 19 (1): 41-46.

Zerzan, J. 1994. *Future Primitive & Other Essays*. Ed. Autonomedia, Brooklyn, NY. ISBN:9781570270000. 192 p.

Zhu, H.; Reichard, L.D.; Fox, R.D.; Brazee, R.D.; Ozkan, H.E. 1994. Computer simulation of spray drift from ground sprayers. ASAE meeting presentation, Missouri, EEUU. Paper n° 941069.

Zhu, H.; Dexter, R. W.; Fox, R.D.; Reichard, D.L.; Brazee, R.D.; Ozkan, H.E. 1997. Effects of polymer composition and viscosity on droplet size of recirculated spray solutions. *Journal of Agricultural Engineering Research* Vol. 67(1): 35-45.

7. Anexo.

Tablas generadas por el programa "Statgraphics Plus 5.0" empleado para realizar los análisis estadísticos.

7.1. Salidas correspondiente al análisis sin viento.

7.1.1. Pastilla Agrotop Airmix Nodrift.

ANOVA Table for Volumen Sin Viento by Agrotop

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	858,638	3	286,213	50,77	0,0000
Within groups	202,946	36	5,63739		
Total (Corr.)	1061,58	39			

Multiple Range Tests for Volumen Sin Viento by Agrotop

Method: 95,0 percent LSD

Agrotop	Count	Mean	Homogeneous Groups
AG - 15	10	785,14	X
AG - 0	10	786,86	X
AG - 27	10	794,49	X
AG - 40	10	795,79	X

Contrast	Difference	+/- Limits
AG - 0 - AG - 15	1,72	2,15349
AG - 0 - AG - 27	*-7,63	2,15349
AG - 0 - AG - 40	*-8,93	2,15349
AG - 15 - AG - 27	*-9,35	2,15349
AG - 15 - AG - 40	*-10,65	2,15349
AG - 27 - AG - 40	-1,3	2,15349

* denotes a statistically significant difference.

7.1.2. Pastilla Teejet Air Induction.

ANOVA Table for Volumen Sin Viento by Teejet AI

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	529,365	3	176,455	49,41	0,0000
Within groups	124,985	35	3,571		
Total (Corr.)	654,35	38			

Multiple Range Tests for Volumen Sin Viento by Teejet AI

Method: 95,0 percent LSD

Teejet AI	Count	Mean	Homogeneous Groups
AI - 27	10	786,2	X
AI - 0	9	793,9	X
AI- 40	10	794,78	X
AI - 15	10	795,01	X

Contrast	Difference	+/- Limits
AI - 0 - AI - 15	-1,11	1,76267
AI - 0 - AI - 27	*7,7	1,76267
AI - 0 - AI- 40	-0,88	1,76267
AI - 15 - AI - 27	*8,81	1,71565
AI - 15 - AI- 40	0,23	1,71565
AI - 27 - AI- 40	*-8,58	1,71565

* denotes a statistically significant difference.

7.1.3. Pastilla Hypro Guardian.

ANOVA Table for Volumen Sin Viento by Hypro

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2767,93	3	922,643	143,53	0,0000
Within groups	231,408	36	6,428		
Total (Corr.)	2999,34	39			

Multiple Range Tests for Volumen Sin Viento by Hypro

Method: 95,0 percent LSD

Hypro	Count	Mean	Homogeneous Groups
HY - 0	10	804,79	X
HY - 15	10	810,49	X
HY - 27	10	815,39	X
HY - 40	10	827,37	X

Contrast	Difference	+/- Limits
HY - 0 - HY - 15	*-5,7	2,29954
HY - 0 - HY - 27	*-10,6	2,29954
HY - 0 - HY - 40	*-22,58	2,29954
HY - 15 - HY - 27	*-4,9	2,29954
HY - 15 - HY - 40	*-16,88	2,29954
HY - 27 - HY - 40	*-11,98	2,29954

* denotes a statistically significant difference.

7.1.4. Pastilla Lechler ID.

ANOVA Table for Volumen Sin Viento by Lechler

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	187,467	3	62,4889	13,21	0,0000
Within groups	170,311	36	4,73086		
Total (Corr.)	357,778	39			

Multiple Range Tests for Volumen Sin Viento by Lechler

Method: 95,0 percent LSD

Lechler	Count	Mean	Homogeneous Groups
LC - 40	10	771,35	X
LC - 27	10	775,46	X
LC - 15	10	775,83	X
LC - 0	10	777,13	X

Contrast	Difference	+/- Limits
LC - 0 - LC - 15	1,3	1,97276
LC - 0 - LC - 27	1,67	1,97276
LC - 0 - LC - 40	*5,78	1,97276
LC - 15 - LC - 27	0,37	1,97276
LC - 15 - LC - 40	*4,48	1,97276
LC - 27 - LC - 40	*4,11	1,97276

* denotes a statistically significant difference.

7.1.5. Pastilla Teejet TTI.

ANOVA Table for Volumen Sin Viento by Teejet TTI

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	3011,71	3	1003,9	216,39	0,0000
Within groups	167,017	36	4,63936		
Total (Corr.)	3178,73	39			

Multiple Range Tests for Volumen Sin Viento by Teejet TTI

Method: 95,0 percent LSD

Teejet TTI	Count	Mean	Homogeneous Groups
TTI - 40	10	772,66	X
TTI - 27	10	775,84	X
TTI - 15	10	786,79	X
TTI - 0	10	794,4	X

Contrast	Difference	+/- Limits
TTI - 0 - TTI - 15	*7,61	1,95359
TTI - 0 - TTI - 27	*18,56	1,95359
TTI - 0 - TTI - 40	*21,74	1,95359
TTI - 15 - TTI - 27	*10,95	1,95359
TTI - 15 - TTI - 40	*14,13	1,95359
TTI - 27 - TTI - 40	*3,18	1,95359

* denotes a statistically significant difference.

