



UNIVERSIDAD DE BELGRANO

Facultad de Ciencias Económicas

Tecnicatura Universitaria en Producción Agraria

Trabajo Final Integrador

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL USO DE DRONES
PARA PULVERIZACIÓN EN CULTIVOS**

Autor: Lautaro Nicolas Sainz

N° de matrícula: 000-19-4753

Tutores: Ing. Agr. Hugo Miniño - Lic. Econ. Agrop. Ignacio Garcarena

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mi familia, por el apoyo incondicional, la confianza y el acompañamiento brindado a lo largo de toda mi formación académica. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y la constancia, e impulsarme siempre a crecer tanto personal como profesionalmente.

También dedico este trabajo a mi novia, a quien conocí gracias a esta carrera y que, sin imaginarlo, terminó convirtiéndose en una de las personas más importantes de mi vida. Asimismo, agradezco a todas las personas que me acompañaron durante este camino universitario, brindándome apoyo y motivación en cada etapa.

Pero, especialmente, me dedico este trabajo a mí mismo, por haber tenido el valor de escucharme en un momento difícil y animarme a seguir aquello que anhelaba desde hacía mucho tiempo: encontrar un vínculo con el campo, un lugar en el que finalmente descubrí mi verdadera pasión y mi lugar en el mundo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad de Belgrano y a los docentes de la Tecnicatura Universitaria en Producción Agraria por los conocimientos y herramientas brindados durante toda la carrera.

Agradezco especialmente a mis tutores, Ing. Agr. Hugo Miniño y Lic. Econ. Agrop. Ignacio Garciarena, y al Director de la carrera, Lic. Santiago Morgantini, por la orientación, predisposición y acompañamiento brindados durante la realización del presente Trabajo Final Integrador. En especial, agradezco a Santiago por los consejos, el apoyo y la ayuda brindada a lo largo de estos dos años y medio de carrera.

Asimismo, agradezco a mi familia y amigos por el apoyo constante, la paciencia y la motivación brindados a lo largo de todo este proceso académico.

También agradezco al establecimiento “Momentos” por permitir utilizar información y referencias productivas para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, quiero agradecer especialmente a Flavio Tognelli y a mi madre, Fernanda Correa, quienes con mucho esfuerzo y dedicación hicieron posible que pudiera llevar adelante esta carrera universitaria. Gracias a su apoyo, hoy me encuentro más cerca de alcanzar uno de mis mayores objetivos: obtener mi título universitario en Producción Agraria.

RESUMEN

El presente Trabajo Final Integrador tiene como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica del uso de drones agrícolas para pulverización en cultivos extensivos, tomando como referencia el establecimiento “Momentos”, ubicado en Santa Lucía, partido de San Pedro, provincia de Buenos Aires.

Para el desarrollo del trabajo se realizó un análisis comparativo entre el dron agrícola DJI Agras T100 y la pulverizadora terrestre John Deere 4730, considerando variables técnicas, operativas y económicas.

Los resultados obtenidos demuestran que las pulverizadoras terrestres continúan siendo más eficientes en grandes superficies agrícolas debido a su elevada capacidad operativa. Sin embargo, los drones agrícolas presentan ventajas importantes en aplicaciones localizadas, lotes de difícil acceso y situaciones donde la precisión y el ahorro de insumos resultan prioritarios.

Finalmente, se concluye que ambas tecnologías pueden complementarse dentro de los sistemas modernos de producción agrícola y agricultura de precisión.

Palabras claves: agricultura de precisión, drones agrícolas, pulverización, eficiencia, cultivos extensivos.

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
Capítulo 1	7
1.1 Introducción	7
1.2 Objeto de estudio	7
1.3 Estado del arte	8
1.4 Justificación	8
1.5 Delimitación	9
1.5.1 Delimitación espacial	9
1.6 Problematización	12
1.6.1 Preguntas de investigación	12
1.7 Objetivos	13
1.7.1 Objetivo general.....	13
1.7.2 Objetivos específicos.....	13
Capítulo 2	13
2.1 Características zonales	13
2.2 Suelo.....	15
2.3 Clima	17
Capítulo 3	18
3.1 Marco metodológico	18
Capítulo 4	20
4.1 Resultados	20
4.1.1 Características técnicas de los equipos analizados	20
4.1.2 Comparación operativa	22
4.1.3 Comparación económica	23
4.1.4 Recupero estimado de la inversión	26
4.1.5 Situación de uso más conveniente.....	27

4.2 Principales drones agrícolas disponibles en el mercado.	29
Capítulo 5	30
5.1 Conclusiones	30
REFERENCIAS.....	32

Capítulo 1

1.1 Introducción

La producción agrícola actualmente enfrenta el desafío de mejorar la eficiencia en el uso de insumos, reducir costos operativos y optimizar los procesos productivos. Dentro de estas prácticas, las aplicaciones fitosanitarias cumplen un rol fundamental en el control de malezas, plagas y enfermedades, impactando directamente en los rendimientos de los cultivos.

Tradicionalmente, estas aplicaciones se realizan mediante pulverizadoras terrestres o aéreas, las cuales presentan limitaciones en términos de precisión, accesibilidad a determinadas áreas del lote y eficiencia en el uso de productos.

En los últimos años, el desarrollo de tecnologías de agricultura de precisión ha impulsado la incorporación de drones como herramienta para la pulverización, entre otras, permitiendo mejorar la calidad de aplicación, reducir el uso de insumos y aumentar la eficiencia operativa.

