

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES – ITBA
ESCUELA DE (TECNOLOGÍA - GESTIÓN)

PLAN DE NEGOCIO: DRONE AGT

AUTOR: Salomone, Fernando Ariel (Leg. N° 104423)

TUTORA: Celle, Roxana

DIRECTOR: Almada, Jorge

**TESIS PRESENTADA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN DIRECCION
ESTRATEGICA Y TECNOLOGICA (ARGENTINA) Y MASTER EXECUTIVO EN DIRECCIÓN
ESTRATEGICA Y TECNOLOGICA (ESPAÑA)**

BUENOS AIRES
SEGUNDO CUATRIMESTRE, 2023

Contenido

Introducción.....	5
Resumen Ejecutivo.....	6
Demanda.....	7
Mercado de granos.....	7
Participación argentina en la producción mundial.....	7
Evolución de la producción de granos de Argentina.....	7
Evolución de la producción de granos de la provincia de Buenos Aires.....	8
Localización de la producción en la provincia de Buenos Aires.....	10
Destino de la producción de maíz, trigo y soja de la provincia de Buenos Aires.....	11
Cadena de valor del mercado interno.....	12
Rendimiento.....	15
Retenciones anualizado.....	15
Precios.....	16
Motivos de no cosecha.....	18
Productores.....	19
Target.....	20
Oferta.....	22
Rasgos estructurales y desempeño de las empresas que operan en el mercado local.....	26
Empresas fuera de Argentina.....	33
PhenoVation.....	33
DroneDeploy.....	33
Tanaris.....	33
Gamaya.....	33
FODA.....	34
Fortalezas.....	34
Oportunidades.....	34
Debilidades.....	35
Amenazas.....	35
Cinco fuerzas de Porter.....	35
Prueba piloto - Scalling up.....	36
Gantt.....	37
Riesgos laborales.....	38
Marco regulatorio del uso de drones en Argentina.....	38
Certificación para pilotos.....	39
Sistemas informáticos.....	39
Propuesta tecnológica.....	41
Clasificación de drones según el tipo de ala.....	42
Drones de Ala Fija.....	42
Drones de Ala Rotatoria.....	42
Drones híbridos.....	43

Ejemplos.....	43
Yamaha RMAX.....	43
DJI Agras MG-1.....	44
EBee SQ.....	45
Drones y sensores disponibles en el mercado argentino.....	46
Recomendaciones por tipo de productor.....	49
Tipos de cámaras.....	49
Análisis de imágenes.....	51
Sistemas difusos.....	51
Redes neuronales artificiales.....	52
Red neuronal multicapa.....	53
Red neuronal convolucional.....	53
Inteligencia de enjambre.....	54
Sistema inmune artificial (AIS).....	55
Ejemplos de monitoreo de cultivos.....	57
Arquitectura estandarizada para el procesamiento de imágenes usando AWS.....	63
Resumen de tecnología a utilizar.....	65
Ventajas de esta solución.....	66
Marco estratégico.....	67
Misión.....	68
Visión.....	68
Valores.....	68
Servicio.....	68
Planes.....	69
Precios.....	69
Promoción de la Demanda.....	70
Canales de Venta.....	70
Arquitectura organizacional.....	71
Cultura Remote First.....	72
Organigrama.....	73
Estrategia diferencial.....	74
Enfoque en Innovación Tecnológica:.....	74
Enfoque Personalizado y Asesoramiento Expert:.....	74
Creación de valor.....	75
Captura de valor.....	76
Económico Financiero.....	77
Gastos Personal.....	77
Gastos IT.....	77
Gastos Marketing.....	78
Gastos Administrativos.....	78
Comisiones.....	79
Resultados.....	80

Punto de equilibrio.....	81
Rentabilidad del proyecto.....	81
Requerimientos de inversión.....	81
TREMA.....	81
VAN.....	82
TIR.....	83
TIRM.....	84
Análisis de sensibilidad.....	84
Situación 1 - Demanda de planes premium y gold 25% menos de lo esperado en los primeros 2 años.....	84
Situación 2 - Demanda de planes premium y gold al 50% menos de lo esperado en los primeros 2 años.....	85
Conclusiones finales.....	86
Bibliografía.....	88

Introducción

La agricultura es una actividad que ha evolucionado a lo largo de los años, pero que aún tiene muchas oportunidades para mejorar su eficiencia y productividad. En este sentido, el uso de tecnologías de punta como los drones y la inteligencia artificial han demostrado ser herramientas valiosas para los agricultores de todo el mundo.

Mediante el uso de drones para la toma de imágenes y el uso de inteligencia artificial se pueden realizar estudios técnicos sobre la salud de los cultivos en distintas variables que se abordan en este documento. Esta serie de técnicas tienen como objetivo principal mejorar los procesos productivos de los agricultores y hacer un uso más eficiente de los recursos.

El mix de equipo, entre especialistas en agricultura, ingenieros, programadores y expertos en inteligencia artificial, permite contar con un software de mapeo y análisis de datos que beneficie a los agricultores para la toma de decisiones basándose en datos precisos y eficientes y en mucho menor tiempo y costos de lo que requeriría con otras técnicas.

Se ha decidido ofrecer “SaaS” - “Software as a Service” brindando asesoramiento y acompañamiento en todo el proceso, desde la planificación hasta la implementación de las soluciones tecnológicas en la época de cultivos.

La agricultura de precisión es el futuro de la industria, y el compromiso será hacerla accesible y fácil de implementar para todos los agricultores, sin importar el tamaño de su producción¹. Este emprendimiento aspira a ser un catalizador del cambio y la innovación en el sector agrícola, ayudando a los agricultores a producir más de manera más eficiente y sostenible.

Este documento representa la confección de un modelo de negocios para el armado de una empresa llamada Drone Agt que ofrezca servicios orientados a la agricultura de precisión.

¹ Se ha demostrado en “En el campo, el uso de la tecnología alcanza al 90 % de las actividades”, “Alfalfa: usan drones para cuantificar la calidad de siembra”, “Uso de drones como herramienta para el sector agropecuario” y “Drones Provide Valuable ROI in the Field” que el uso de drones en la agricultura mejora la producción y rentabilidad

Resumen Ejecutivo

Drone Agt, será una empresa de agricultura de precisión que utiliza tecnología de drones y deep learning para ayudar a los productores a optimizar su producción y reducir costos. A través de un exclusivo software de procesamiento de datos, se ofrecen análisis precisos y en tiempo real de los cultivos, identificando problemas y recomendando soluciones específicas para cada parcela.

El uso de drones equipados con cámaras de alta resolución permite recopilar datos de manera más eficiente y precisa que los métodos tradicionales, lo que significa para los clientes la posibilidad de tomar decisiones más informadas y actuar de manera más rápida para evitar pérdidas en la producción.

Un equipo de expertos en inteligencia artificial ha desarrollado algoritmos de aprendizaje profundo que utilizan redes neuronales convolucionales para procesar imágenes de cultivos y detectar problemas como enfermedades, plagas, niveles incorrectos de humedad o deficiencias nutricionales. Esto permite a los productores tomar medidas proactivas para evitar que los problemas se propaguen y dañen su producción.²

El uso de tecnología también ha permitido a los agricultores reducir costos y optimizar el uso de recursos, como la gestión de fertilizantes y agua. Al utilizar herramientas de seguimiento de cultivos, los agricultores pueden detectar problemas en sus cultivos antes de que se conviertan en problemas mayores, lo que les permite tomar medidas preventivas y corregir los problemas de manera oportuna. Esto no solo ayuda a mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos, sino que también contribuye a una producción agrícola más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

En resumen, Drone Agt utiliza tecnología avanzada para ayudar a los productores a optimizar su producción y reducir costos, brindando análisis precisos y en tiempo real de los cultivos y recomendaciones específicas para cada parcela.

² En este documento se analizarán distintas empresas donde proponemos aliarnos como partners unicos en Argentina.

Demanda

Mercado de granos

Participación argentina en la producción mundial

De acuerdo a las estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina produjo en 2018 el 15% de soja, el 4% de maíz y el 3% del trigo a nivel mundial ubicándose en el 3° lugar, 5° lugar y 9° lugar respectivamente. Esta producción nacional equivalió a exportaciones por un total de 20.405 millones de dólares.

		GRANOS			CARNES		
		SOJA	MAÍZ	TRIGO	BOVINA	PORCINA	AVIAR
Producción	Volumen	55	48	19	3	0,6	2
	Proporción	15%	4%	3%	5%	0,50%	2%
	Ranking	3°	5°	9°	6°		10°
Exportación	Volumen	6	31	14	0,6	0,02	0,2
	Proporción	4%	18%	8%	5%	0,30%	2%
	Ranking	3°	2°	5°	6°		8°
Ingreso divisas 2018 Millones US\$		13.520	4.201	2.684	1.963	39	286
Total Divisas		20.405			2.288		

En el Cuadro 1.1 se detalla la participación de Argentina en la producción mundial. Fuente: Informe del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 06 de mayo de 2019.

Evolución de la producción de granos de Argentina

Argentina tuvo crecimiento en la producción de granos de manera consistente en las últimas décadas. En el periodo 2010-2020, la producción total de los granos de soja, maíz y trigo crecieron un 67% pasando de 88 millones de toneladas a 130 millones de toneladas. Al desagregar en cada grano, la soja aumentó su producción en 7 millones de toneladas, el trigo en 4 millones de toneladas y el maíz en 23 millones de toneladas.

Año	Maíz	Soja	Trigo	Total
2010/2011	23799830	48880986	15875653	88556469
2011/2012	21196637	40100197	14500519	75797353
2012/2013	32119211	49353642	8024996	89497849

2013/2014	33087165	53398720	9188339	95674224
2014/2015	33817449	61398276	13930078	109145803
2015/2016	39792854	58799259	11314952	109907065
2016/2017	49490326	54972546	18395106	122857978
2017/2018	43462323	37785927	18518045	99766295
2018/2019	56860704	55263891	19459727	131584322

En el Cuadro 1.2 se puede observar la evolución de la producción en toneladas por grano por temporada. En el año 2017/2018 se observa una caída debido a la sequía histórica que se produjo de manera generalizada en Argentina. Fuente: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca.

Evolución de la producción de granos de la provincia de Buenos Aires

De acuerdo a los datos del Ministerio de Agroindustria y Pesca, la producción de trigo del país creció aproximadamente un 38% entre 2015-2023, la producción de maíz creció más de un 100% para el mismo periodo y paralelamente la producción de soja mantuvo su crecimiento de producción en comparación al área sembrada que decayó un 25% entre el mismo periodo.

<i>Producción</i>	Maíz	Soja total	Trigo total
2010/11	8514650	15465224	9233514
2011/12	7629560	15396122	8537626
2012/13	9790376	17601828	3664848
2013/14	7191890	17143374	5617211
2014/15	8893434	19592375	6468158
2015/16	10147679	21951940	4958819

2016/17	12955509	17383411	7548338
2017/18	12770903	11844661	7611227
2018/19	16770895	17667049	9017580
2019/20	15595357	15160892	7810038
2020/21	16045316	13532893	10480586
2021/22	16161683	13537109	9687585
2022/23	Sin dato	Sin dato	6132032

En el Cuadro 1.3 se puede observar la evolución de la producción en toneladas por grano por temporada. En el año 2017/2018 se observa una caída debido a la sequía histórica que se produjo de manera generalizada en Argentina. Fuente: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca.

<i>Sup. Sembrada</i>	Maíz	Soja total	Trigo total
2010/11	1428106	5935442	2296230
2011/12	1588295	5969357	2277150
2012/13	1606583	6645655	1245804
2013/14	1476460	6691029	1638495
2014/15	1561280	6584272	2187465
2015/16	1787008	6823729	1510751
2016/17	2308200	5980061	2354200
2017/18	2452881	5548460	1989714
2018/19	2418940	5542393	2342984
2019/20	2472520	5172483	2484078
2020/21	2713158	5286348	2747910
2021/22	2950705	5036304	2601214
2022/23			2641414
Suma total	24764136	71215533	28317409

En el Cuadro 1.4 se observa el decrecimiento del área sembrada de soja en favor de áreas sembradas como Maíz y Trigo. Fuente: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca.

Localización de la producción en la provincia de Buenos Aires

Los municipios donde la producción de 2020-2023 de soja en la provincia de Buenos Aires que concentran en 30% de la producción son: General Villegas, Pergamino, 9 de Julio, 25 de Mayo, Lincoln, Trenque Lauquen, Rivadavia, Chacabuco, Pehuajo y Rojas. A su vez, los municipios de dicha provincia que producen el mismo porcentaje de trigo y maíz son: Tres Arroyos, Coronel Dorrego, Adolfo Alsina, General Villegas, Coronel Pringles, Loberia, Coronel Suarez, 9 de Julio, Guamini y 25 de Mayo y respectivamente para el maíz son: General Villegas, Trenque Lauquen, Pehuajo, Rivadavia, Lincoln, 9 de Julio, Pergamino, Tres Arroyos, 25 de Mayo y Chacabuco.

Municipio	Trigo total		Municipio	Soja total		Municipio	Maíz
TRES ARROYOS	4.90%		GENERAL VILLEGAS	5.48%		GENERAL VILLEGAS	5.14%
CORONEL DORREGO	4.62%		PERGAMINO	4.13%		TRENQUE LAUQUEN	4.46%
ADOLFO ALSINA	3.47%		9 DE JULIO	3.57%		PEHUAJO	3.88%
GENERAL VILLEGAS	3.21%		25 DE MAYO	3.25%		RIVADAVIA	3.62%
CORONEL PRINGLES	2.94%		LINCOLN	3.19%		LINCOLN	3.17%
LOBERIA	2.85%		TRENQUE LAUQUEN	3.04%		9 DE JULIO	2.87%
CORONEL SUAREZ	2.83%		RIVADAVIA	2.99%		PERGAMINO	2.28%
9 DE JULIO	2.77%		CHACABUCO	2.68%		TRES ARROYOS	2.20%
GUAMINI	2.31%		PEHUAJO	2.67%		25 DE MAYO	2.17%
25 DE MAYO	2.25%		ROJAS	2.51%		CHACABUCO	2.05%

En el cuadro 1.5 se puede ver la distribución del 30% de la producción realizada por la provincia de Buenos Aires agrupada y ordenada descendientemente por municipio. Fuente de datos: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca (2020 - 2023).

El área sembrada de estos municipios representa el %24 del área sembrada de la provincia de Buenos Aires.

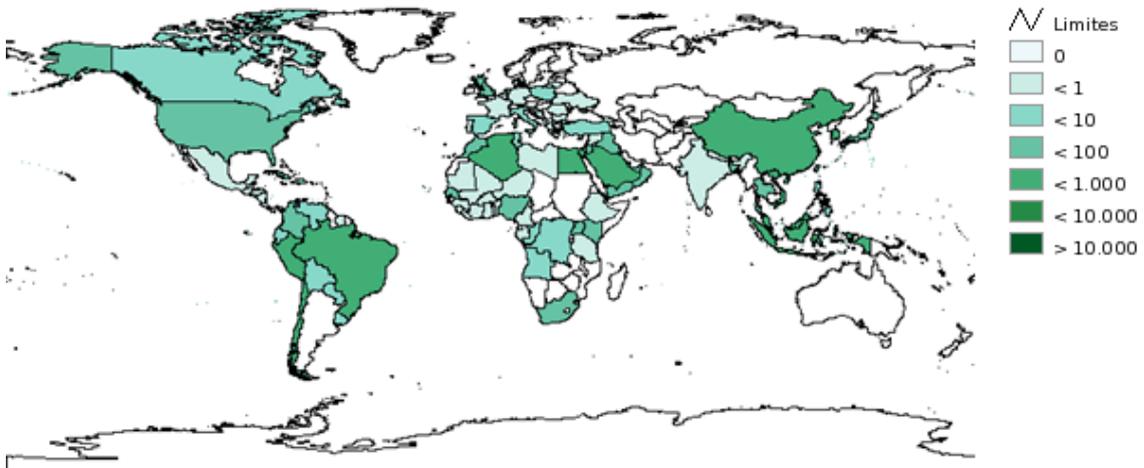
Municipio	Maíz		Municipio	Soja total		Municipio	Trigo total
General Villegas	302346		General Villegas	800810		Tres Arroyos	428145
Trenque Lauquen	345667		Pergamino	532874		Coronel Dorrego	424375
Rivadavia	251486		Rojas	346750		Coronel Suarez	425690
Lincoln	197923		Lincoln	560850		Necochea	216040
Pehuajo	211412		9 de Julio	523048		9 de Julio	217149
Pergamino	125431		Junin	306060		Loberia	229470
Balcarce	143384		Trenque Lauquen	452213		Coronel Pringles	284075
Rojas	104300		Rivadavia	428395		Azul	188366
25 de Mayo	170504						
Subtotal	1852453		Subtotal	3951000		Subtotal	2413310
Total PBA	7180021		Total PBA	1707091		Total PBA	9161826
				4			

En el cuadro 1.6 se puede ver el área sembrada total por grano de los municipios detallados en el cuadro 1.4 comparados con el total del área sembrada de la provincia de Buenos Aires de los granos detallados. Fuente de datos: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca (2020 - 2023).