7.2. Salidas correspondiente al análisis con viento.

7.2.1. Pastilla Agrotop Airmix Nodrift.

ANOVA Table for Volumen Derivado by Agrotop

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	177,92	3	59,3065	694,97	0,0000
Within groups	3,0721	36	0,0853362		
Total (Corr.)	180,992	39			

Multiple Range Tests for Volumen Derivado by Agrotop

Method: 95,0 percent LSD			
Agrotop	Count	Mean	Homogeneous Groups
AG - 40	10	12,4329	X
AG - 27	10	13,6276	X
AG - 15	10	15,3718	X
AG - 0	10	18,0413	X

Contrast	Difference	+/- Limits
AG - 0 - AG - 15	*2,66955	0,264954
AG - 0 - AG - 27	*4,41372	0,264954
AG - 0 - AG - 40	*5,6084	0,264954
AG - 15 - AG - 27	*1,74417	0,264954
AG - 15 - AG - 40	*2,93885	0,264954
AG - 27 - AG - 40	*1,19468	0,264954

* denotes a statistically significant difference.

7.2.2. Pastilla Teejet Air Induction.

ANOVA Table for Volumen Derivado by Teejet AI

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	181,321	3	60,4403	870,51	0,0000
Within groups	2,43007	35	0,0694305		
Total (Corr.)	183,751	38			

Multiple Range Tests for Volumen Derivado by Teejet AI

Method: 95,0 percent LSD			
Teejet AI	Count	Mean	Homogeneous Groups
AI- 40	10	6,42442	X
AI - 27	10	9,24701	X
AI - 15	10	10,5156	X
AI - 0	9	12,4061	X

Contrast	Difference	+/- Limits
AI - 0 - AI - 15	*1,89052	0,245782
AI - 0 - AI - 27	*3,1591	0,245782
AI - 0 - AI- 40	*5,98169	0,245782
AI - 15 - AI - 27	*1,26858	0,239227
AI - 15 - AI- 40	*4,09117	0,239227
AI - 27 - AI- 40	*2,82259	0,239227

* denotes a statistically significant difference.

7.2.3. Pastilla Hypro Guardian.

ANOVA Table for Volumen Derivado by Hypro

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	23,7986	3	7,93287	174,25	0,0000
Within groups	1,63889	36	0,0455248		
Total (Corr.)	25,4375	39			

Multiple Range Tests for Volumen Derivado by Hypro

Method: 95,0 percent LSD			
Hypro	Count	Mean	Homogeneous Groups
HY - 40	10	11,6192	X
HY - 15	10	12,8897	X
HY - 27	10	13,201	X
HY - 0	10	13,7104	X

Contrast	Difference	+/- Limits
HY - 0 - HY - 15	*0,820676	0,193521
HY - 0 - HY - 27	*0,509364	0,193521
HY - 0 - HY - 40	*2,0912	0,193521
HY - 15 - HY - 27	*-0,311312	0,193521
HY - 15 - HY - 40	*1,27053	0,193521
HY - 27 - HY - 40	*1,58184	0,193521

* denotes a statistically significant difference.

7.2.4. Pastilla Lechler ID.

ANOVA Table for Volumen Derivado by Lechler

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	97,0898	3	32,3633	334,54	0,0000
Within groups	3,48262	36	0,0967396		
Total (Corr.)	100,572	39			

Multiple Range Tests for Volumen Derivado by Lechler

Method: 95,0 percent LSD			
Lechler	Count	Mean	Homogeneous Groups
LC - 40	10	6,11914	X
LC - 15	10	7,93344	X
LC - 27	10	8,09584	X
LC - 0	10	10,5027	X

Contrast	Difference	+/- Limits
LC - 0 - LC - 15	*2,56931	0,282102
LC - 0 - LC - 27	*2,40691	0,282102
LC - 0 - LC - 40	*4,38361	0,282102
LC - 15 - LC - 27	-0,162401	0,282102
LC - 15 - LC - 40	*1,8143	0,282102
LC - 27 - LC - 40	*1,9767	0,282102

* denotes a statistically significant difference.

7.2.5. Pastilla Teejet TTI.

ANOVA Table for Volumen Derivado by Teejet TTI

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	97,3933	3	32,4644	435,68	0,0000
Within groups	2,68251	36	0,0745142		
Total (Corr.)	100,076	39			

Multiple Range Tests for Volumen Derivado by Teejet TTI

Method: 95,0 percent LSD			
Teejet TTI	Count	Mean	Homogeneous Groups
TTI - 15	10	5,41441	X
TTI - 40	10	6,27702	X
TTI - 0	10	8,53474	X
TTI - 27	10	9,20422	X

Contrast	Difference	+/- Limits
TTI - 0 - TTI - 15	*3,12034	0,247585
TTI - 0 - TTI - 27	*-0,669474	0,247585
TTI - 0 - TTI - 40	*2,25773	0,247585
TTI - 15 - TTI - 27	*-3,78981	0,247585
TTI - 15 - TTI - 40	*-0,862612	0,247585
TTI - 27 - TTI - 40	*2,9272	0,247585

* denotes a statistically significant difference.

8. Agradecimientos.

A mis padres.

A Sebastián Duro (T. P. A.), colega cotidiano de labores, por su incondicional apoyo y esmerada labor en la obtención de datos del presente trabajo.

A Oscar Pozzolo (Dr. Ing. Agr.) por sus valiosos aportes en la dirección de mi tesis.

A todos aquellos que soportaron mis diferentes estados de ánimo durante la elaboración del ensayo.