En este contexto, el presente trabajo se propone analizar el uso de drones en pulverización en cultivos, evaluando su desempeño técnico y su viabilidad económica en comparación con los métodos tradicionales, tomando como referencia un establecimiento agrícola real.

1.2 Objeto de estudio

El presente trabajo tiene como objeto de estudio el Establecimiento Momentos, ubicado en Santa Lucía, Partido de San Pedro. El mismo se dedica a la producción de cultivos, principalmente (soja, maíz y trigo), sobre una superficie de 37 hectáreas.

1.3 Estado del arte

Actualmente, las aplicaciones fitosanitarias en el establecimiento se realizan mediante contratista.

Este sistema permite cubrir la superficie productiva de manera eficiente en condiciones normales; sin embargo, presenta ciertas limitaciones tales como: dificultades de acceso en condiciones de suelo húmedo, menor precisión en aplicaciones localizadas, costos operativos asociados al uso de maquinaria, posibles pérdidas por deriva o superposición

Los drones de uso agrícola, especialmente los de tipo multirrotor, permiten realizar pulverizaciones a baja altura, con control automatizado de variables operativas como velocidad de vuelo, altura y caudal de aplicación. Estas características posibilitan una mayor precisión en la distribución del producto, reduciendo la deriva y mejorando la eficiencia del uso de insumos. Además, su capacidad para operar en terrenos de difícil acceso o en condiciones donde la maquinaria tradicional no puede ingresar representa una ventaja significativa desde el punto de vista operativo. (INTA, 2025)

En términos económicos, el uso de drones plantea un escenario de análisis particular, en el cual su viabilidad no depende únicamente del costo operativo directo, sino también de su capacidad para generar ahorros en insumos, mejorar la oportunidad de aplicación y reducir pérdidas productivas.

1.4 Justificación

La elección del presente tema se fundamenta en la necesidad de evaluar nuevas tecnologías que permitan mejorar la eficiencia de las aplicaciones fitosanitarias.

El uso de drones representa una innovación dentro del sistema productivo agrícola, con potencial para: incrementar la precisión en la aplicación, reducir el uso de insumos, disminuir costos operativos en determinadas condiciones, permitir el acceso a zonas de difícil ingreso, evitar la compactación de suelos generado por la maquinaria

Por lo tanto, resulta pertinente analizar su implementación desde un enfoque técnico y económico en el contexto del establecimiento estudiado.

1.5 Delimitación

1.5.1 Delimitación espacial

El establecimiento Momentos, se encuentra ubicado en Santa Lucia partido de San Pedro, sobre la Ruta 3005 a 4,5 km de la Ruta 191.

El establecimiento se encuentra a 2,6 km del pueblo Santa Lucia y a 3,6 km del pueblo Doyle.

Coordenadas del establecimiento: -33.89522187226407, -59.861140649020605. (Google maps)

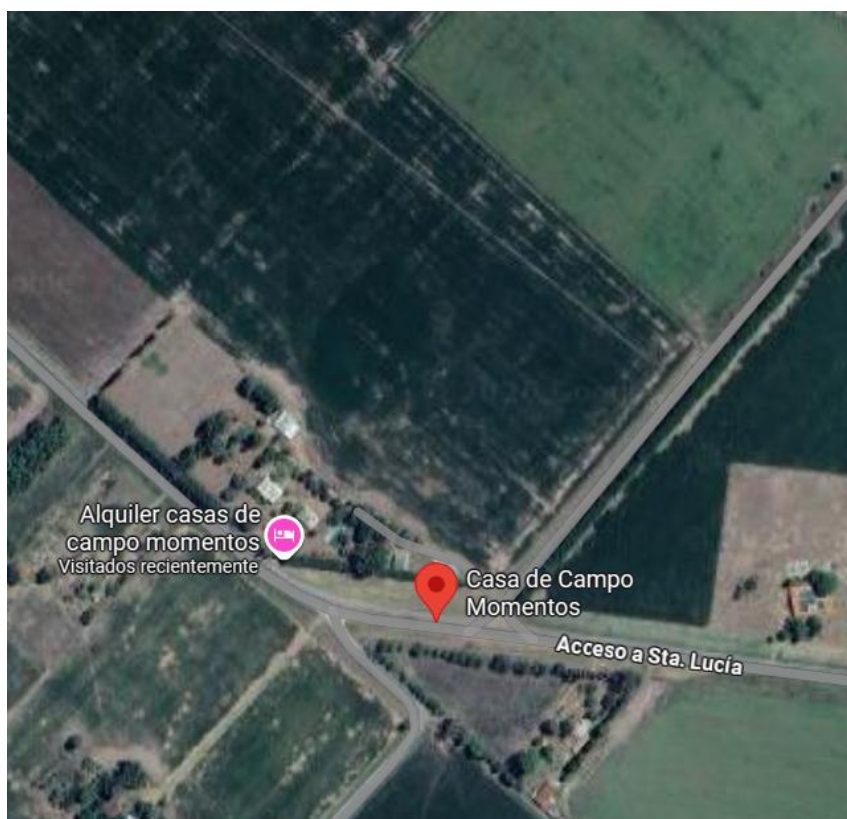


Imagen 1 Establecimiento Momentos

Nota. Geolocalización del establecimiento, por Google maps, 2026.