Destino de la producción de maíz, trigo y soja de la provincia de Buenos Aires

En el año 2019, la producción de maíz, trigo y soja de la provincia de Buenos Aires tuvo como destino predilecto a 3 destinos principales: China, Brasil y Vietnam. Estos destinos representaron el 40% de ingresos de dólares por exportaciones de estos granos.

La cantidad de toneladas exportadas totales fueron 18 millones provenientes de la provincia de Buenos Aires.



Mapa 1.7 Distribución de los países destino de la soja, trigo y maíz cosechados en la provincia de Buenos Aires.

Grano	Dólares	Miles de kg netos
Maíz	1.747.937.536	10.599.005
Soja	1.067.160.017	3.151.162
Trigo	943.069.259	4.330.191
Total	3.758.166.812	18.080.358

Cuadro 1.8 expresa las exportaciones totales de la provincia de Buenos Aires de soja, trigo y maíz representados en miles de kg y dólares. Fuente de datos: datos abiertos del Origen provincial de las exportaciones argentinas (OPEX) - Sistema georreferenciado de consultas del Instituto Nacional de Estadística y Censos "INDEC".

Cadena de valor del mercado interno

Las toneladas de soja que no fueron exportadas en el año 2019 formaron parte de subproductos de la industria aceitera y balanceadora con un total de 2 millones de toneladas y 25 mil toneladas respectivamente. A su vez, la producción de maíz tuvo su derivación en la industria del forraje y molienda húmeda y seca. Por último, el trigo derivó en la industria del pan principalmente.

Año	Industria balanceadora	Industria aceitera
2010	490028	36824628
2011	496200	37337293
2012	428179	33333313
2013	366547	34040869
2014	417998	37936186
2015	521229	40930377
2016	496008	44482510
2017	413483	41824091
2018	323831	27874942
Total general	3953503	334584209

Cuadro 1.9 Ingresos por año expresado en toneladas a las industrias balanceadora y aceitera de la producción de soja de la provincia de Buenos Aires. Estos valores corresponden al periodo 2010-2018. Fuente de datos: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca.

Año	Ingreso a industrias derivadas
2010	3669834
2011	4125244
2012	4239513
2013	4172974

2014	4436943
2015	5421958
2016	5222422
2017	5617646
2018	9166835

Cuadro 2.0. Ingresos por año expresado en toneladas a las industrias derivadas de la producción de maíz de la provincia de Buenos Aires. Estos valores corresponden al periodo 2010-2018. Fuente de datos: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca.

Año	Industria balanceadora	Industria molienda
2010	45712	6526536
2011	105854	6612557
2012	137566	6274121
2013	21205	5293974
2014	17274	5770388
2015	134849	5872046
2016	196653	5722368
2017	179486	5919676
2018	66422	4362611

Cuadro 2.1 Ingresos por año expresado en toneladas a las industrias balanceadora y molienda de la producción de trigo de la provincia de Buenos Aires. Estos valores corresponden al periodo 2010-2018. Fuente de datos: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca

Rendimiento

En el año 2019 a nivel nacional, los rendimientos de los tres granos tuvieron un rendimiento de 40.1 QQ/HA para el trigo, 83.1 QQ/HA para el maíz y 31.1 QQ/HA para la soja. El uso de tecnología permitió que los rendimientos de estos granos acumulados tuvieran un crecimiento entre 2015-2019 promedio de 10% apalancado por el maíz.

La producción de maíz tuvo un crecimiento gracias a la baja de retención que permitió una mayor rotación de los cultivos a partir del año 2016.

Grano	2010/2 011	2011/2 012	2012/2 013	2013/2 014	2014/2 015	2015/2 016	2016/2 017	2017/2 018	2018/2 019
Maíz	6597	5794	7553	6500	7456	7571	7950	6370	8311
Soja total	2600	2506	2709	2584	3015	3188	3082	2227	3118
Trigo total	4252	4122	3068	3846	3338	3497	3803	4058	4085

Cuadro 2.2 Ingresos por año expresado en toneladas a las industrias balanceadora y molienda de la producción de trigo de la provincia de Buenos Aires. Estos valores corresponden al periodo 2010-2018. Fuente de datos: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca

Retenciones anualizado

Argentina ha recaudado impuestos en base a las exportaciones de granos desde el 1862. Esto significa que el Estado grava con un impuesto que varía principalmente al grano exportado. Este tipo de impuestos como cualquier otro costo de la producción obliga a que la producción sea la máxima posible. Salvo por un periodo de 3 años, la década de 2010-2020 ha mantenido su gravamen en 35% para la soja y entre 20% y 12% para el maíz y el trigo.

Año	Soja	Maíz	Trigo
2010	35	20	23

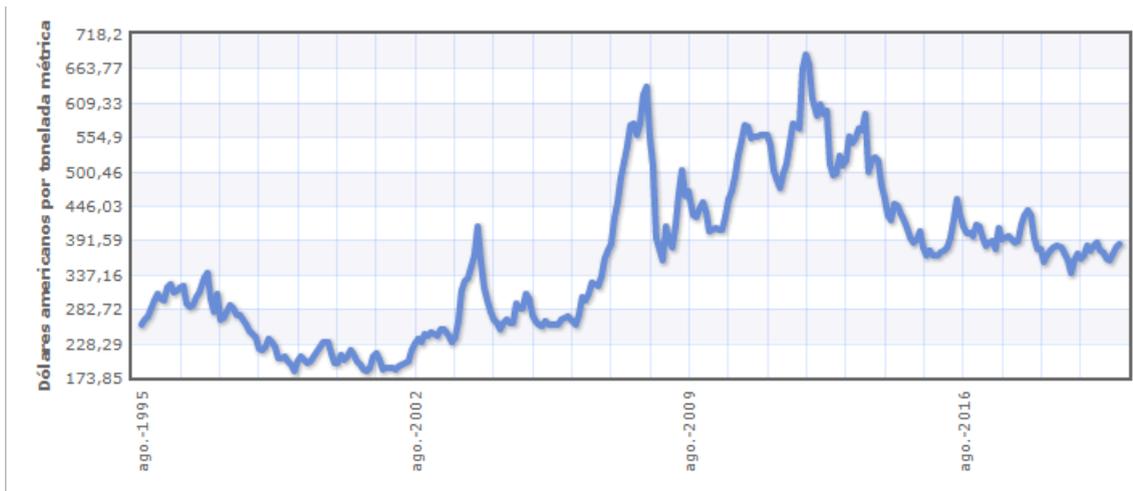
2011	35	20	23
2012	35	20	23
2013	35	20	23
2014	35	20	23
2015	30-26 (*)	0	0
2016	30-26 (*)	0	0
2017	30-26 (*)	0	0
2018	30-26 (*)	0	0
2019	30	12	12
2020 - hasta la fecha	33	12	12

Cuadro 2.3 Variación del esquema de retenciones para la soja, maíz y trigo.

** El esquema de retenciones para la soja tuvo un decrecimiento progresivo del 0.5% pasando del 30% hasta alcanzar el 26%. Para el año 2019, se repuso al 30% y nuevamente subió al 33% en el 2020. Fuente de datos: resoluciones nacionales 2010-2020.*

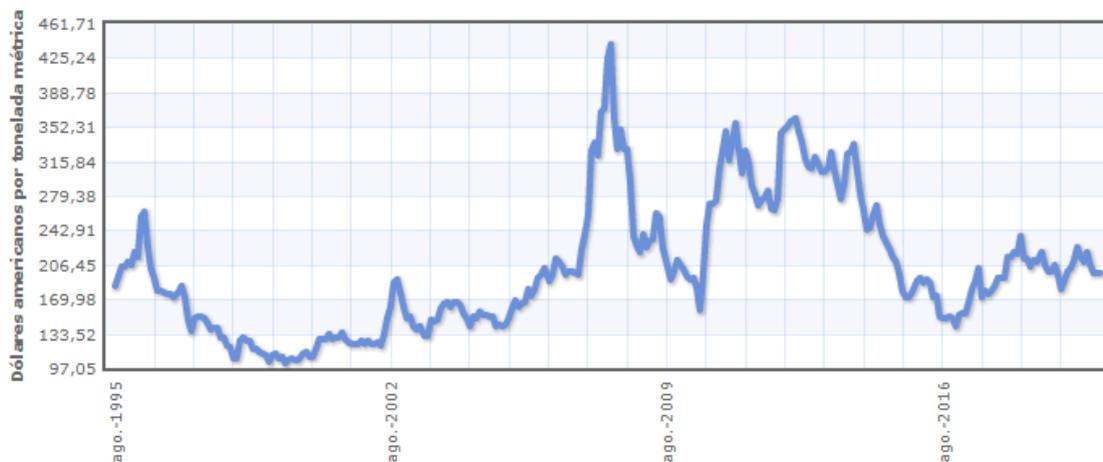
Precios

Los precios de los commodities han sufrido una gran variación en la última década. Tomando como ejemplo la soja, el precio osciló en los 200 dólares la tonelada entre 1995-2002 y a partir del último año de dicho periodo creció hasta llegar a los 600 dólares la tonelada. Luego de esta gran crecida del precio de la tonelada, el precio comenzó a bajar y en septiembre 2020 se encuentra en 350 dólares la tonelada:

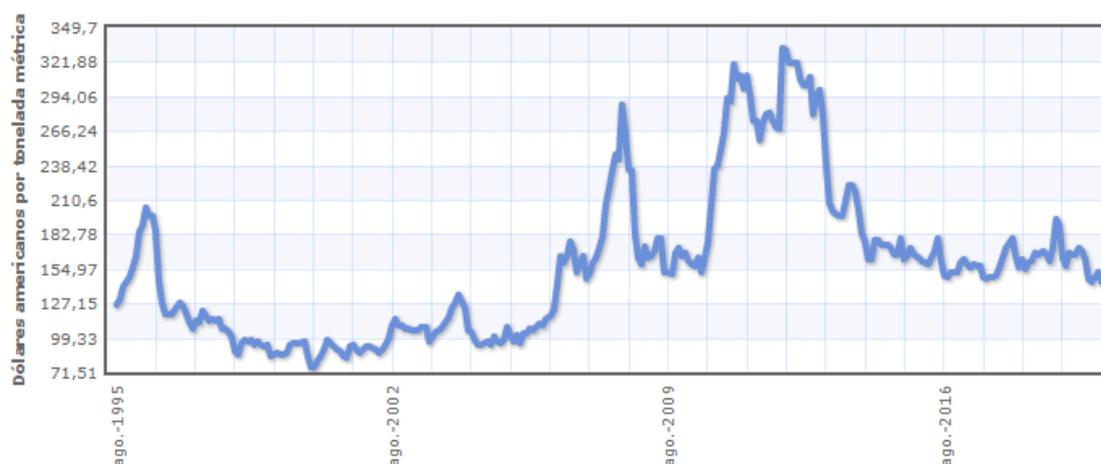


Cuadro 2.4 Evolución del precio de la soja desde 1995-2020. Fuente IndexMundi.

Análogamente, los precios del trigo y del maíz tuvieron curvas similares de evolución de precios como ocurrió con la soja. Actualmente el precio del trigo es de 180 dólares la tonelada y 150 dólares la tonelada de maíz.



Cuadro 2.5 Evolución del precio del trigo desde 1995-2020. Fuente IndexMundi



Cuadro 2.6 Evolución del precio del trigo desde 1995-2020. Fuente IndexMundi

Motivos de no cosecha

Existen distintos motivos por lo que la superficie cosechada no es el máximo posible. Conocer los motivos es de gran importancia ya que permite mejorar los índices de rendimiento, productividad y rentabilidad. En la provincia de Buenos Aires los motivos de no cosecha de maíz, trigo y soja son los siguientes:

Código	Provincia	Motivo de no cosecha	Cereales				Código	Provincia	Motivo de no cosecha	Total de EAP que declaran motivo de no cosecha (*)	Soja
			Maíz pisingallo	Maíz para grano	Trigo candeal	Trigo pan					
			Unidades								
	Total del país	Total	14	5.223	125	1.730	Total del país	Total	7.545	7.292	
		Bajo rendimiento	4	598	10	140		Bajo rendimiento	538	493	
		Granizo	-	147	2	123		Granizo	241	226	
		Incendio	-	24	-	10		Incendio	48	46	
		Inundación	4	1.078	16	529		Inundación	2.726	2.623	
		Sequía	4	2.297	23	224		Sequía	3.921	3.842	
		Otros motivos	2	1.218	75	744		Otros motivos	472	405	
06	Buenos Aires	Total	5	1.362	28	549	06 Buenos Aires	Total	2.390	2.318	
		Bajo rendimiento	-	102	2	37		Bajo rendimiento	184	171	
		Granizo	-	30	1	60		Granizo	78	74	
		Incendio	-	9	-	2		Incendio	15	14	
		Inundación	4	439	10	270		Inundación	1.073	1.029	
		Sequía	1	456	3	57		Sequía	1.067	1.045	
		Otros motivos	-	369	12	139		Otros motivos	127	115	

Cuadro 2.7 Motivos de no cosecha de maíz, trigo y soja. Fuente de datos. Censo Nacional Agropecuario 2018 – Instituto Nacional de Estadística y Censo.

Productores

En la provincia de Buenos Aires existen aproximadamente 250 mil productores agropecuarios ocupando más de 23 millones de hectáreas. El 84% de los productores, son personas humanas que realizan las explotaciones agropecuarias. Al agruparlos por la cantidad de hectáreas, se distribuyen tal como se observa en el cuadro 2.8

Código	Provincia		Total	Tipo jurídico del productor				
				Personas humanas	Personas jurídicas			
					Asociación civil	Cooperadora	Cooperativa	Empresa del Estado
Total del país	EAP		250.881	211.928	247	88	258	45
	Hectáreas		157.423.932,1	86.319.989,5	341.367,3	43.845,7	143.254,8	149.220,9
06 Buenos Aires	EAP		36.700	25.411	71	31	64	7
	Hectáreas		23.751.989,6	9.558.646,0	45.539,5	8.791,5	46.879,0	2.404,0

Código	Provincia		Tipo jurídico del productor					
			Personas jurídicas					
			Fideicomiso	Fondo común de inversión	Fundación	Organismo público nacional, provincial y municipal	Sociedad anónima	Sociedad de hecho registrada
Total del país	EAP		208	13	44	172	13.050	6.511
	Hectáreas		234.710,7	48.067,0	124.322,0	133.201,6	38.019.315,8	7.058.574,7
06 Buenos Aires	EAP		35	-	14	21	4.691	1.123
	Hectáreas		55.255,8	-	55.015,4	44.011,0	8.300.789,4	634.638,0

Código	Provincia		Tipo jurídico del productor						
			Personas jurídicas				Sociedad de hecho no registrada	Sin discriminar	
			Sociedad de responsabilidad limitada	Sociedad en comandita por acciones	Sociedad en comandita simple	Unión transitoria (UTE)			Otros
Total del país	EAP		5.723	398	82	17	1.670	5.318	5.109
	Hectáreas		8.457.039,5	1.312.809,9	92.745,9	16.881,5	3.304.315,5	6.744.059,7	4.880.210,1
06 Buenos Aires	EAP		1.525	228	24	10	516	1.788	1.141
	Hectáreas		1.411.634,4	392.516,7	24.593,5	13.886,0	442.450,7	1.386.501,2	1.328.437,7

Cuadro 2.8 Categorización de los tipos jurídicos de los productores de la provincia de Buenos Aires. En total se contabilizan 250.881 productores. Fuente Censo Nacional Agropecuario 2018 – Instituto Nacional de Estadística y Censo. Nota: El Censo Nacional Agropecuario fue realizado por primera y única vez en el año 2018.

En el censo 2018 realizado por el INDEC, se diferenciaron los tipos de técnica que emplean los productores para la explotación agropecuaria. La proporción de técnicas derivadas de la tecnología es alta por lo que el productor de la provincia de Buenos Aires se encuentra familiarizado con tecnologías que mejoran sus procesos, índices de productividad y rendimiento. El cuadro 2.9 detalla que tipos de técnicas aplican los productores agropecuarios de la provincia de Buenos Aires.

Código	Provincia	Tipo de prácticas culturales								
		Análisis de suelos	Análisis de semillas	Agricultura de precisión	Rotación de cultivos	Rotación agrícola ganadera	Cultivos en curvas de nivel	Bordos en curvas de nivel	Cultivo en terrazas	Nivelación y sistematización del terreno
Unidades										
Total del país		24.854	29.061	9.478	45.637	21.516	5.161	2.245	1.882	6.247
06	Buenos Aires	7.556	9.500	2.639	14.353	8.885	491	155	172	430

Código	Provincia	Tipo de prácticas culturales							
		Nivelación láser	Monitoreo de plagas	Control biológico de plagas	Manejo integrado de plagas	Uso de enmiendas	Manejo de envases vacíos de agroquímicos	Respeto los tiempos de carencia	Envío a reciclado de material no degradable
Unidades									
Total del país		2.051	42.607	11.029	24.044	7.398	35.484	51.558	20.146
06	Buenos Aires	227	10.736	2.039	5.113	953	7.371	11.708	4.091

Cuadro 2.9 Tipos de técnica utilizadas por los productores agropecuarios. En total se contabilizan 250.881 productores. Fuente Censo Nacional Agropecuario 2018 – Instituto Nacional de Estadística y Censo.

Target

El mercado elegido para este emprendimiento es el sector agrícola, específicamente aquellos productores que buscan maximizar la eficiencia y rentabilidad de sus cultivos mediante la implementación de tecnologías de agricultura de precisión. Este mercado se encuentra en constante evolución, impulsado por la necesidad de producir más alimentos para una población mundial creciente, al mismo tiempo que se busca reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de los cultivos. Los productores están cada vez más interesados en adoptar soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia y la rentabilidad de sus cultivos, y la agricultura de precisión se presenta como una herramienta clave para lograrlo. Además, la creciente disponibilidad de datos y tecnologías relacionadas con la agricultura de precisión ha generado un aumento en la demanda de soluciones más sofisticadas y precisas, lo que representa una gran oportunidad de mercado para este emprendimiento.

El target del mercado son los productores agropecuarios que buscan maximizar su rendimiento y eficiencia en la producción de cultivos a través de la implementación de tecnologías avanzadas. Este público se compone de personas con un alto nivel de conocimiento en el sector agrícola y una mentalidad enfocada en la mejora constante de sus procesos. Además, buscan soluciones prácticas y efectivas para aumentar la calidad de sus productos y su rentabilidad.

En cuanto a su ubicación geográfica, el target elegido se encuentra principalmente en los siguientes municipios que representan el 30% de la producción de soja, trigo y maíz tal como se describió anteriormente:

Municipio	Cantidad de productores
TRES ARROYOS	553
GENERAL VILLEGAS	552
CORONEL DORREGO	363
PERGAMINO	611
TRENQUE LAUQUEN	343
ADOLFO ALSINA	555
9 DE JULIO	675
PEHUAJO	438
25 DE MAYO	603
RIVADAVIA	297
CORONEL PRINGLES	508
LINCOLN	649
LOBERÍA	419
CORONEL SUÁREZ	714
CHACABUCO	419
GUAMINI	537
ROJAS	417
TOTAL	8653

Cuadro 2.9.1 Cantidad de productores por municipios de la provincia de Buenos Aires que concentran el 30% de producción de granos de dicha provincia. Fuente Censo Nacional Agropecuario 2018 – Instituto Nacional de Estadística y Censo.

En base al gráfico 2.9, el 62%³ de los productores utiliza una técnica que puede ser reemplazada por el uso de inteligencia artificial y drones. Dado el gráfico 2.9.1, existen más de 8600 productores en la zona que representa el 30% de la producción de Buenos Aires. Si tomamos el 62% de la muestra mencionada anteriormente y los 8600 productores, existe un potencial de más de 5000 productores a ofrecer la solución detallada. Sin embargo, dado que DroneAgt es un emprendimiento a formar, se considera que solamente el 5%⁴ de estos productores se suscribirán a uno de los planes de DroneAgt, es decir un total de 250.

Oferta

En la provincia de Buenos Aires existen dos grupos de proveedores para la captación de imágenes: aquellos que usan satélites y aquellos que usan drones. Sobre el primer grupo, el uso de imágenes multiespectrales satelitales podría sustituir sólo parcialmente al servicio ofrecido desde drones que se pretende ofrecer, ya que cuenta con varias desventajas, la más importante es la relación de precio y calidad de las imágenes que actualmente se pueden obtener vía satélite. Por otro lado, los productores agropecuarios realizan distintas prácticas culturales que son detalladas en el Cuadro 2 y pueden ser reemplazadas por estas tecnologías tales como: Análisis de suelos, monitoreo de plagas, nivelación y sistematización del terreno, entre otros.

Código	Provincia	Tipo de prácticas culturales								
		Análisis de suelos	Análisis de semillas	Agricultura de precisión	Rotación de cultivos	Rotación agrícola ganadera	Cultivos en curvas de nivel	Bordos en curvas de nivel	Cultivo en terrazas	Nivelación y sistematización del terreno
Unidades										
Total del país		24.854	29.061	9.478	45.637	21.516	5.161	2.245	1.882	6.247
06	Buenos Aires	7.556	9.500	2.639	14.353	8.885	491	155	172	430

Código	Provincia	Tipo de prácticas culturales							
		Nivelación láser	Monitoreo de plagas	Control biológico de plagas	Manejo integrado de plagas	Uso de enmiendas	Manejo de envases vacíos de agroquímicos	Respeto los tiempos de carencia	Envío a reciclado de material no degradable
Unidades									
Total del país		2.051	42.607	11.029	24.044	7.398	35.484	51.558	20.146
06	Buenos Aires	227	10.736	2.039	5.113	953	7.371	11.708	4.091

³ Técnicas a reemplazar: análisis de suelos, análisis de semillas, agricultura de precisión, monitoreo de plagas, control de plagas, manejo de agroquímicos.

⁴ Valor que se usará para el cálculo de punto de equilibrio en el capítulo de Económico financiero

En el Cuadro 2 se puede observar los tipos de prácticas que realizan los productores de la provincia de Buenos Aires. Fuente: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca (2022).

El universo de asesoramiento técnico externo que utilizan los productores de Buenos Aires tiene una “preferencia” por los servicios particulares (48%) vs el uso de empresas proveedoras de servicios agropecuarios (13%).

Cód. gp	Provincia	Asesoramiento técnico externo								
		EAP que recibieron algún asesoramiento técnico (*)	Tipo de prestador							
			Profesionales particulares	Organismos nacionales	Organismos provinciales	Cooperativas	Empresas proveedoras de servicios agropecuarios	Empresas agroindustriales	Organizaciones no gubernamentales (ONG)	Otros
Unidades										
	Total del país	87.550	58.043	14.180	11.151	18.245	17.929	4.591	2.118	2.864
	06 Buenos Aires	19.828	16.601	2.097	571	3.330	5.040	767	567	563

En el Cuadro 2.1 se puede observar los tipos de asesoramiento técnico externo de los productores de la provincia de Buenos Aires. Fuente: datos abierto de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria y Pesca (2022).

Dada la baja incidencia de empresas que ofrecen servicios agropecuarios, este proyecto cuenta con una oportunidad para presentar una propuesta en un universo de productores que utilizan poco la tecnología de agricultura de precisión⁵, es decir que el mercado aún cuenta con posibilidad de ofrecer productos relacionados a esta técnica.

La “Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión” se realizó bajo un universo de 120 empresas en el año 2018 en todo el territorio argentino por el IIEP-BAIRES (UBA-CONICET) “Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires”. Estos datos fueron consolidados y confirmados en Febrero 2023. La encuesta arrojó la siguiente distribución de empresas relevadas:

- Aquellas dedicadas al desarrollo de equipos e instrumentos llamadas agropartes de precisión.
- Las que proveen servicios basados en conocimiento (SBC) para procesos de producción en el agro y la ganadería.
- Los emprendimientos de base TIC que prestan servicios para diversos eslabones de la cadena agropecuaria.

⁵ La cantidad de productores que usan una técnica de agricultura de precisión representan el 10% de los productores totales de la provincia de Buenos Aires según se detalló en el capítulo de Oferta.

El primer grupo está centralmente orientado a desarrollar equipamiento que es implementado en la etapa de fabricación o a posteriori en la maquinaria agrícola. Estos equipos permiten por lo general ahorrar insumos, reducir impactos ambientales a partir de una aplicación mucho más eficiente de aquellos y capturar datos relevantes de los procesos productivos. A su vez, en la mayoría de los casos estos equipos también están orientados a cumplir con los requerimientos solicitados por quienes toman las decisiones agronómicas.

Este grupo está integrado por un colectivo ampliamente heterogéneo de empresas. Otro factor de diferenciación se basa en las capacidades para el desarrollo de tecnologías, mientras que en algunas existen rutinas permanentes orientadas a concebir y desarrollar innovaciones, otras llevan adelante estas actividades de forma mucho más esporádica.

A su vez, otro espacio de distinción dentro de este grupo radica en los modelos de negocios que sustentan la actividad. Mientras que algunas empresas están enfocadas en el desarrollo de equipos de precisión, para otras se trata de una actividad dentro de un modelo de negocios más diversificado. Esta serie de diferencias al interior de este segmento hace que las posibilidades de exportación y de ingreso a cadenas globales de valor estén presentes en un número relativamente acotado de empresas. Así, la porción mayoritaria de estas empresas está fundamentalmente orientada al mercado interno.

Tanto el segundo como el tercer grupo de empresas están ligados a la prestación de servicios. Mientras que el segundo grupo tiene una orientación directa hacia los procesos de producción a campo, el tercer grupo provee servicios más diversos que pueden aplicarse sobre distintas etapas de la cadena.

Las empresas que integran el segundo grupo en general basan sus servicios a partir de un proceso compuesto por la captura de datos a través de imágenes aéreas, satelitales, datos de sensores y/o de estaciones meteorológicas, el procesamiento de los mismos usualmente a partir de la utilización de algoritmos computacionales y su entrega de forma relativamente sencilla a los usuarios finales quienes de forma creciente acceden a los mismos a partir de plataformas digitales. En términos generales, estos servicios tienen una amplia variedad de usos, aunque los principales son los siguientes:

- Producción por ambientes.
- Monitoreo de cultivos y/o del rodeo.
- Controles operativos.

Por último, el tercer grupo de empresas ofrece un conjunto de servicios ligados a las diversas necesidades que emergen en los múltiples eslabones que componen las cadenas de valor agropecuarias. El uso de estas tecnologías plantea, por ejemplo, la posibilidad de obtener fondos de financiamiento para producciones biológicas de fuentes alternativas a las convencionales, la aplicación de contratos a partir de la tecnología blockchain o el desarrollo de innovaciones orientadas a reducir costos e ineficiencias en la logística para el transporte de la producción. Tal como ocurre con el segundo grupo de empresas, acá también las plataformas digitales suelen ser el medio a partir del cual se prestan los servicios.

La agrupación de tareas que ofrecen estas empresas asociadas a la agricultura de precisión son:



Gráfico 2.3: Tareas y tecnologías asociadas a servicios basados en conocimiento (SBC) ligados a la agricultura y ganadería de precisión. Fuente de datos: Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión (2018)

El proceso se inicia con la captura y digitalización de datos que pueden provenir de sensores incorporados a la maquinaria agrícola, de equipos específicos, de imágenes satelitales y/o de la carga manual de datos capturados de forma tradicional. El paso posterior consiste en la codificación y procesamiento de los datos recolectados a fin de convertirlos en una herramienta útil para brindar información de interés, por ejemplo, a partir de la generación de mapas micro-ambientados, mapas de rindes o la detección temprana de plagas, enfermedades o errores en las labores productivas.

En tercer lugar, se generan soluciones contingentes ante la multiplicidad de variantes a las que se ven sometidas las producciones llevadas a cabo en ambientes biológicos. Estas soluciones, las cuales surgen a partir de la implementación de técnicas y herramientas de análisis

provenientes, por lo general, de la ciencia de datos y/o de la computación, están dirigidas a mejorar el proceso de toma de decisiones del empresario. Así, además de la información de interés generada en el paso anterior, estas tecnologías posibilitan el armado de prescripciones orientadas a, por ejemplo, identificar la densidad de siembra óptima, elaborar diversas estrategias de fertilización y/o de fumigación basadas en la probabilidad de ocurrencia de múltiples fenómenos climatológicos, o diseñar programas de alimentación para el ganado segmentados según requerimientos.

Por último, se encuentran las tareas vinculadas a la aplicación de estas prescripciones. Para esto se requiere la utilización de equipamiento especial, el cual “lee” y luego “aplica” en el territorio la prescripción generada. De este modo, el cierre del circuito productivo de la agricultura y/o ganadería de precisión requiere tanto de servicios especializados como de la disponibilidad de agropartes de precisión.

Rasgos estructurales y desempeño de las empresas que operan en el mercado local

Las empresas que pertenecen al grupo de agropartes de precisión son las de mayor antigüedad entre las encuestadas. En promedio fueron creadas en 1989, aunque los primeros desarrollos de equipos para la agricultura de precisión datan aproximadamente de 1998. De hecho, muchas de estas empresas ya proveían a la industria de maquinaria agrícola de partes y piezas y sus trayectorias tecnológicas previas, por lo general asociadas a la electrónica y/o la mecánica jugaron un rol central a la hora de integrar a su oferta de productos los desarrollos ligados a la agricultura de precisión. En contraposición, las empresas de servicios son mucho más recientes en el mercado, y una parte importante de ellas tiene menos de 5 años de existencia. Si bien durante la década del '90 habían comenzado a surgir empresas de servicios que brindaban asesoramiento a productores para aumentar sus rendimientos, el modo en cómo se ofrecen estos servicios comenzó a cambiar en los últimos años. En particular, este fenómeno estuvo ligado a la profundización de los conocimientos en dos áreas específicas de las ciencias aplicadas, como lo son la ciencia de datos y la ciencia de la computación, en particular la inteligencia artificial. De este modo, si bien en la actualidad hay empresas que brindan servicios de agricultura de precisión sin la utilización de estas nuevas tecnologías⁶, todas las empresas de reciente formación registradas en nuestra encuesta recurren a aquellas para brindar sus servicios. Como veremos, esto tiene repercusiones en cuanto a las competencias y

⁶ Otras tecnologías de agricultura de precisión son: maquinaria con GPS, sistemas de riego, estaciones meteorológicas, sensores en el suelo utilizando IoT, entre otros.

conocimientos técnicos y/o científicos requeridos para la prestación de los servicios respectivos.