Imagen 2 Establecimiento Momentos, entrada principal

Nota. Fachada de la entrada principal del establecimiento, por Google maps, 2026.



Imagen 3 Establecimiento Momentos, entrada secundaria

Nota. Fachada de la entrada secundaria del establecimiento, por Google maps, 2026.

1.6 Problematización

En los sistemas agrícolas, las aplicaciones fitosanitarias se realizan principalmente mediante pulverizadoras terrestres, las cuales permiten cubrir grandes superficies con costos relativamente bajos por hectárea. Sin embargo, estos sistemas presentan limitaciones en términos de precisión, eficiencia en el uso de insumos y dificultades operativas en determinadas condiciones del lote, como suelos húmedos o sectores de difícil acceso.

En este contexto, los drones surgen como una alternativa tecnológica que permite realizar aplicaciones más exactas y localizadas, optimizando el uso de productos. No obstante, presentan limitaciones en su capacidad operativa y autonomía, lo que puede afectar su desempeño en superficies extensas.

Desde el punto de vista económico, los sistemas convencionales suelen ser más eficientes en grandes escalas, mientras que los drones pueden resultar más convenientes en situaciones particulares donde la precisión y el acceso sean determinantes.

Por lo tanto, se plantea la necesidad de evaluar comparativamente ambos sistemas, analizando sus diferencias en términos de costo y eficiencia, a fin de determinar en qué condiciones el uso de drones resulta más adecuado dentro de la producción agrícola extensiva.

1.6.1 Preguntas de investigación

¿Cuál es la eficiencia del sistema actual de aplicaciones fitosanitarias?

¿Qué ventajas técnicas presenta el uso de drones en pulverización?

¿Qué diferencias económicas existen entre el uso de drones y los métodos tradicionales?

¿En qué condiciones resulta más conveniente la utilización de drones?

¿Cuál de los dos métodos es más preciso?

¿Qué beneficios se encuentra entre la utilización de drones respecto el terrestre?

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica y económica del uso de drones para pulverización en cultivos.

1.7.2 Objetivos específicos

Analizar el funcionamiento del sistema actual de pulverización utilizado en el establecimiento.

Evaluar las características técnicas del uso de drones agrícolas en aplicaciones fitosanitarias.

Comparar técnica y económicamente el uso de drones y pulverizadoras terrestres.

Determinar las condiciones productivas en las cuales cada tecnología resulta más eficiente.

Capítulo 2

2.1 Características zonales

Santa Lucía es una localidad del partido de San Pedro, al noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se encuentra a 37 km de la ciudad de San Pedro por la Ruta Provincial 191 y a 40 km de Arrecifes por la misma ruta.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), el partido de San Pedro cuenta con una población aproximada de 60.000 habitantes (proyección al 1 de julio de 2025)

El establecimiento se encuentra a 2,6 km del pueblo Santa Lucía y a 3,6 km del pueblo Doyle.

Es una localidad agrícola, con infraestructura vial consolidada (Ruta 191), destacada producción de cítricos y granos, y conectividad directa al puerto local de San Pedro que se encuentra a unos 30 – 40 km y situada a unos 170-180 km de Buenos Aires. Establecimiento momentos y el pueblo Santa Lucía

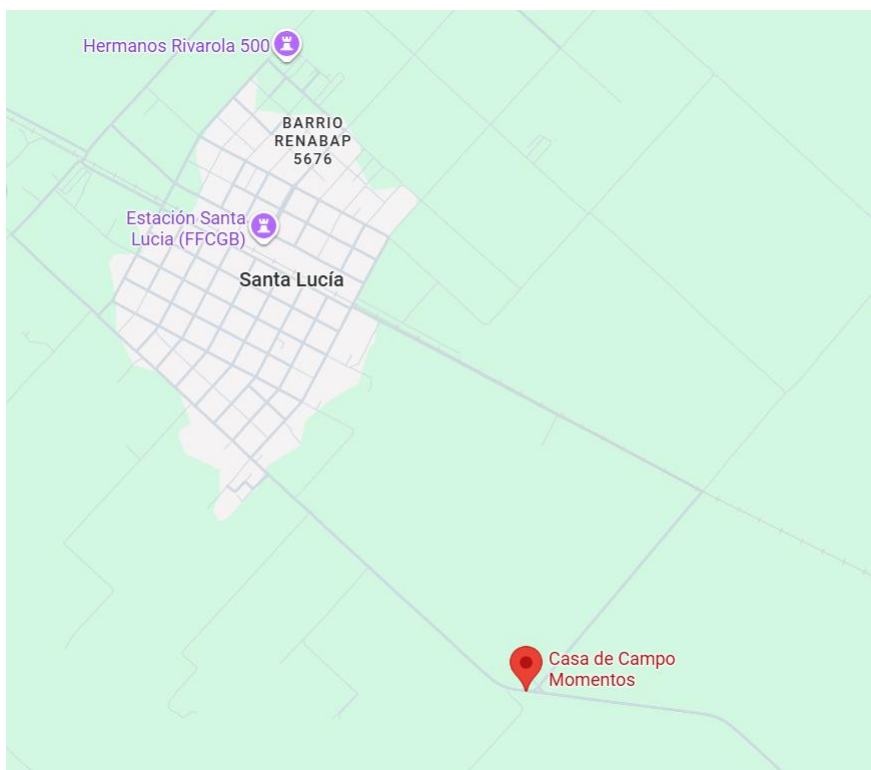


Imagen 4 Ubicación del establecimiento respecto al pueblo Santa Lucía

Nota. Geolocalización y distancia del establecimiento al pueblo, por Google maps, 2026.

2.2 Suelo

Es un suelo pardo grisáceo muy oscuro, algo pobremente drenado, alcalino sódico desde los 15 cm de profundidad, desarrollado sobre sedimentos loésicos franco limosos gruesos, en áreas de suaves y largas pendientes de cañadas o bajos de los arroyos Manantiales, Río Tala, Burgos y Pavón. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, s.f.)



Imagen 5 Delimitación satelital del establecimiento “Momentos”

Nota. Imagen obtenida del Visor GeoINTA (INTA, 2026).

Horizontes	A	An	Btn1	Btn2	BCcn	Cc
Profundidad (cm)	0-14	14-28	28-60	60-95	95-135	135-160
Mat. orgánica (%)	3,02	2,24	0,69	0,29	0,19	0,15
Carbono total (%)	1,75	1,30	0,40	0,17	0,11	0,09
Nitrógeno (%)	0,183	0,135	0,071	0,042	0,028	-
Relación C/N	10	10	6	4	4	-
Arcilla <2 μ (%)	24,4	23,6	49,2	34,2	28,2	22,6
Limo 2-20 μ (%)	-	-	-	-	-	-
Limo 2-50 μ (%)	69,7	67,8	47,2	60,9	67,1	71,4
AMF 50-75 μ (%)	-	-	-	-	-	-
AMF 75-100 μ (%)	-	-	-	-	-	-
AMF 50-100 μ (%)	5,1	7,6	3,4	4,7	4,4	5,6
AF 100-250 μ (%)	0,8	1,1	0,2	0,2	0,3	0,4
AM 250-500 μ (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AG 500-1000 μ (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AMG 1-2 mm (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calcáreo (%)	0,0	0,0	0,9	3,0	1,5	1,5
Eq.humedad (%)	25,9	25,2	52,4	33,3	30,2	29,0
Re.pasta.Ohms	-	-	-	-	-	-
Cond. mmhos/cm	-	-	-	-	-	-
pH en pasta	5,3	6,1	8,0	8,0	7,7	7,5
pH H ₂ O 1:2,5	5,6	6,6	8,5	8,7	8,4	8,0
pH KCL 1:2,5	-	-	-	-	-	-
Cationes de cambio						
Ca++ m.eq./100gr	9,3	9,4	-	-	-	-
Mg++ m.eq./100gr	3,2	3,2	-	-	-	-
Na+ m.eq./100gr	0,6	2,5	10,0	6,0	2,2	1,3
K+ m.eq./100gr	2,3	1,4	3,4	3,2	2,7	2,4
H+ m.eq./100gr	4,4	2,8	-	-	-	-
Na (% de T)	3	13	30	22	9	6
V.S m.eq./100gr	15,4	16,5	-	-	-	-
CIC m.eq./100gr	19,8	18,6	33,2	26,8	24,5	22,5
Sat.con bases (%)	78	89	-	-	-	-

Imagen 6 Serie de suelos de Santa Lucía, partido de San Pedro, provincia de Buenos Aires.

Nota. Adaptado de Instituto de Suelos – INTA (s.f.).

2.3 Clima

En San Pedro, la temporada de lluvia es muy caliente, bochornosa y parcialmente nublada y la temporada seca es cómoda y mayormente despejada. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 8 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 2 °C o sube a más de 37 °C.

La temporada fresca dura 2,8 meses, del 9 de mayo al 3 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 23 °C. El mes más frío del año en San Pedro es julio, con una temperatura mínima promedio de 8 °C y máxima de 21 °C.