En general, las empresas encuestadas se caracterizan por ser principalmente independientes, es decir, no forman parte de grupos empresarios, y por tener baja participación de capital extranjero, en particular aquellas de agropartes de precisión. Sin embargo, en este último aspecto hay algunas particularidades a destacar. Mientras que en las empresas de servicios las inversiones extranjeras llegaron por lo general de forma ex-post al surgimiento de la empresa en particular, ligadas a capitales de riesgo o a partir de inversiones recibidas por aceleradoras de emprendimientos en el extranjero, lo opuesto fue la tendencia general en las empresas de agropartes de precisión. En este último grupo, las empresas que respondieron tener capitales extranjeros por lo general tienen sus casas matrices en el extranjero y filiales en la Argentina. En cuanto al tamaño, las empresas de agropartes de precisión registraron volúmenes de facturación significativamente mayores a sus pares de servicios (Gráfico 2.4), aunque por cierto hay empresas en ese grupo en todos los segmentos de ingresos. Por otro lado, las empresas de servicios se ubicaron en rangos menores, siendo significativo el número de ellas que todavía no registró ingresos. Esta situación da cuenta de un conjunto de empresas que se encuentra en pleno proceso de gestación y cuya inserción en el mercado todavía no sería estable. Algo similar ocurre con una parte de las empresas de AgTech, aunque en rangos de facturación aún menores.

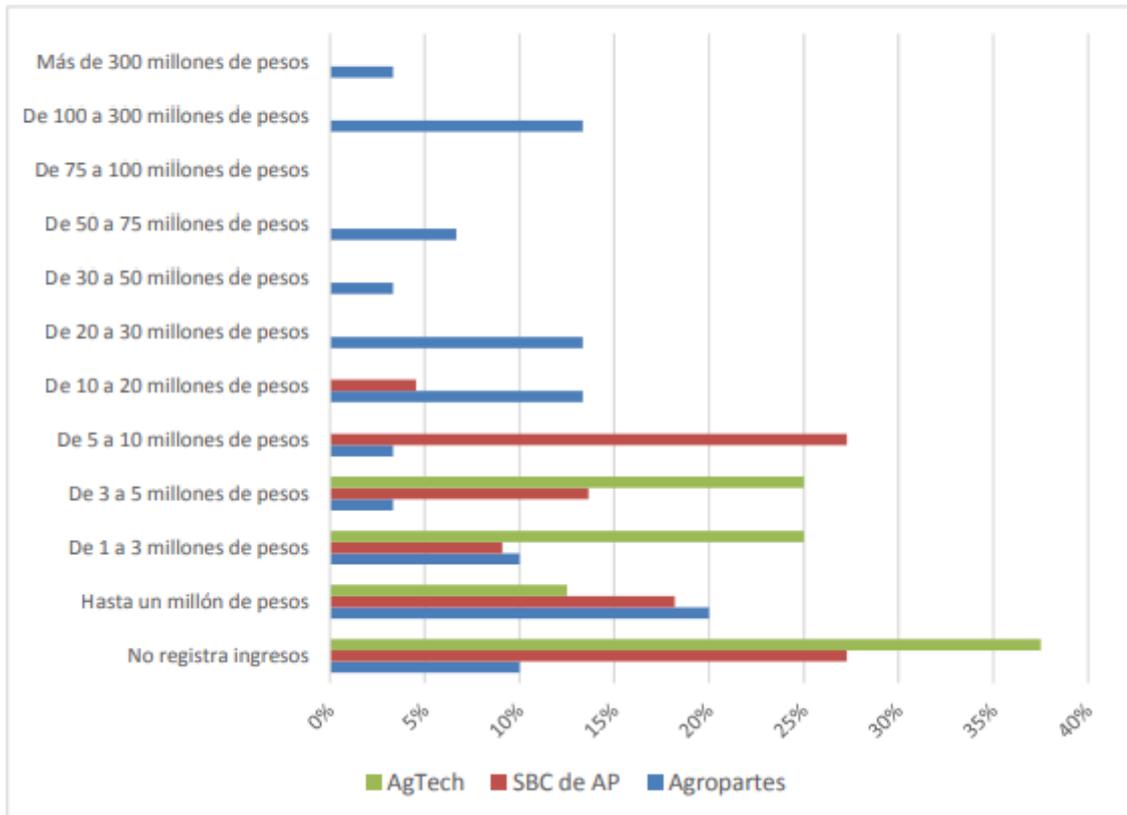


Gráfico 2.4: Participación en términos porcentuales de las empresas relevadas por rango de ventas ligadas a agricultura y ganadería de precisión en el año 2017. Fuente de datos: Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión.

En relación al empleo generado por el sector en su conjunto, para el año 2017 los resultados de la encuesta arrojan una cantidad total levemente superior a los 1.900 puestos de trabajo. A su vez, el crecimiento interanual en términos de la creación de nuevos puestos de trabajo directos fue levemente superior al 10% para el periodo 2015- 2017. Por otro lado, el Gráfico 2.5 muestra la cantidad promedio de empleados por grupo de empresas y su evolución a lo largo de los últimos tres años. Se puede ver que las empresas con mayor número de trabajadores empleados son las de agropartes de precisión.

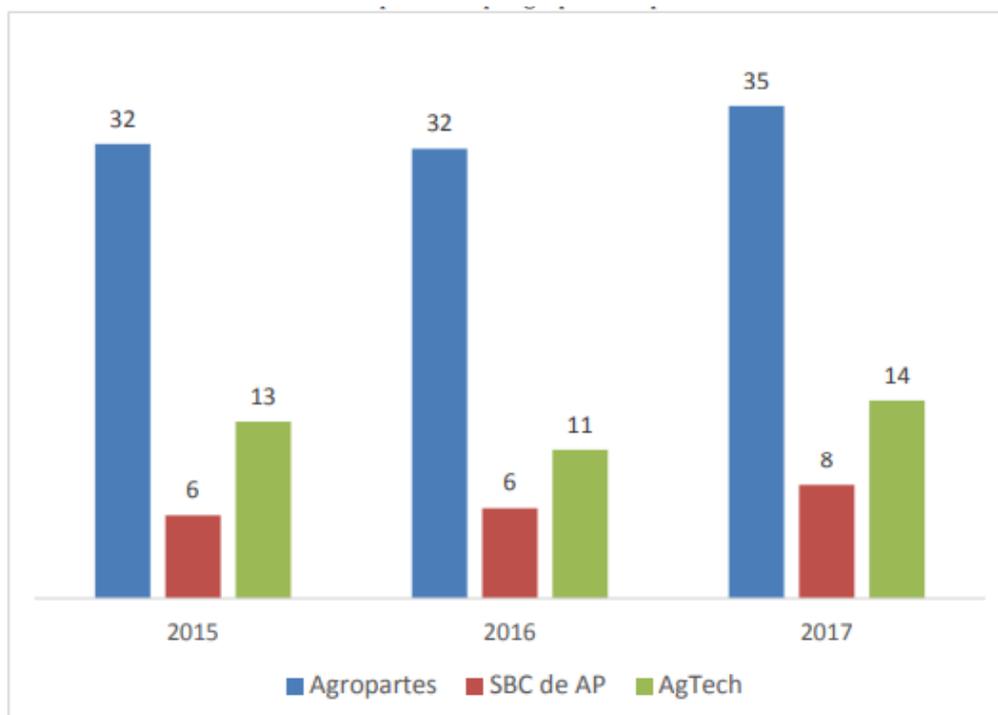


Gráfico 2.5: Personal promedio total empleado según el tipo de empresa por año. Fuente de datos: Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión (2015-2017).

El Gráfico 2.6 ilustra la calificación de los trabajadores en los tres grupos de empresas. En primer lugar, destaca el alto grado de calificación promedio en todos los grupos, en particular en las empresas ligadas a los servicios. En el caso de las empresas de AgTech el 63% de los trabajadores es profesional, mientras que en las de SBC de AP esta cifra asciende a casi el 80%. Pero incluso en el grupo de agropartes de precisión la presencia de operarios no calificados es menor al 10%. Este patrón de empleo está ligado a la alta intensidad en tareas en innovación llevadas a cabo dentro de los tres segmentos de empresas.

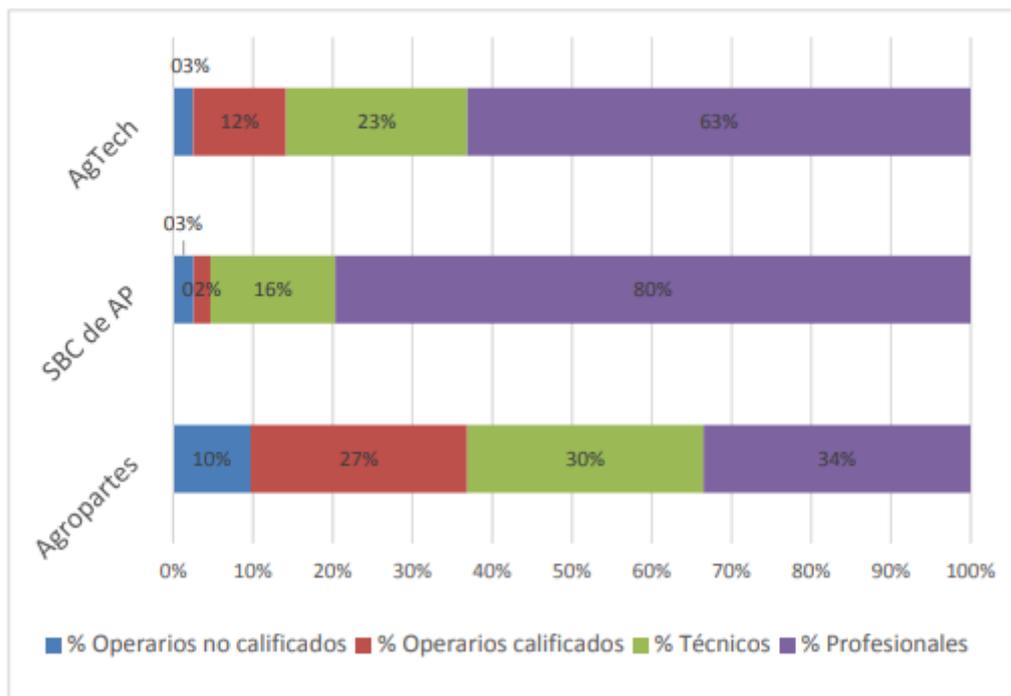


Gráfico 2.6: Calificación de los trabajadores según el tipo de empresa en términos porcentuales. Fuente de datos: Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión (2015 - 2017).

El Gráfico 2.7 muestra diferencias significativas en términos de la composición de la cartera de clientes dentro de cada grupo. En el caso de las ventas de las empresas de SBC, los productores agropecuarios representan casi el 80% de la facturación total, mientras que si también se suman los contratistas de servicios se alcanza el 90% de los ingresos. Las empresas de agropartes de precisión tienen el 40% de sus ingresos asociados a ventas a productores y otro 20% a contratistas. Las ventas a fabricantes de maquinaria agrícola representan otro 20%, lo cual denota bajos niveles de integración entre proveedores de agropartes y fabricantes de maquinaria. En gran medida esto se debe a que las empresas multinacionales de este último rubro, quienes comercializan maquinaria agrícola con gran parte de los equipos de precisión ya incorporados, importan casi la totalidad de dichos equipos, con lo cual la integración con empresas locales es prácticamente nula. De hecho, algunos de los entrevistados mencionaron que, siguiendo estrategias de producción diseñadas en sus casas matrices o en la central regional, el equipamiento de precisión incorporado en la maquinaria agrícola ofrecida en la región de Sudamérica proviene de fábricas en China, Europa, Estados Unidos o Brasil. Por otro lado, las empresas de maquinaria agrícola de origen nacional tendieron a ofrecer sus productos sin los equipos de precisión incorporados, a menos que el comprador las decidiera agregar escogiendo la marca de su preferencia. En consecuencia, salvo algunas excepciones, las

empresas de agropartes de precisión estuvieron mayoritariamente orientadas a ofrecer sus productos a usuarios finales y no a otros segmentos de la cadena. Por su parte, el rubro “otros” concentra el grueso de las ventas de las empresas de AgTech. Dentro de este grupo hay una amplia heterogeneidad en términos de mercados y eslabones atendidos. Mientras algunas empresas se enfocan en brindar servicios aguas arriba del proceso agrícola y ganadero (por ejemplo: empresas de genética vegetal y animal, fuentes alternativas para el financiamiento, aseguradoras, etc.), otras se especializan aguas abajo (por ejemplo: traders de granos, industria agroalimentaria, logística, etc.)

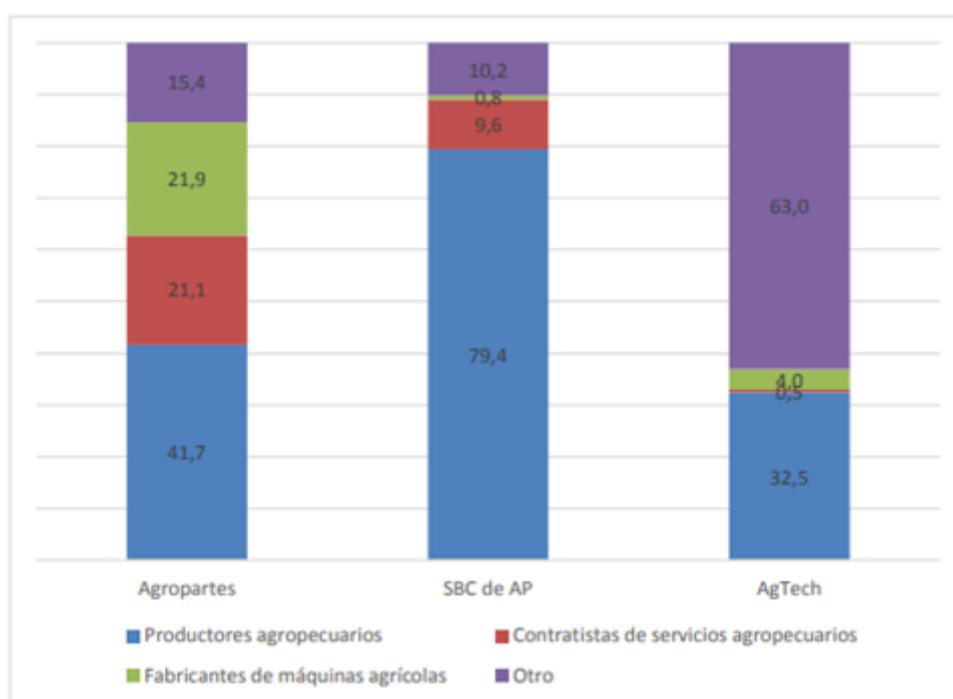


Gráfico 2.7: Participación de segmentos de clientes en el total de ventas de agricultura de precisión. Fuente de datos: Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión (2015-2017).

Esta industria mostró un singular dinamismo en materia de comercio exterior durante el período analizado. En particular, se destaca que el 46% de las empresas de agropartes de precisión exportaron por lo menos una vez entre el periodo 2014 y 2017, siendo este porcentaje mayor para las empresas de SBC y para las de AgTech, con el 58% y 50% respectivamente. Por otro lado, para poder identificar distintos tipos de vínculos establecidos con el mercado externo, se preguntó la frecuencia de las exportaciones para los cuatro años de interés (2014-2017), lo que permitió distinguir entre empresas que exportaron de forma ininterrumpida y aquellas que lo hicieron de modo esporádico

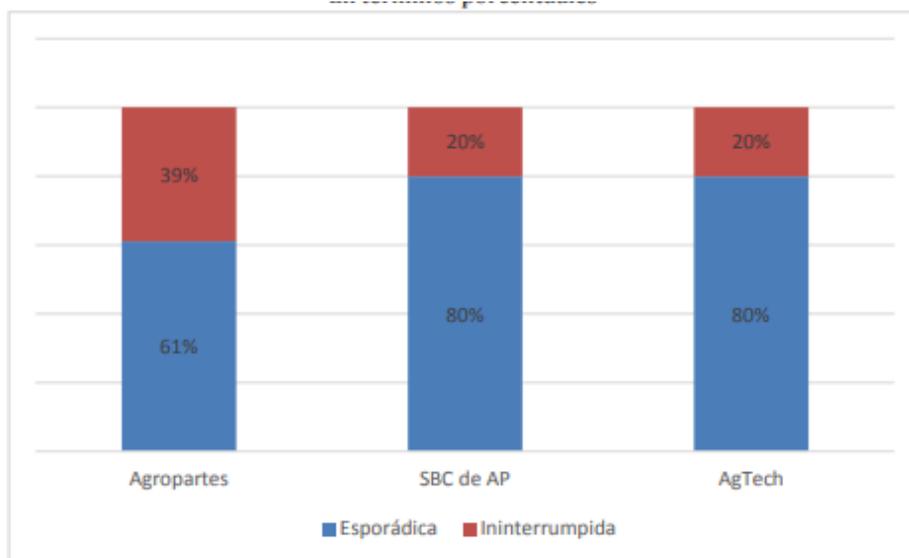


Gráfico 2.8: Empresas que realizaron ventas esporádicas o ininterrumpidas externas relacionadas a la agricultura de precisión entre los años 2014 y 2017 en términos porcentuales Fuente de datos: Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión.