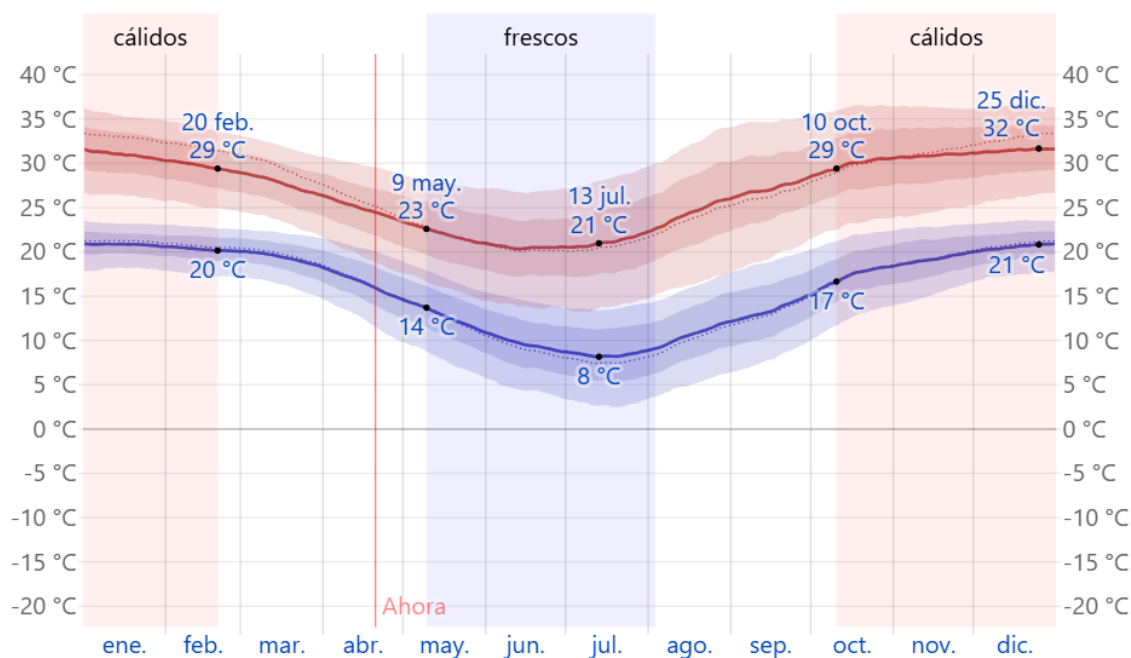


Imagen 7 Clima promedio a lo largo de los años

Nota. Imagen obtenida de WeatherSpark (s.f.).

La temporada de lluvia dura 7,3 meses, del 1 de octubre al 10 de mayo, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en San Pedro es febrero, con un promedio de 152 milímetros de lluvia.

El periodo del año sin lluvia dura 4,7 meses, del 10 de mayo al 1 de octubre; siendo Julio el mes con menos lluvia, con un promedio de 3 milímetros. (Weather Spark)

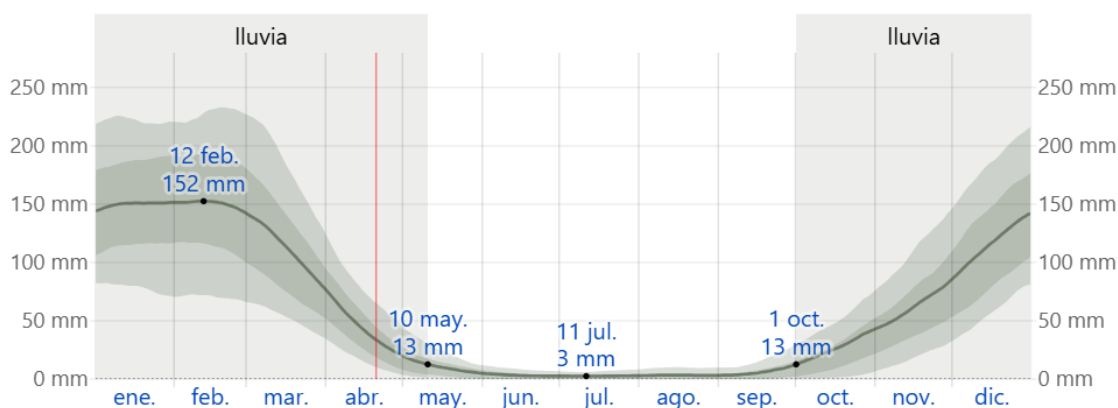


Imagen 8 Lluvia promedio a lo largo de los años.

Nota. Imagen obtenida de WeatherSpark (s.f.).

“Este informe ilustra el clima típico en San Pedro, basado en un análisis estadístico de informes climatológicos históricos por hora y reconstrucciones de modelos del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2016” (WeatherSpark, s.f.).

Capítulo 3

3.1 Marco metodológico

El presente trabajo se desarrollará mediante un estudio comparativo técnico y económico entre el uso de drones agrícolas y pulverizadoras terrestres convencionales para aplicaciones

fitosanitarias en cultivos extensivos. El objetivo de este análisis, será evaluar las características operativas de ambas tecnologías, determinando sus ventajas, limitaciones y condiciones de utilización más convenientes según el tipo de aplicación y las características del lote.

Para el desarrollo del trabajo se seleccionará un dron agrícola de pulverización utilizado actualmente en el mercado, tomando como referencia sus características técnicas principales, entre ellas la capacidad del tanque, autonomía de vuelo, rendimiento operativo por hectárea, ancho de aplicación, tiempo de trabajo, consumo energético y costo de adquisición. Asimismo, se analizarán aspectos relacionados con la precisión de pulverización, facilidad operativa y limitaciones climáticas o técnicas que puedan afectar su desempeño.

De manera complementaria, se evaluará una pulverizadora terrestre convencional utilizada habitualmente en sistemas agrícolas extensivos de la región. En este caso se considerarán variables como capacidad del tanque, ancho de labor, rendimiento operativo, consumo de combustible, costos operativos, inversión inicial y eficiencia de aplicación.

La comparación entre ambas tecnologías se realizará mediante el análisis de diferentes variables técnicas y económicas, tales como capacidad de trabajo, costo operativo por hectárea, consumo energético o de combustible, tiempo requerido para realizar las aplicaciones, necesidad de mano de obra, impacto sobre el cultivo, compactación del suelo y accesibilidad a sectores donde las pulverizadoras terrestres presentan dificultades operativas.

Los datos utilizados para el análisis serán obtenidos a partir de bibliografía técnica, publicaciones especializadas, información suministrada por fabricantes, artículos científicos y valores de mercado actualizados. Además, podrán considerarse referencias provenientes de productores o contratistas vinculados al uso de estas tecnologías en sistemas agrícolas reales.

Finalmente, la información recopilada será analizada, en qué situaciones el uso de drones agrícolas resulta técnica y económicamente conveniente y en cuáles las pulverizadoras terrestres continúan representando una alternativa más eficiente. A partir de ello, se buscará establecer una evaluación integral de ambas tecnologías aplicadas a la pulverización en cultivos extensivos.

Capítulo 4

4.1 Resultados

4.1.1 Características técnicas de los equipos analizados

Para el desarrollo del presente análisis se seleccionaron dos tecnologías de última generación de pulverización utilizadas en la actualidad en la producción agrícola: el dron agrícola DJI Agras T100 y la pulverizadora autopropulsada John Deere 4730.

El DJI Agras T100 representa una nueva generación de drones agrícolas orientados a aplicaciones de precisión, permitiendo realizar, entre otras cosas de relevancia, pulverizaciones aéreas mediante sistemas automatizados de navegación y control de caudal.

Por otro lado, la pulverizadora John Deere 4730 constituye uno de los equipos terrestres más utilizados en agricultura extensiva, destacándose por su elevada capacidad operativa y rendimiento por jornada de trabajo.

Característica	DJI Agras T100	John Deere 4730
Tipo de equipo	Drone agrícola pulverizador	Pulverizadora autopropulsada
Capacidad del tanque	100 litros	3.000 litros
Ancho de labor	10 a 15 metros	30 a 36 metros
Rendimiento operativo	20 a 40 ha/h	120 a 200 ha/h
Fuente de energía	Baterías eléctricas	Motor diésel
Potencia	Motores eléctricos	245 HP aprox.
Autonomía	8 a 15 min por batería	Jornada completa
Velocidad de trabajo	20-30 km/h	20-35 km/h
Compactación del suelo	Nula	Presente
Daño sobre cultivo	Muy bajo	Puede existir
Trabajo en lotes húmedos	Muy eficiente	Limitado
Costo aproximado	USD 42.000–45.000	USD 180.000–300.000

Imagen 9 Comparación técnica entre el drone agrícola DJI Agras T100 y la pulverizadora John Deere 4730.

Nota. Elaboración propia a partir de información técnica de DJI Agriculture (2026) y John Deere (2026)

4.1.2 Comparación operativa

A partir del análisis técnico realizado, se observa que la pulverizadora John Deere 4730 presenta una capacidad operativa considerablemente superior en términos de hectáreas trabajadas por hora y autonomía de trabajo.

La gran capacidad de su tanque y el ancho de labor permiten cubrir superficies extensas en menor tiempo, siendo una ventaja importante en planteos agrícolas de gran escala.

Sin embargo, el dron DJI Agras T100 presenta ventajas significativas relacionadas con la precisión de aplicación y la accesibilidad operativa. Al tratarse de una aplicación aérea a baja altura, se reduce el riesgo de compactación del suelo y el daño mecánico sobre el cultivo.

Asimismo, el dron permite trabajar en sectores donde las pulverizadoras terrestres presentan dificultades de ingreso, especialmente en lotes húmedos o anegados.

Además de las ventajas relacionadas con el acceso y la precisión de aplicación, los drones agrícolas permiten realizar pulverizaciones localizadas sobre sectores específicos del lote donde se detectan malezas, enfermedades o focos puntuales de plagas. Esta característica representa una ventaja importante dentro de la agricultura de precisión, ya que posibilita reducir el volumen total de producto aplicado y optimizar el uso de fitosanitarios.

En comparación, las pulverizadoras terrestres convencionales generalmente realizan aplicaciones continuas sobre superficies completas, incluso en sectores donde la presencia de malezas o enfermedades puede ser reducida o inexistente. Si bien algunos equipos modernos incorporan tecnologías de corte por secciones y sistemas de agricultura de precisión, el nivel de localización y flexibilidad operativa de los drones continúa siendo superior en aplicaciones específicas.

Como consecuencia, el uso de drones puede generar una disminución en el consumo de productos fitosanitarios, reduciendo costos operativos y minimizando el impacto ambiental asociado a las aplicaciones agrícolas.

4.1.3 Comparación económica

Desde el punto de vista económico, la diferencia principal entre ambas tecnologías se encuentra en la inversión inicial y la capacidad de trabajo.

Para estimar los costos operativos de ambas tecnologías se consideraron los principales componentes de costo asociados a una aplicación fitosanitaria. En el caso del dron agrícola DJI Agras T100, se contemplaron los costos vinculados al consumo energético para la recarga de baterías, amortización y reposición de baterías, mantenimiento preventivo, desgaste de hélices y componentes electrónicos, mano de obra del operador y logística de abastecimiento. Por su parte, para la pulverizadora John Deere 4730 se consideraron los costos de combustible, lubricantes, mantenimiento mecánico, neumáticos, reparaciones, mano de obra y amortización del equipo.

La pulverizadora John Deere 4730 posee un costo de adquisición significativamente mayor debido a su tamaño, potencia y capacidad operativa. No obstante, presenta menores costos operativos por hectárea cuando se trabaja sobre grandes superficies agrícolas.

Por otro lado, el dron DJI Agras T100 requiere una inversión inicial menor y menores costos relacionados con combustible y mantenimiento mecánico. Sin embargo, su menor autonomía y capacidad de trabajo pueden limitar su eficiencia económica en explotaciones de gran escala.

En establecimientos pequeños o medianos, o en situaciones donde la precisión y el acceso resulten prioritarios, el uso de drones puede representar una alternativa técnica y económicamente viable.

En relación con la inversión inicial, se observa una diferencia significativa entre ambas tecnologías.