En primer lugar, se destaca el alto porcentaje de empresas de los tres segmentos que pudieron exportar, aunque sea de forma esporádica. Las empresas de agropartes de precisión fueron aquellas que en mayor medida pudieron mantener vínculos estables a lo largo del periodo analizado: el 39% de las que exportaron lo hicieron de forma ininterrumpida, mientras que el restante 61% lo hizo de modo esporádico. En contraste, solo el 20% de las empresas de servicios que exportaron lo hizo de forma ininterrumpida. Sin embargo, que un mayor porcentaje de empresas de agropartes de precisión haya exportado de forma ininterrumpida en relación a las de servicios podría desprenderse del hecho que tienen mayor cantidad de años en el mercado. En segundo lugar, y en relación con lo anterior, es remarcable el alto porcentaje de empresas de servicios tanto aquellas de SBC y de AgTech que pudieron exportar a pesar de tratarse de empresas relativamente nuevas en el mercado. Este hecho se distingue con singularidad en las empresas de SBC, donde casi el 60% de estas exportó por lo menos una vez entre los años 2014 y 2017. Sin embargo, los ingresos por exportaciones en relación a la facturación total fueron relativamente bajos en los tres grupos. Dentro del grupo de empresas de agropartes de precisión las exportaciones representaron aproximadamente el 11% de los ingresos ligados a ventas de dichos equipos. En las empresas de servicios el peso de los ingresos por exportaciones sobre los ingresos totales fue aproximadamente del 13%.

Empresas fuera de Argentina

A continuación se detalla información sobre empresas que operan utilizando drones e inteligencia artificial para la detección temprana de falencias en la producción:

PhenoVation

PhenoVation destaca en la agricultura de precisión mediante la recopilación y análisis de datos fenotípicos avanzados. Su enfoque se centra en proporcionar a los agricultores información detallada sobre el rendimiento de los cultivos, utilizando tecnologías innovadoras. La integración de inteligencia artificial permite un análisis profundo de los datos, facilitando a los agricultores la toma de decisiones informadas para optimizar sus prácticas agrícolas.

DroneDeploy

DroneDeploy se posiciona como una plataforma líder en el uso de drones para recopilar datos aéreos y generar mapas detallados en diversos sectores, incluida la agricultura. En este contexto, la empresa utiliza drones para la monitorización de cultivos, la detección de enfermedades y la planificación agrícola. Su enfoque se centra en proporcionar a los agricultores una visión aérea precisa que les permita tomar decisiones basadas en datos para mejorar la eficiencia agrícola.

Tanaris

Tanaris se destaca en el ámbito de la agricultura de precisión mediante la aplicación de tecnologías avanzadas, como sensores y análisis de datos. La empresa ofrece soluciones para la monitorización detallada de cultivos, utilizando inteligencia artificial y otras herramientas tecnológicas para procesar datos agrícolas. Su enfoque se orienta a proporcionar información valiosa que contribuya a optimizar la gestión y productividad de los cultivos. Tanaris a su vez ofrece esquema de partnership para la implementación de sus tecnologías.

Gamaya

Gamaya se especializa en teledetección aplicada a la agricultura de precisión, utilizando imágenes hiperespectrales y análisis de datos. La empresa emplea cámaras hiperespectrales montadas en drones para capturar imágenes detalladas de los campos agrícolas. Su enfoque se centra en proporcionar a los agricultores información específica sobre la salud y el rendimiento

de los cultivos, aprovechando tecnologías avanzadas para mejorar la toma de decisiones en la gestión agrícola.

Dado que Tanarias no cuenta con distribuidores o “partners” en Argentina, DroneAgt formará parte del mismo para poder hacer la implementación en el país de sus soluciones.⁷

FODA

La matriz FODA (también conocida como DAFO) es una herramienta que se utiliza para evaluar la situación actual de una empresa o proyecto, identificando las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que pueden influir en su desempeño. Esta herramienta permite a los líderes empresariales tener una visión más clara de su situación actual y futura, y les ayuda a tomar decisiones informadas sobre el camino a seguir. La matriz FODA es una herramienta muy valiosa para la planificación estratégica y para el desarrollo de objetivos a largo plazo.

A continuación, se aplicará una de las herramientas más importante a tener en cuenta en el momento de desarrollar un plan de negocio: el análisis FODA que consiste en analizar y considerar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas con las que se enfrenta el negocio a desarrollar.

A partir del análisis FODA se podrán establecer estrategias adecuadas para maximizar los aspectos positivos -Fortalezas y Oportunidades- y minimizar los aspectos negativos -Debilidades y Amenazas de DroneAgt.

Fortalezas

- Tecnología de punta que puede mejorar la eficiencia en la agricultura y reducir los costos de producción.
- Conocimientos técnicos especializados y capacidad de innovación.
- Se cuenta con productores interesados en participar del rollout.

Oportunidades

- Demanda creciente de agricultura de precisión en el mercado global.⁸

⁷ Tanaris cuenta con distribuidores en Brazil por lo que se define como premisa la aceptación de incorporar a DroneAgt como un partner en Argentina bajo el esquema de pago de comisión por ventas.

⁸ Se ha demostrado en “*En el campo, el uso de la tecnología alcanza al 90 % de las actividades*”, “*Alfalfa: usan drones para cuantificar la calidad de siembra*”, “*Uso de drones como herramienta para el sector agropecuario*” y

- Aprovechar la baja explotación de la agricultura de precisión en el mercado creciente de Argentina.
- Posibilidad de crecimiento de las áreas producidas en Argentina.
- Mayor concientización sobre los efectos de la huella de carbono y la sustentabilidad de la agricultura.

Debilidades

- No se cuenta con inversión actual para el desarrollo del plan de negocios.
- Constante mantenimiento y actualización de equipos informáticos para la adquisición y procesamiento de las imágenes.

Amenazas

- Marco macroeconómico desfavorable en Argentina.
- Dependencia de condiciones climáticas favorables.
- Cambios en las políticas gubernamentales que puedan afectar la industria.
- Impacto ambiental agravado como sequías e inundaciones severas.

Cinco fuerzas de Porter

Las cinco fuerzas de Porter son una herramienta para analizar ventajas competitivas de una empresa para maximizar las oportunidades y disminuir las amenazas. Las cinco fuerzas de Porter son: Amenazas de la entrada de nuevos competidores, la rivalidad entre competidores, poder de negociación con los proveedores, poder de negociación con los clientes y amenaza de ingreso de productos sustitutos.

Las cinco fuerzas de Porter de DroneAgt son:

- Amenaza de nuevos competidores: En el contexto de la provincia de Buenos Aires, la amenaza de nuevos competidores en el sector de la agricultura de precisión basada en drones e inteligencia artificial es baja. Esta baja amenaza se debe a la naturaleza altamente especializada y técnica requerida para ingresar a este mercado. Productores de regiones como Pergamino, Rojas y Junín, pilares de la producción agrícola de la provincia, comprenden que el éxito en esta industria demanda un profundo

"Drones Provide Valuable ROI in the Field" que el uso de drones en la agricultura mejora la producción y rentabilidad.

conocimiento técnico y una inversión sustancial. Este nivel de requerimientos actúa como una sólida barrera de entrada para nuevos actores que busquen penetrar en el mercado.

- Poder de negociación de los proveedores: En el escenario actual, el poder de negociación de los proveedores de drones y equipos especializados se encuentra en un punto medio. Si bien la oferta de estos elementos puede ser limitada, la creciente demanda está incentivando la entrada de nuevos proveedores al mercado. Esta tendencia podría equilibrar el poder de negociación y otorgar a los compradores la posibilidad de seleccionar entre varios proveedores.
- Poder de negociación de los clientes: Los clientes, en su mayoría productores agrícolas en la provincia de Buenos Aires, poseen la capacidad de comparar precios y calidad entre diferentes empresas que ofrecen servicios de agricultura de precisión. No obstante, la alta especialización necesaria para implementar esta tecnología puede disminuir su poder de negociación. Los agricultores reconocen que confiar en la experiencia y el conocimiento técnico de los proveedores es esencial para lograr resultados exitosos en sus cultivos.
- Amenaza de productos sustitutos: La amenaza de productos o servicios sustitutos es baja en este caso. La singularidad y la alta especificidad de la agricultura de precisión basada en drones e inteligencia artificial brindan una solución única para los desafíos agrícolas. En la provincia de Buenos Aires, no existen alternativas directas que ofrezcan el mismo nivel de detalle y eficacia en el monitoreo y análisis de cultivos.
- Rivalidad entre los competidores: La rivalidad entre los competidores existentes en la provincia es moderada. Aunque el mercado es relativamente pequeño en sus primeras etapas, el creciente reconocimiento de los beneficios de esta tecnología y la creciente demanda podrían atraer a más empresas al sector. La diferenciación en términos de calidad de servicio, precisión de datos y atención al cliente se convierte en un factor determinante para sobresalir en esta competencia emergente en la provincia de Buenos Aires.

Prueba piloto - Scaling up

Se cuenta con la posibilidad de poder hacer incremental el avance entre la prueba piloto y el escalado del producto. A continuación, se detalla:

1. Prueba piloto: Antes de lanzar el negocio a nivel comercial, se realizará una prueba piloto en una pequeña escala. Esto incluye integrar la prueba piloto con un pequeño grupo de agricultores locales para recoger y analizar imágenes de sus cultivos y evaluar la calidad y utilidad de los resultados.
2. Escalado: Una vez que se haya realizado la prueba piloto con éxito⁹ y se haya identificado y corregido cualquier problema técnico u operativo, se puede comenzar a escalar el negocio a nivel comercial. Esto incluye la adquisición de más drones, la contratación de más personal y la expansión de la base de clientes a nivel regional o nacional.
3. Mejora continua: A medida que el negocio se expande, es importante monitorear constantemente la eficiencia y la satisfacción de los clientes para identificar y abordar cualquier problema u oportunidad de mejora. La tecnología de drones y los procesos de análisis de datos también pueden ser periódicamente mejorados y actualizados para mantenerse a la vanguardia y ofrecer los mejores resultados a los clientes.

Escalar un negocio exitosamente requiere una estrategia bien planificada y un enfoque constante en la mejora continua. Al monitorear de cerca la eficiencia y la satisfacción de los clientes, se pueden identificar oportunidades para el crecimiento y mejorar la rentabilidad a largo plazo del negocio.

Gantt

Los diagramas Gantt son una herramienta que permite gestionar, planificar, programar y darle seguimiento a tareas a lo largo del tiempo. Los ejes del gráfico de Gantt trazan tareas versus tiempos a lo largo del proyecto.

El gantt de este emprendimiento cuenta con 5 etapas que se detallan a continuación:

MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13 ++
ARMADO INICIAL												
	DESARROLLO DE TECNOLOGÍA E INFRAESTRUCTURA											
				PRUEBA PILOTO								
												ESCALADO

⁹ Se define como prueba piloto con éxito la posibilidad de tomar imágenes de uno o más campos con falencias en su producción y poder rastrearlas, procesarlas y presentarlas al productor.

1. Armado inicial del emprendimiento (1-3 meses): Creación de la sociedad, armado de equipos técnicos y adquisición inicial de equipamiento físico.
2. Desarrollo de la tecnología y la infraestructura (3-6 meses): Desarrollar la tecnología y la infraestructura necesarias para el negocio, el desarrollo de software y el establecimiento de un sistema de gestión de datos seguro y eficiente.
3. Prueba piloto (6-12 meses): Realizar una prueba piloto en una pequeña escala con un pequeño grupo de agricultores locales para evaluar la viabilidad y la eficacia del modelo de negocios.
4. Escalado (12 meses en adelante): Una vez que se haya realizado la prueba piloto con éxito, se puede comenzar a escalar el negocio a nivel comercial. Esto podría incluir la adquisición de más drones, la contratación de más personal y la expansión de la base de clientes.
5. Mejora continua: Monitorear constantemente la eficiencia y la satisfacción de los clientes para identificar y abordar cualquier problema u oportunidad de mejora. La tecnología de drones y los procesos de análisis de datos también pueden ser periódicamente mejorados y actualizados para mantenerse a la vanguardia y ofrecer los mejores resultados a los clientes.

Riesgos laborales

Algunos de los riesgos laborales en Argentina que se podrán enfrentar son:

- Cambios en la legislación laboral: Las regulaciones y leyes laborales pueden cambiar y afectar la estructura y los costos de los contratos laborales.
- Salud y seguridad: Es importante garantizar la seguridad de los empleados al trabajar con drones, lo que puede requerir inversiones adicionales en entrenamiento.

Marco regulatorio del uso de drones en Argentina

En Argentina, el uso de drones está regulado por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) y la Secretaría de Innovación Pública de la Jefatura de Gabinete de Ministros. La ANAC establece los requisitos para la operación de drones, incluyendo la necesidad de obtener una certificación de aptitud técnica y una autorización para la operación de drones. Además,

existen regulaciones específicas para la operación de drones en diferentes áreas, como en aeropuertos, zonas urbanas y rurales, entre otras.

También es importante destacar que la ANAC regula el uso de drones comerciales y recreativos de acuerdo a su peso y finalidad, y establece diferentes categorías de operación, cada una con diferentes requerimientos técnicos y de seguridad. Por ejemplo, para operar un drone comercial de menos de 25 kilogramos se requiere de una certificación y autorización específica, mientras que para un drone recreativo de menos de 500 gramos, solo se necesita registrarlo y cumplir con algunas regulaciones específicas.

Es importante tener en cuenta que las regulaciones sobre drones pueden estar en constante cambio y actualización, por lo que es necesario estar informado y cumplir con los requisitos establecidos por las autoridades competentes para evitar sanciones y riesgos a la seguridad de las personas y el medio ambiente.

Certificación para pilotos

En Argentina, para poder operar un drone en actividades comerciales, el piloto debe contar con la certificación otorgada por la ANAC, la cual se obtiene luego de completar un curso de capacitación y aprobar un examen teórico y práctico. Esta certificación tiene como objetivo garantizar que el piloto tenga los conocimientos necesarios para operar el drone de manera segura y eficiente, y cumpla con las normas y regulaciones establecidas para el uso de drones en el país. Además, también se exige que el piloto cuente con una licencia de piloto de drones expedida por la ANAC. Es importante destacar que el incumplimiento de estas regulaciones puede derivar en sanciones y multas por parte de las autoridades competentes

Sistemas informáticos

Los sistemas informáticos que tendrán visibilidad los clientes y que están contemplados adquirir o desarrollar son los siguientes:

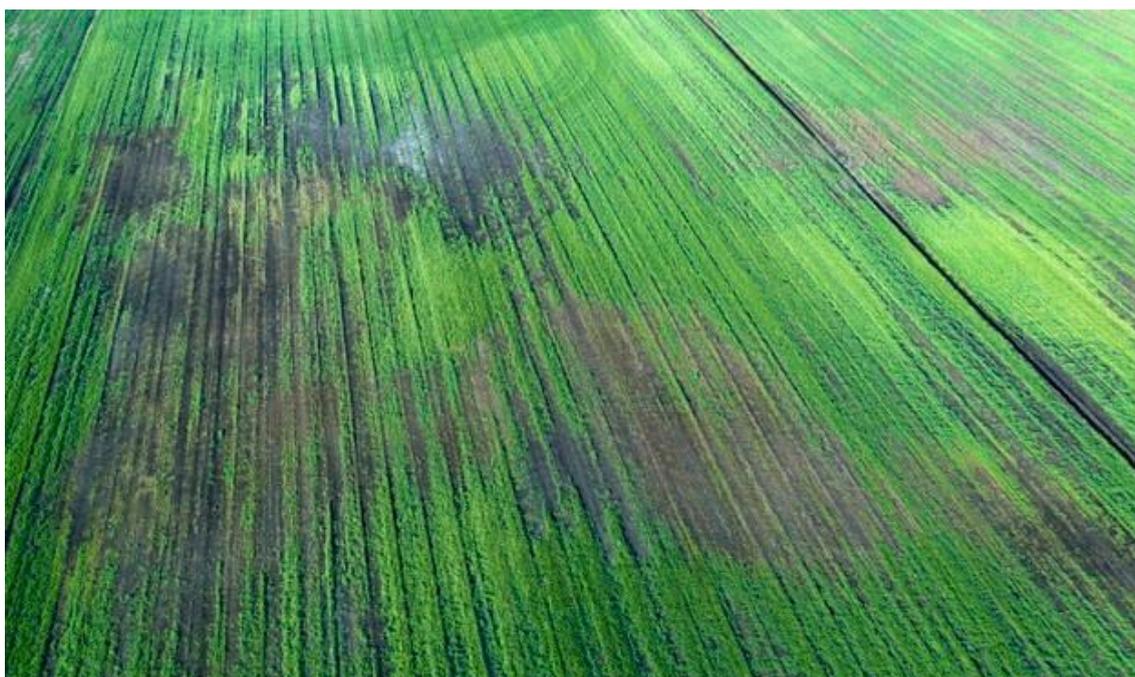
1. Sistema de gestión de drones: Para controlar y monitorear los drones en tiempo real durante las misiones de vuelo.
2. Sistema de procesamiento de imágenes: Para procesar y analizar las imágenes capturadas por los drones y convertirlas en información útil para los agricultores.