El dron agrícola DJI Agras T100 posee un valor aproximado de mercado de entre 42.000 y 45.000 dólares, dependiendo de la configuración del equipo, cantidad de baterías y accesorios incluidos.

Por otra parte, la pulverizadora autopropulsada John Deere 4730 presenta un valor considerablemente superior, estimado entre 180.000 y 300.000 dólares según el estado del equipo, nivel tecnológico y equipamiento incorporado.

Desde el punto de vista económico, el recupero de inversión depende principalmente de: la cantidad de hectáreas trabajadas, el costo operativo, el ahorro generado y la frecuencia de utilización.

En el caso del dron agrícola, la menor inversión inicial permite alcanzar un recupero más rápido en establecimientos pequeños o medianos, especialmente cuando se realizan aplicaciones localizadas o trabajos específicos donde la precisión representa una ventaja económica.

Considerando un uso frecuente durante las campañas agrícolas y servicios a terceros, el recupero de la inversión podría lograrse trabajando x cantidad de hectáreas anuales, dependiendo del valor cobrado por aplicación y los costos operativos.

En cambio, la pulverizadora terrestre requiere una escala de trabajo considerablemente mayor para justificar la inversión inicial, siendo más eficiente económicamente en establecimientos de gran superficie o contratistas que realizan aplicaciones masivas.

Debido a su elevada capacidad operativa, este tipo de maquinaria generalmente necesita trabajar varias hectáreas por campaña para alcanzar un recupero económico adecuado.

La estimación de las hectáreas necesarias para amortizar la inversión se realizó relacionando el valor promedio de adquisición de cada equipo con el margen bruto que se percibe por cada hectárea trabajada. De forma simplificada, el cálculo puede expresarse mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Hectáreas para amortizar} = \text{Valor de adquisición} / \text{Margen bruto por hectárea}$$

Considerando los márgenes utilizados en el análisis económico del presente trabajo, se obtuvieron las siguientes hectáreas necesarias para amortizar cada equipo.

Las hectáreas necesarias para amortizar la inversión fueron estimadas mediante la relación entre el valor de adquisición de cada equipo y el margen bruto promedio generado por hectárea trabajada. Para el DJI Agras T100 se utilizó un valor de USD 43.500 y un margen estimado de USD 32 por hectárea y un costo operativo medio de USD 27 por hectárea se establece un margen bruto de USD 5 por hectárea (Cálculo: $43.500 / 5 = 8.700$ ha necesarias para amortizar). Para la pulverizadora John Deere 4730 se consideró un valor de USD 240.000 y un margen estimado de USD 21 por hectárea y un costo operativo de USD 17 por hectárea, se establece un margen bruto de USD 4 por hectárea (Cálculo: $240.000 / 4 = 60.000$ ha necesarias para amortizar).

Concepto	Dron Agrícola (DJI Agras T100)	Pulverizadora Autopropulsada (John Deere 4730)
Inversión Inicial	USD 43.500	USD 240.000
Tarifa estimada del servicio (por ha)	USD 32,00	USD 21,00
Costo Operativo estimado (por ha)	USD 27,00	USD 17,00
Margen Bruto (por ha)	USD 5,00	USD 4,00
Hectáreas necesarias para amortizar	8.700 ha	60.000 ha

Imagen 10 Comparación económica estimada entre el dron agrícola DJI Agras T100 y la pulverizadora John Deere 4730.

Nota. Elaboración propia a partir de información técnica y valores aproximados de mercado.

4.1.4 Recupero estimado de la inversión

Si bien el dron DJI Agras T100 no posee requerimientos de combustible, pero si mantenimiento mecánico ante una pulverizadora autopropulsada, su costo operativo por hectárea puede resultar superior debido a su menor capacidad de trabajo y a los costos asociados a baterías, recargas y logística operativa.

El costo promedio por hectárea con drones en Argentina se ubica entre USD 25 y USD 40, según INTA y contratistas relevados en Córdoba y Santa Fe (2024). Estos valores dependen de la

dosis, número de recargas, superficie total y si la aplicación es puntual o en cobertura completa. (Agrifly, 8 de septiembre de 2025)

Por otra parte, la pulverizadora terrestre John Deere 4730 presenta costos operativos mayores, relacionados principalmente con el consumo de combustible, mantenimiento mecánico, neumáticos y desgaste general del equipo. En este caso, el costo promedio por hectárea se ubica entre USD 15 y USD 25. (Agrifly, 8 de septiembre de 2025)

4.1.5 Situación de uso más conveniente

A partir del análisis técnico y económico realizado, se observa que ambas tecnologías presentan ventajas particulares según las condiciones de trabajo, superficie del establecimiento y objetivo de la aplicación fitosanitaria.

El dron agrícola DJI Agras T100 resulta especialmente conveniente en aplicaciones localizadas, sectores de difícil acceso y lotes donde las condiciones climáticas y del suelo dificulten el ingreso de maquinaria terrestre. Asimismo, su capacidad para realizar pulverizaciones específicas sobre focos de malezas, enfermedades o plagas permite optimizar el uso de productos fitosanitarios y reducir pérdidas por superposición o deriva.

Otra ventaja importante del dron es la ausencia de compactación del suelo y daño mecánico sobre el cultivo, situación que cobra relevancia en cultivos sensibles o en estadios avanzados de desarrollo.

Desde el punto de vista económico, el dron puede representar una alternativa viable en establecimientos pequeños o medianos, especialmente cuando se complementa con prestación de

servicio a terceros o aplicaciones de precisión donde el ahorro de insumos genera un beneficio adicional.

Por otra parte, la pulverizadora terrestre John Deere 4730 continúa siendo la alternativa más eficiente en grandes superficies agrícolas debido a su elevada capacidad operativa y menor costo relativo por hectárea en aplicaciones masivas.

La gran autonomía de trabajo, capacidad del tanque y ancho de labor permiten cubrir extensas superficies en menor tiempo, característica fundamental durante períodos críticos donde las aplicaciones deben realizarse rápidamente.

En consecuencia, puede considerarse que ambas tecnologías no necesariamente compiten de forma directa, sino que pueden complementarse dentro de un mismo sistema productivo, utilizando cada herramienta según las necesidades específicas de aplicación.



Imagen 11 Drone agrícola DJI Agras T100

Nota. Imagen obtenida de DJI Agriculture (2026).



Imagen 12 Pulverizadora John Deere 4730

Nota. Imagen obtenida de John Deere (2026).

4.2 Principales drones agrícolas disponibles en el mercado.

El mercado de drones agrícolas ofrece diferentes alternativas orientadas a la pulverización de cultivos. Las principales diferencias entre los modelos disponibles se relacionan con la capacidad del tanque, el rendimiento operativo y la escala productiva a la que se encuentran destinados.

Modelo	Capacidad (L)	Ha por hora
DJI Agras T20P	20	12
DJI Agras T25P	25	12
DJI Agras T50	50	21
Dji Agras T100	100	32

Imagen 13 Distintos tipos de drones agrícolas en el mercado.

Nota. Elaboración propia a partir de información técnica publicada por DJI Agriculture (2026).

Capítulo 5

5.1 Conclusiones

A partir del análisis realizado en el presente trabajo, se concluye que el uso de drones agrícolas para pulverización representa una alternativa tecnológica con importantes ventajas técnicas y operativas dentro de los sistemas de producción agrícola actuales.

Los drones permiten realizar aplicaciones fitosanitarias con un elevado nivel de precisión, especialmente en sectores específicos del lote donde se detectan malezas, enfermedades o focos localizados de plagas. Esta característica favorece una utilización más eficiente de los productos fitosanitarios, permitiendo reducir pérdidas por deriva, superposición y aplicaciones innecesarias sobre áreas no afectadas.

Asimismo, el uso de drones presenta ventajas relacionadas con la accesibilidad operativa, ya que pueden trabajar en lotes húmedos, anegados o de difícil ingreso, evitando además la compactación del suelo y el daño mecánico sobre el cultivo ocasionado por la maquinaria terrestre convencional.

Desde el punto de vista económico, el análisis realizado demuestra que la pulverizadora terrestre continúa siendo el sistema más eficiente para aplicaciones masivas en grandes extensiones agrícolas debido a su elevada capacidad operativa y menor costo relativo por hectárea.

Sin embargo, los drones agrícolas presentan una menor inversión inicial y pueden resultar económicamente viables en establecimientos pequeños o medianos, especialmente cuando se utilizan para aplicaciones de precisión o prestación de servicios a terceros.

Por lo tanto, puede concluirse que los drones agrícolas no reemplazan completamente a las pulverizadoras terrestres tradicionales, sino que constituyen una herramienta complementaria dentro de la agricultura de precisión, permitiendo mejorar la eficiencia operativa y optimizar el uso de insumos en determinadas condiciones de producción.

Finalmente, el avance constante de estas tecnologías permite considerar que los drones tendrán una participación cada vez más importante dentro de los sistemas agrícolas modernos, especialmente en estrategias productivas orientadas a la eficiencia, sustentabilidad y reducción del impacto ambiental.

REFERENCIAS

Agrifly. (2025, septiembre 8). *Drones vs. aviones vs. pulverizadoras: ¿Cuál es la mejor opción para aplicar fitosanitarios?* <https://www.agrifly.com.ar/blog/drones-vs-aviones-vs-pulverizadoras>

Agrofy. (2026). *Maquinaria agrícola y drones pulverizadores.* <https://www.agrofy.com.ar>

Agroads. (2026). *Equipos agrícolas y drones pulverizadores.* <https://www.agroads.com.ar>

DJI Agriculture. (2026). *DJI Agras agricultural drones.* <https://ag.dji.com>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025). *Precision agriculture technologies.* <https://www.fao.org>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2022). *Censo nacional de población, hogares y viviendas 2022.* <https://www.indec.gob.ar>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2025). *Tecnologías de aplicación de fitosanitarios.* <https://www.inta.gob.ar>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2026). *Visor GeoINTA.* <https://visor.inta.gob.ar>

John Deere. (2026). *Pulverizadora autopropulsada John Deere 4730.* <https://www.deere.com.ar>

Municipalidad de San Pedro. (s.f.). *Información general del partido de San Pedro.* <https://www.sanpedro.gob.ar>

WeatherSpark. (s.f.). *Clima promedio en San Pedro, Argentina durante todo el año*. <https://es.weatherspark.com/y/28176/Clima-promedio-en-San-Pedro-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Materia Clima y Suelo, Universidad de Belgrano.

Materia Maquinaria Agrícola, Universidad de Belgrano.

Materia Servicios Ecosistémicos, Universidad de Belgrano.