3. Sistema de gestión de datos: Para almacenar, organizar y analizar los datos de agricultura recopilados por los drones y la tecnología de procesamiento de imágenes.
4. Software de análisis de cultivos: Para analizar los datos de cultivos y generar informes y recomendaciones para los agricultores.
5. Plataforma de información y visualización: Para presentar la información de manera clara y accesible a los agricultores.

Propuesta tecnológica

Tal como se detalló en el capítulo de Demanda, el uso creciente de tecnología relacionada al agro potencia y maximiza el rendimiento y cantidad producida de los granos. Por ese motivo, el mercado es desde hace varias décadas creciente. Tampoco existe una atomización del mismo por la baja incidencia entre empresas proveedores en contraprestación de los productores que las eligen.

La propuesta tecnológica consiste en una solución integrada en la captación de imágenes de alta calidad mediante el uso de drones. Las imágenes que se tomen permitirán la detección de plagas, enfermedades en las plantas, control de humedad de suelos, faltante o sobrante de agroquímicos, entre otros usos. A su vez, cada imagen tomada desde un dron está acompañada por la georreferenciación de donde fue tomada la imagen. Con cada imagen georreferenciada es posible armar un mapa topográfico del campo inspeccionado.



Luego del relevamiento del campo realizado por el dron, las imágenes son procesadas mediante un software de inteligencia artificial. El software predice con un porcentaje elevado (superior al 95%¹⁰) aquellas parcelas o zonas del campo afectadas por los problemas detallados anteriormente. El software se entrena continuamente en base a todas las imágenes que se toman detectando con mayor certeza.

¹⁰ El nivel de confianza se refiere a la probabilidad de que un intervalo de confianza incluya el verdadero valor de la población. Un nivel de confianza del 95% implica que hay un 95% de probabilidad de que los resultados estén dentro del intervalo predicho.

Así como se cuenta con el software necesario, también se ofrece a los productores que entreguen imágenes que ellos mismos tomaron con sus drones para su procesamiento.

Clasificación de drones según el tipo de ala

Drones de Ala Fija

Este tipo de drones se caracteriza, como su nombre indica, por tener el ala unida al resto de la aeronave, es decir, las alas no poseen movimiento propio, se mueven con el resto del dron. Estos drones sirven para trabajos que necesiten cubrir gran extensión del terreno debido al número elevado de horas que son capaces de volar y a la reducida maniobrabilidad. Sin embargo, el despegue de estos drones es más complejo que otros como los de ala rotatoria. Esto se debe a que necesitan elementos externos para despegar y aterrizar.

Existen varios tipos de drones de ala fija:

- Ala alta

Se denominan drones de ala alta a aquellos que tienen el ala situada en la parte superior del fuselaje lo que genera como ventaja una estabilidad aceptable, por el contrario, la maniobrabilidad de la aeronave disminuye.

- Ala media

En este caso, el ala se encuentra ubicada en la parte media del fuselaje esto hace que, en comparación con el ala alta, cuente con mayor estabilidad y equilibrio.

- Ala baja

Posee el ala en la parte baja del fuselaje.

- Ala volante

El concepto de ala volante envuelve la ausencia de estabilizadores horizontales y renueva la imagen del dron creando una aeronave visualmente compuesta de alas sin fuselaje diferenciado. Las ventajas más acentuadas serían la baja resistencia aerodinámica y la maniobrabilidad aumentada en comparación con otro tipo de drones.

Drones de Ala Rotatoria

La sustentación del vuelo de los drones de ala rotatoria se basa en que las palas o alas giran alrededor de un eje, en lugar de mantenerse fijas. A continuación, se mencionan los subtipos de drones de ala rotatoria:

- Aeronaves con un rotor principal y un rotor de cola.
- Dron con un único rotor.
- Dron con dos rotores en configuración coaxial.
- Dron con dos rotores en configuración tándem.

- Multirrotores: son los más comunes en el mercado. Presentan al menos tres hélices, repartidas de manera simétrica otorgando al aparato una buena estabilidad.

Drones híbridos

Los drones híbridos deben su nombre a la mezcla de sus características, siendo estas semejantes por una parte a las aeronaves de ala rotatoria y por otra a las aeronaves de ala fija. Lo que caracteriza a los drones de ala fija es la capacidad que poseen de realizar vuelos a velocidades altas, mientras que, lo que hace que los drones híbridos tengan rasgos de ala rotatoria es el hecho de que pueden llevar a cabo el despegue, así como el aterrizaje, de manera vertical.

Estos drones suelen contar con buena autonomía y, aunque son los menos considerados en el mercado, poco a poco se están haciendo un hueco dentro de él.

Ejemplos

Existen ciertos drones comercializados por grandes fabricantes, como pueden ser Parrot o DJI, que han conseguido liderar los puestos de drones comprados con fin agrícola. Seguidamente se listan los más significativos:

Yamaha RMAX

Este aparato de la multinacional japonesa llamada YAMAHA consiste en un helicóptero no tripulado cuya función principal en la agricultura es la fumigación, sobre todo en cultivos como el trigo y el arroz. Fue introducido en el mercado laboral en 1997 según expone la empresa en su página web y se ha convertido en uno de los drones agrícolas principales en todo el mundo con un número de más de 2.500 dispositivos vendidos para tareas agrícolas.



Figura 3.1: Yamaha RMAX. Fuente: Yamaha Motor Sports

Algunas características llamativas del sistema de descarga del RMAX son la capacidad de sus dos tanques para líquido de 8 litros cada uno, la capacidad de sus dos tanques de grano de 8 kg cada uno y su mecanismo de descarga de líquido consistente en un pistón de doble acción con boquilla plana.

DJI Agras MG-1

Agras MG-1 cuenta con la función de aplicar pesticidas, fertilizantes y herbicidas, las características de este dron el sistema de propulsión del MG-1 permite que su carga llegue a ser de hasta 10 kg de líquido, entre ellos pesticidas y fertilizantes.

Cuenta con un sistema de descarga inteligente que se compone de un spray capaz de adaptar la cantidad que expulsa dependiendo de la velocidad a la que vuela el dron de manera optimizando coste y uso de materia prima, así como evitando una contaminación excesiva de productos químicos como los pesticidas.

El DJI MG-1 lleva integrado un radar microondas al sistema de vuelo inteligente que hace posible escanear el terreno en tiempo real, esto resulta interesante para contar con información precisa sobre la altura del cultivo.



Figura 3.2: DJI Agras MG-1. Fuente: DJI

EBees SQ

EBees SQ es la solución tecnológica en materia de dron que ofrece la empresa francesa Parrot. Es uno de los drones más eficaces en su campo debido su autonomía, es decir, a la cantidad de hectáreas que es capaz de cubrir en un mismo vuelo, los datos del dron especifican que es capaz de cubrir diez veces más suelo cubierto que un dron cuadricóptero. Según explica Parrot en el catálogo del producto, eBee incluye un sensor Sequoia fabricado por la empresa “para captar datos precisos multiespectrales a través de 4 bandas, además de imágenes RGB visibles, para una supervisión y un análisis eficaces de los cultivos”. Parrot añade que el producto “incluye una licencia gratuita Pix4Dag de un mes, que permite convertir las tomas de imágenes en mapas de reflectancia, mapas de índice como NDVI, mapas de aplicaciones legibles por máquinas y ortomosaicos RGB de alta resolución.” El Pix4Dag constituye la diferencia más potente respecto a las demás alternativas, debido a lo fácil que convierte el compartir las imágenes y los datos recogidos.



Figura 3.3: eBee SQ Fuente: Parrot

Drones y sensores disponibles en el mercado argentino.

Partiendo de lo explicitado en la sección Marco Teórico, se analizaron las características principales de los drones a los cuales se puede acceder en Argentina. Respecto a los vehículos se identificó: autonomía de vuelo, su peso, capacidad de carga, velocidad alcanzada y otras características que lo distingan. En la Tabla 3.4 se exponen las plataformas de ala fija y en la Tabla 3.5 los multirrotores

	<i>Explorer</i>	eBee SQ	Trimble UX5	Asesor/5	Lancaster 5
Origen	Argentina	Suiza	Estados Unidos	Argentina	Estados Unidos
Tipo	Avión	Avión	Avión	Avión	Avión
Autonomía de vuelo (minutos)	40	55	50	50	45
Velocidad (km/h)	70	40-110	80	55	43-57. Máx: 79
Peso (kg)	3,5	1,1	2,5	-	2,4

Capacidad de carga	Múltiples cámaras	Una cámara	Una cámara	-	Múltiples cámaras, hasta 1,15 kg.
Otras características	Fuselaje desmontable.	Alas desmontables	-	Cobertura: hasta 450 has. En un vuelo	-

Tabla 3.4 Plataformas de ala fija presentes en Argentina. Fuente de datos: Elaboración propia.

	Vader X4	Mavrik X4	Phantom 4Pro	Trimble Z5
Origen	Sudáfrica	Sudáfrica	China	Estados Unidos
Hélices/rotores	4	4	4	6
Autonomía de vuelo (minutos)	< 50	<24	30	20
Velocidad (km/h)	72	65	72	-
Peso (kg)	10,2	2,95	1,4	2,7
Capacidad de carga	4 kg	1,5 kg		2,3

Tabla 3.5 Plataformas multirrotor presentes en Argentina. Fuente de datos: Elaboración propia

Para el caso de los sensores (Tabla 3.6) se determinó la resolución espacial, espectral y velocidad de captura que presentan las cámaras más comúnmente utilizadas con objetivo agronómico.

	Parrot Sequoia	Sony a6000	MicaSense Red Edge
Origen	Suiza	Importado	Estados Unidos

Resolución espectral	Multiespectral (Infrarrojo cercano, límite rojo, rojo, verde) y RGB	Luz visible	Multiespectral (Verde, Azul, Rojo, Rojo Edge, de infrarrojo cercano)
Resolución espacial	11 cm/píxel a 120 metros altura	-	8 cm/píxel a 120 metros altura
Velocidad captura	1 captura / segundo	11 capturas / segundo	1 captura / segundo
Peso (gramos)	107	344	150
Otras características	Multiespectral: 1,2 megapíxeles	24,3 megapíxeles.	-
	RGB: 16 megapíxeles		

Tabla 3.6 Sensores fotográficos presentes en Argentina. Fuente de datos: Elaboración propia

Dadas las características de los sensores, la combinación con la altura y velocidad de vuelo, permite inducir la calidad de las imágenes y rendimientos del vuelo. Por ejemplo: utilizando un vehículo eBee SQ equipado con una cámara Sequoia se pueden cubrir 200 hectáreas en un vuelo con resoluciones de 3,1 cm por píxel en RGB (altura 120 metros); en el caso de un avión Trimble UX5 equipado con una cámara Red Edge (configurada con un 70% de superposición de imágenes) se pueden monitorear en un vuelo 170 hectáreas a una altura de 120 metros y obtener píxeles de 8,2 cm., bajando la altura a 90 metros la superficie se reduce a 120 hectáreas pero la resolución aumenta a 6,1 cm/píxel.

Recomendaciones por tipo de productor

El tipo de dron, marca y modelo del tipo de dron puede variar dependiendo las necesidades de cada productor. Por ello, se detalla a continuación una grama de ejemplo:

1. Pequeños productores: DJI Mavic Air (2.500 USD) / Autel Robotics EVO Lite (1.200 USD) / Parrot Bluegrass Fields (2.500 USD). Todos ellos cuentan con cámaras y una autonomía y alcance de hasta 2km.
2. Mediano productor: Parrot Bluegrass Fields (2.500 USD) alcance 2km / DJI Matrice 30 Worry-Free (5.000 USD) alcance: 7km
3. Grandes productores: senseFly eBee (13.500 USD) autonomía de 90 minutos de vuelo con una cobertura de hasta 500 ha.

Se concluye que el productor cuenta en Argentina con una gama versátil de drones para elegir de acuerdo a su necesidad y es posible lograr condiciones de vuelo (altura y velocidad) y resoluciones suficientes como para detectar malezas aún en estadios pequeños. Los vehículos de ala fija presentan en general una autonomía y velocidad de vuelo mayores, permitiendo una cobertura más extensa de superficie (importante en el caso de cultivos extensivos) aunque las alturas de vuelo son superiores que la de multirrotores y si la cámara no presenta una resolución espacial adecuada, la detección de malas hierbas se verá afectada (sobre todo en estadios tempranos demarco estronde las malezas son pequeñas y más fácilmente erradicables). Por parte de los multirrotores, serán esenciales a la hora de mapear lugares que presenten obstáculos e impidan el libre vuelo de los modelos de ala fija.

Tipos de cámaras

En el campo audiovisual existen infinidad de cámaras tanto semiprofesionales como profesionales excelentes para pequeñas y medianas empresas; sin embargo, en nuestro caso hay que tener presente el hecho de que las cámaras, tanto para fotografía como para vídeo, debe acoplarse a drones de peso reducido y no resulta conveniente que dificulten el vuelo, así como que ralentice la tarea del mismo. Para adaptar los recursos audiovisuales a los nuevos medios de grabación y fotografía como son los drones, se comenzaron a fabricar y vender nuevas cámaras, estilo deportivas, más versátiles y pequeñas, perfectamente acoplables a

drones. Por esta razón, la búsqueda de cámaras se filtró según sean adaptadas para drones y ofrecen resultados profesionales.

Comenzando con cámaras usadas mayormente en proyectos fotográficos, podemos distinguir entre las cámaras deportivas convencionales y las cámaras diseñadas exclusivamente para dron, como las fabricadas por DJI.

La gama más común en empresas es la gama DJI Zenmuse X. Ésta cuenta con varias versiones de la cámara Zenmuse X, actualizadas y mejoradas en cada versión: Zenmuse X3, X4S, X5 y X5S, X5R, X7, entre otras.

Debido a la amplia lista de cámaras compatibles con drones, resulta aconsejable reducir la información a una tabla comparativa con el fin de valorar varias características al mismo tiempo y decidir cuál puede ser la mejor opción como inversión.

Cámaras	Peso	Sensor	Resolución vídeo principal	Estabilizador de imagen	Precio	Otros
Excelvan Q8 4K	60 gr	Sony IMX179 (16MPx)	4K a 30 fps	n.d.	50USD	Pantalla de 2 pulgadas
Gitup Git 2Pro	64 gr	16MPx	2K a 30 fps y 1080p a 60 fps	Gyro	123USD	Pantalla trasera de 1,5 pulgadas
Zenmuse X5	460 gr	M4/3 (16 Mpx)	4K a 30 fps y Full HD (1920x1080) a 60fps	CMOS (DJI)	1.800USD	Compatible con drones DJI
SJCAM SJ5000X ELITE	381 gr	Sony IMX178CQK (12 MPx)	4K a 24 fps y 1080p a 60 fps	Gyro	156USD	Pantalla trasera de 2 pulgadas
XIAOMI YI 4K	63,5 gr	Sony IMX377 (12MP 1/2.3")	4K Ultra HD	Electrónica (EIS) y manual	180USD	Compatible con iPhone, iPad y Android
Mobius Action Camera	40 gr	n.d.	Full HD a 30 fps	n.d.	53USD	Transmisión en directo mediante dron FPV
Firefly 6C	102 gr	Sony IMX078 (16Mpx)	4K a 24 fps, 2.5K a 30fps y 1080p a 30 fps	n.d.	55,40USD	Compatible con IOS y Android, sin pantalla trasera

GoPro Hero 5 Black	118 gr	12 MPx	4K a 30 fps	GoPro	310USD	Micrófono estéreo que mejora el audio
--------------------	--------	--------	-------------	-------	--------	---------------------------------------

Tabla 3.7 Cámaras aptas para uso en drones. Fuente de datos: Elaboración propia

Análisis de imágenes

A continuación, se detallan las distintas alternativas tecnológicas que se analizaron para el análisis inteligente de imágenes para su posterior implementación en el sistema de agricultura de precisión:

Sistemas difusos

Los sistemas difusos han tenido una gran aplicación en la ingeniería principalmente en las áreas de control y procesamiento digital de imágenes desde 1965 cuando Zadeh presentó la teoría de conjuntos difusos. Los conjuntos difusos se han usado en el trabajo con imágenes ya que no limitan numéricamente el desarrollo, esto es útil cuando se trabaja con imágenes debido a que sus características no se pueden delimitar de una forma exacta.

En los últimos años el procesamiento digital de imágenes utilizando lógica difusa se ha incrementado. El algoritmo se desarrolla en 5 etapas como se observa en la figura 3.8, las cuales son la filtración y segmentación, para separar por colores de la imagen que se encuentren, la extracción de características en donde aplicando máscaras se obtienen patrones característicos para su posterior clasificación y las últimas etapas consisten en aplicar 3 diferentes procesos para clasificar la muestra.

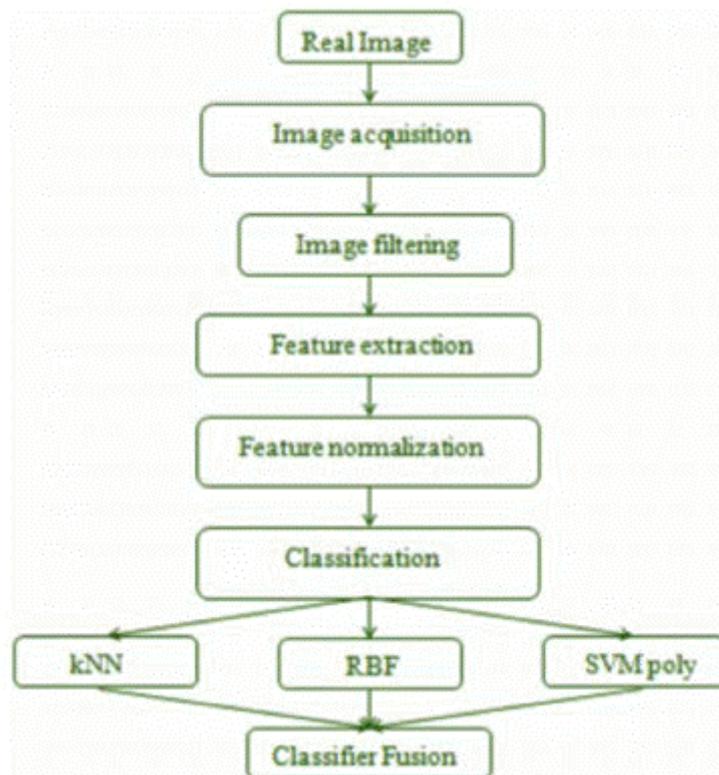


Figura 3.8 Algoritmo de clasificación. Fuente: Mollajan, A., Ghiasi-Freez, J. & Memarian, H., 2016. Improving pore type identification from thin section images using an integrated fuzzy fusion of multiple classifiers. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 31, pp.396–404.

Con los resultados de cada método de extracción de características, se aplica un conjunto difuso el cual clasifica cada resultado, con el objetivo de determinar con mayor precisión.

Redes neuronales artificiales

El cerebro humano está constituido por neuronas que guardan y procesan una gran cantidad de información, por este motivo las redes neuronales artificiales buscan simular ese comportamiento del cerebro, permitiendo generar sistemas complejos creando una estructura donde se utilizan elementos simples. Presentan dos tipos de redes: la multicapa que es la más utilizada y también las redes neuronales convolucionales, las cuales son especializadas para el trabajo con imágenes.

Red neuronal multicapa

La red neuronal multicapa o MPL (MultiLayer Perceptron) se basa en la unión de neuronas organizadas y distribuidas a lo largo de diferentes capas. Este tipo de redes sirven para copiar el comportamiento de cualquier sistema usando entradas y salidas conocidas, de esta forma es capaz de clasificar elementos o imitar el funcionamiento de una estructura.

La metodología consta de dos partes, un proceso de segmentación y uno de extracción. En la figura 3.9 se muestra la metodología de trabajo.

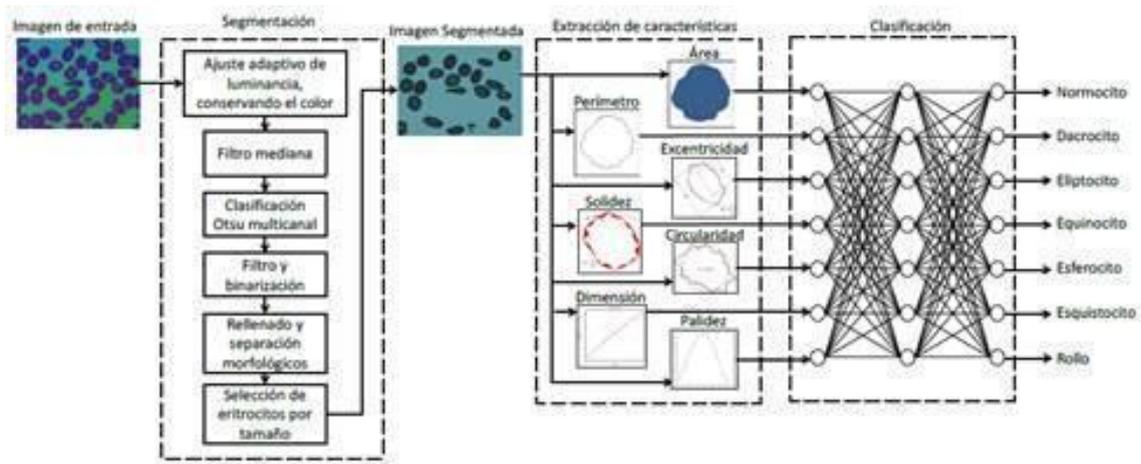


Figura 3.9 Fuente de datos: Mejía, M. & Alzate, M., 2015. Clasificación automática de formas patológicas de eritrocitos humanos Automatic classification of pathological shapes in human erythrocytes. Revista Ingeniería, 21(1), pp.31–48.

Para citar un ejemplo, una red neuronal en conjunto con un algoritmo de procesamiento digital de imágenes para identificar las plagas. El proceso consta de un algoritmo de identificación que por medio del procesamiento digital de imágenes extrae la región de estudio, segmenta el objeto y posteriormente una red neuronal clasifica el insecto dentro o fuera.

Red neuronal convolucional

Las redes neuronales convolucionales (CNNs) se han usado últimamente en tareas de análisis de imágenes, sobre todo destacando su uso en los procedimientos de clasificación y reconocimiento. Este modelo de red se ha desarrollado inspirado en el sistema de aprendizaje

biológico. Para el trabajo con imágenes se utilizan este tipo de redes porque permiten el manejo de grandes estructuras de datos.

En la figura 3.10 se puede observar la estructura en donde se ilustra el espacio creado que relaciona un objeto con diferentes imágenes patrón, las cuales van a ser comparadas con las fotos de muestra para poder asociarla y ubicarla con un porcentaje de acierto a alguno de los grupos creados.

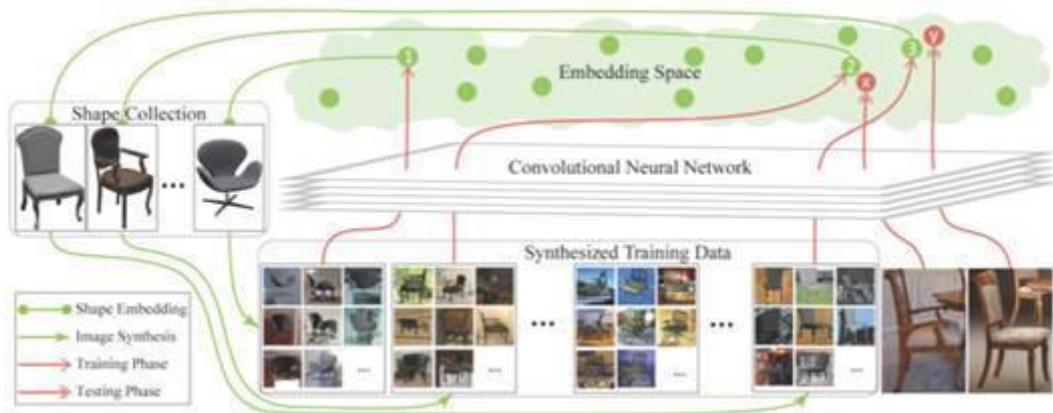


Gráfico 3.10. Fuente de datos: Yangyan, L. et al., 2015. Joint Embeddings of Shapes and Images via CNN Image Purification. ACM Transactions on Graphics, 34(6), pp.1–12.

Inteligencia de enjambre

La inteligencia de enjambre hace referencia a darle a un sistema artificial propiedades inspiradas en grupos de animales que realizan acciones conjuntas para cumplir con una tarea específica. Muchos modelos se han implementado con base al funcionamiento de grupos de trabajo colectivo entre los que se encuentran las colonias de hormigas, abejas, crecimiento bacterial, grupos de aves, peces y el pastoreo de animales. La colonia de abejas es uno de los sistemas de enjambre más utilizados para tareas de optimización y análisis de imágenes por su fácil implementación.

La segmentación de imágenes es el proceso mediante el cual se divide una imagen en múltiples segmentos de píxeles, esto es típicamente usado para localizar elementos en una imagen. El algoritmo de trabajo se basa en la imagen buscando los diferentes grupos de intensidad, en base a estos los valores de las funciones de pertenencia del conjunto difuso se van modificando. Una vez el algoritmo deje de detectar cambios de intensidad, los píxeles de la

foto serán asociados al grupo más cercano. En la figura 3.11 se observa el resultado con una segmentación a color y con otra en escala de grises.

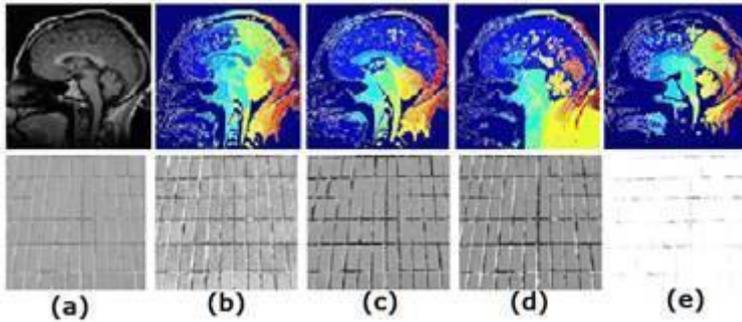


Figura 3.11 Esquema de segmentación desde la imagen original hasta el procesamiento final de la misma. Fuente de datos: Bose, A. & Mali, K., 2016. Fuzzy-based artificial bee colony optimization for gray image segmentation. Signal, Image and Video Processing, 10, pp.1089–1096.

En la figura 3.11 anterior se puede apreciar cómo el algoritmo desarrollado puede diferenciar más regiones tanto en color como en escala de grises.

Sistema inmune artificial (AIS)

El sistema inmunológico es el encargado de proteger a un organismo de elementos externos que puedan poner en riesgo la vida como por ejemplo bacterias, virus o parásitos, todos estos son conocidos como patógenos. El sistema tiene dos actividades básicas, el reconocimiento y eliminación de estos patógenos. De esta forma los AIS tratan de emular ese comportamiento para la solución de problemas utilizando el concepto de la producción de anticuerpos con base en información recopilada y guardada.

La interpretación de las imágenes está sujeta a las propiedades específicas del instrumento que las toma y a la experiencia del profesional que las diagnostica, por esto ha sido difícil crear un algoritmo estándar de reconocimiento de anomalías. La AIS se está utilizando recientemente en el procesamiento de imágenes con el propósito de hacer un reconocimiento más objetivo e independiente del profesional que hace el diagnóstico.

Técnica IA	Ventajas	Desventajas
------------	----------	-------------

<p>Sistemas difusos</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Su implementación al manejar un esquema de lenguaje natural que simula el del ser humano y la estandarización de los modelos difusos permite que se pueda aplicar de una forma práctica y sencilla. · Suavidad en la clasificación de sistemas con grandes variaciones como las imágenes, donde no se tener una frontera definida por clase. 	<ul style="list-style-type: none"> · Dificultad de la definición del problema de forma precisa por medio de etiquetas y su porcentaje de pertenencia, generalmente estas definiciones las realizan personas desde su punto de vista lo que crea un margen subjetivo. · Por su funcionamiento no es aconsejable para sistemas de alta precisión, debido a que el resultado depende de un valor de pertenencia de funciones parametrizadas bajo un sistema lingüístico y no numérico
<p>Red neuronal MLP</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Aprendizaje rápido con gran porcentaje de acierto · Capacidad de procesamiento en paralelo lo que lo convierte en un sistema muy útil en sistemas de respuesta rápida · La implementación de una red neuronal MLP es simple en comparación con otras técnicas IA o incluso otros tipos de redes neuronales 	<ul style="list-style-type: none"> · Necesitan un reentrenamiento periódico para no perder precisión, ante cambios normales que un sistema presenta en el tiempo · Entre más grande el rango dinámico de trabajo más datos representativos son necesarios para definir las diferentes pendientes de separación.
<p>Red neuronal convolucional</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Red especializada en el trabajo con imágenes por su funcionamiento en 2D que permite la extracción de características globales de la foto por medio de las diferentes matrices de filtros. · Robustez de la identificación ante variaciones en las imágenes por la implementación de algoritmos de Deep Learning que permite a la red 	<ul style="list-style-type: none"> · Tiempos de entrenamiento largos · La calidad de la identificación depende de la extensión de la base de imágenes que se use para entrenamiento · Sistema de alto costo computacional por su trabajo con matrices y convoluciones entre ellas.

	aprender múltiples niveles de representación	
Inteligencia de enjambre	<ul style="list-style-type: none"> · Convergencia rápida a la solución de los sistemas con gran flexibilidad · Este tipo de técnica utiliza pocos parámetros de configuración en comparación con las otras técnicas mencionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> · En ocasiones existen soluciones mejores en la solución local a la cual el algoritmo converge, lo que hace necesario un algoritmo externo de búsqueda global dentro de esa región para encontrar la mejor solución. · Presenta en situaciones convergencia prematura a una solución, esto se debe a una mala configuración de la estructura de búsqueda que sesga el mejor resultado.
Sistema inmune artificial	<ul style="list-style-type: none"> · Alta capacidad de exploración de soluciones, para una mejor optimización de tareas · Posee un autoaprendizaje estructurado, profundo y simple en comparación con otras técnicas de IA las cuales no tienen la capacidad de aprender de forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> · Requiere un alto nivel de desarrollo en su programación inicial para estructurar sus capas y funcionamiento · Su mayor fortaleza la saca de procesos de aleatoriedad que en principio le resta propiedades de robustez a su implementación.

Tabla 3.12 Resumen de técnicas de inteligencia artificial actuales utilizadas para el procesamiento de imágenes. Fuente: Elaboración propia.

Ejemplos de monitoreo de cultivos

El poder realizar esta labor eficientemente en el ámbito productivo, implica el uso de un sistema que detecte las malezas objetivo y realice automáticamente una aplicación sobre ellas. Sin embargo, para hacer posible el control automatizado de malezas a nivel de planta, usando el mínimo de herbicidas o labor mecánica es necesario “reconocerlas” en condiciones de campo, diferenciando el cultivo de otros objetos. Esto ha sido un gran desafío por décadas, y uno de los mayores escollos técnicos para la implementación de un control automatizado de malezas. Las grandes variaciones de iluminación, oclusión entre plantas y condición de suelo, cultivos y malezas han hecho difícil el implementar formas de reconocimiento (o modelos) en

donde la máquina de aplicación primero “aprenda” y luego desarrolle su trabajo bajo diversas condiciones. En los últimos años, este campo de desarrollo ha adquirido real importancia, de la mano del gran auge que ha tenido la “inteligencia artificial”. Gracias al aprendizaje profundo, junto al aumento de la capacidad de procesamiento de datos, se han desarrollado métodos para distinguir malezas y problemas asociados a los cultivos en tiempo real:

1. Detección de fallas de siembra: se detectan con gran facilidad en etapas tempranas del cultivo permitiendo corregir este error cuando aún es posible.

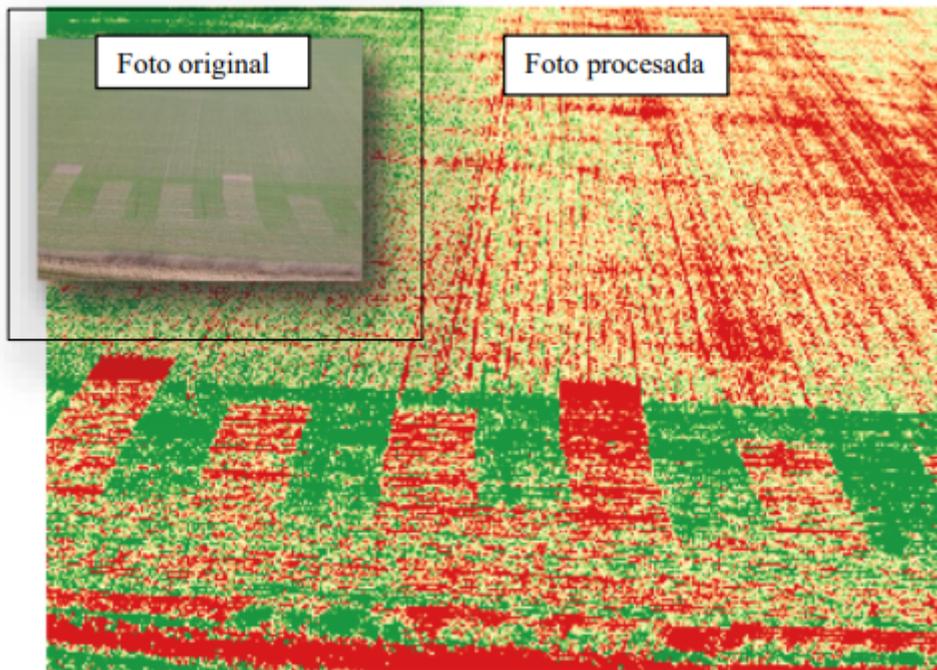


Gráfico 3.13 Imagen de detección de fallas de la siembra durante el procesamiento de las imágenes tomadas. Fuente: Elaboración propia.

2. Estado de afectación por anegamientos: se detectan zonas afectadas con mayor facilidad.



Gráfico 3.14 Imagen de anegamientos tomadas mediante el uso de drones.

Fuente: Elaboración propia.

3. Afectación por aplicación incorrecta de agroquímicos: En azul se observa la deriva dentro de un lote de trigo.

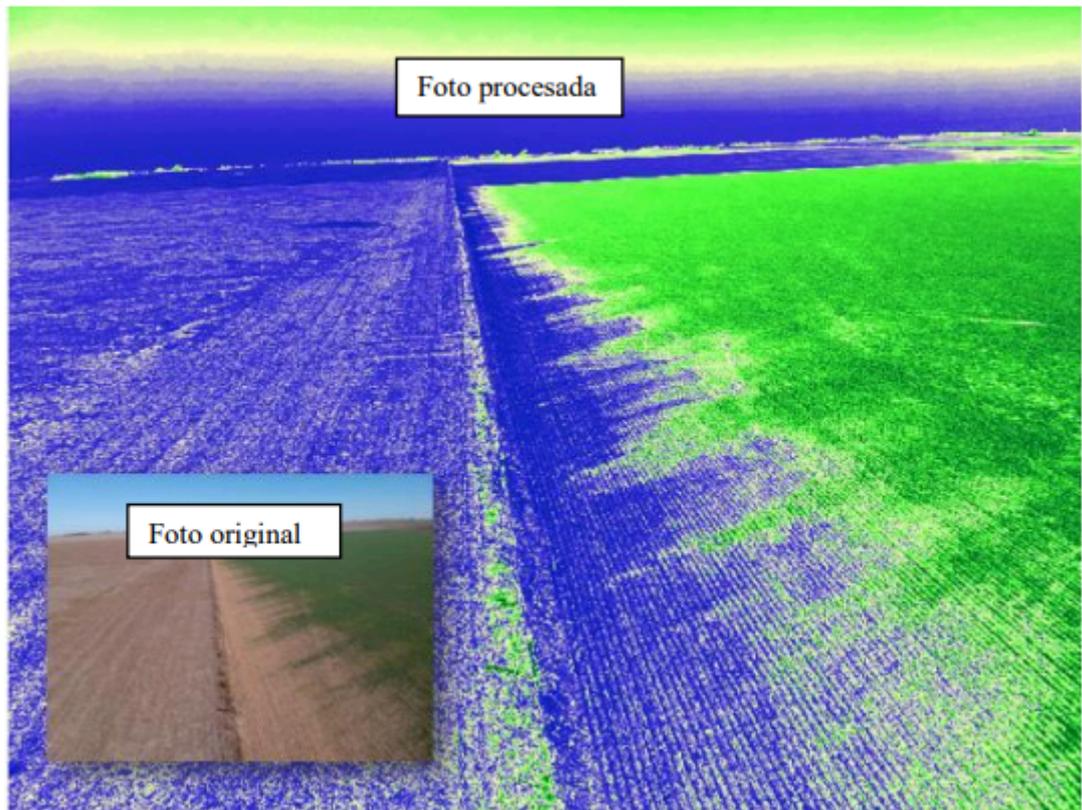
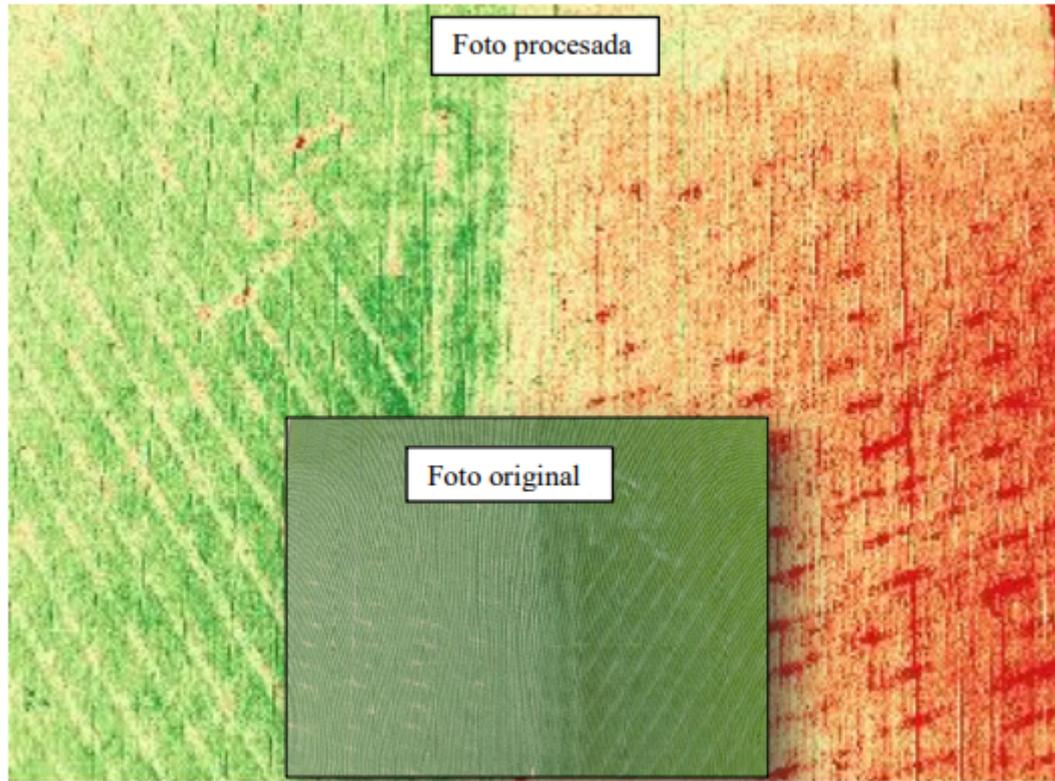


Gráfico 3.15 Imagen de afectación de cultivos por aplicación incorrecta de agroquímicos luego del procesamiento de imágenes. Fuente: Elaboración propia.

4. Daño por heladas: Cultivo de trigo con mayor daño por heladas del lado derecho de la foto



*Gráfico 3.16 Imagen de daños por heladas luego del procesamiento de imágenes.
Fuente: Elaboración propia.*

5. Estado nutricional de los cultivos: Se observa una faja roja que representa un color más amarillento en la imagen original, debido a que corresponde al tratamiento testigo sin fertilizante nitrogenado. Además, se observa un manchón más rojizo en el centro

inferior de la imagen procesada, que representa un foco de roya amarilla.

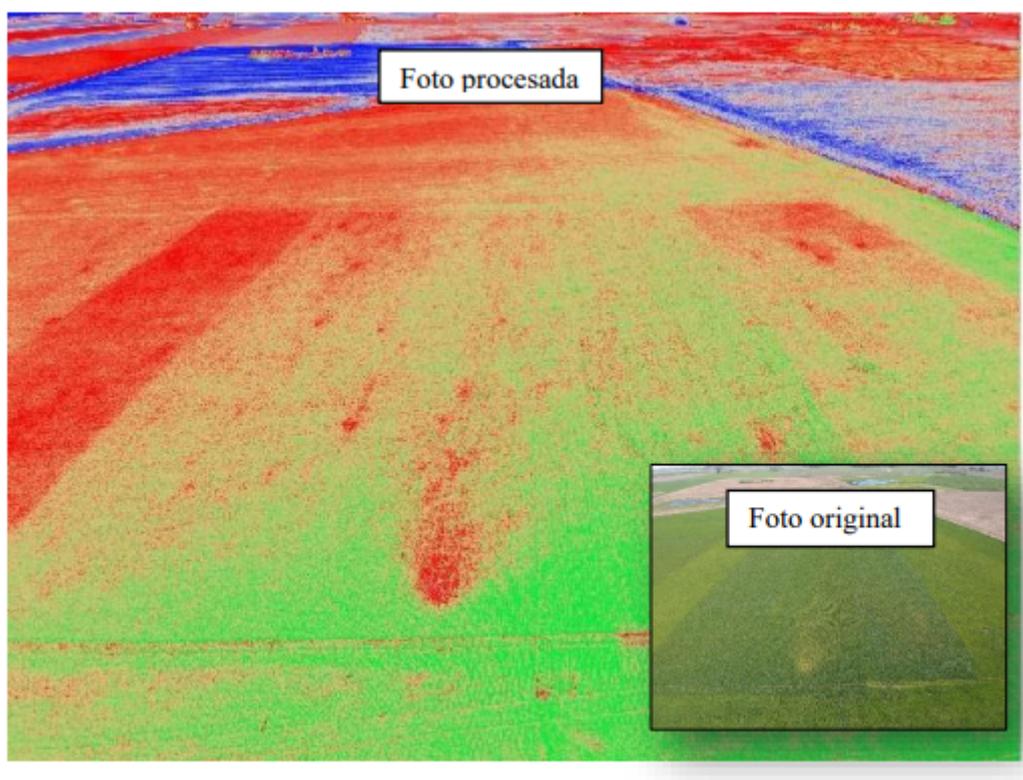


Gráfico 3.17 Imagen nutricional de cultivos luego del procesamiento de imágenes.

Fuente: Elaboración propia.

6. Malezas: se observa diferente población de malezas en maíz como cultivo objetivo.

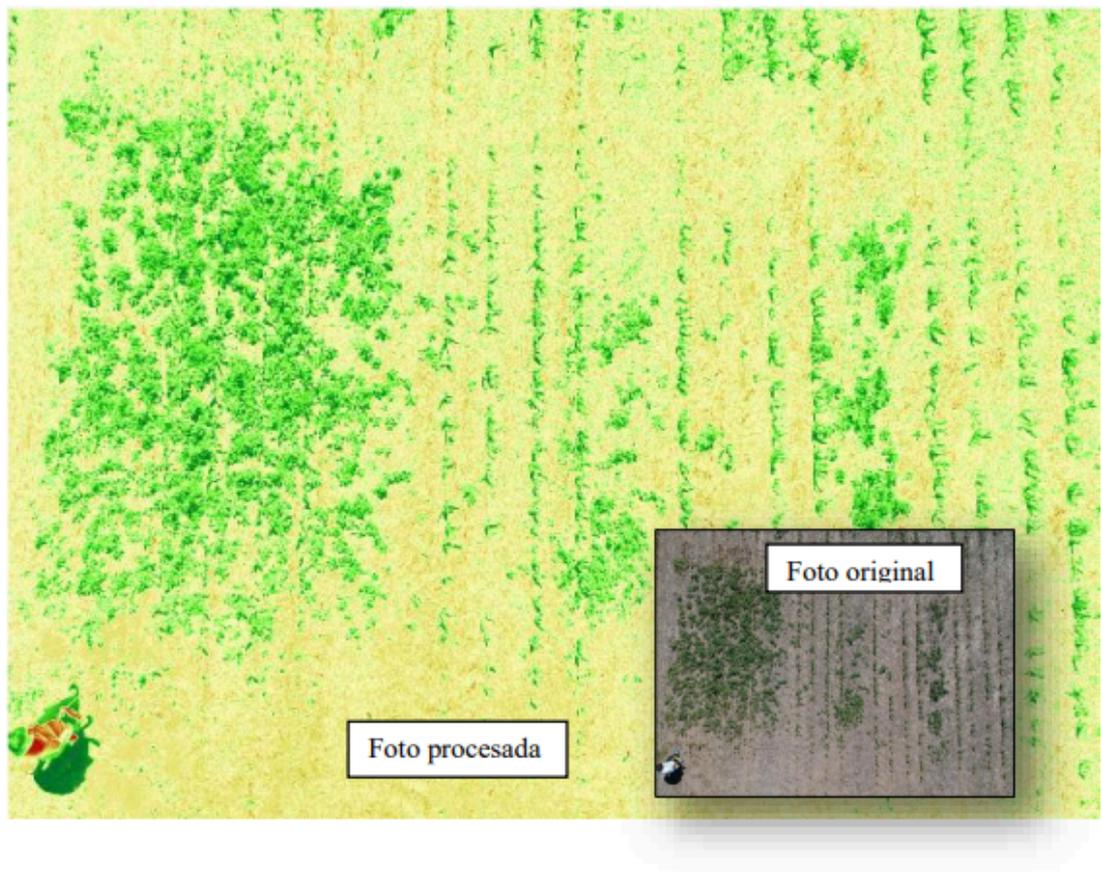


Gráfico 3.18 Imagen de detección de malezas en los cultivos durante el procesamiento de imágenes. Fuente: Elaboración propia.

Arquitectura estandarizada para el procesamiento de imágenes usando AWS¹¹

Luego de la captura de imágenes realizado por los pilotos de drones, las mismas son subidas en un entorno con conectividad a internet a una arquitectura Cloud. Existen distintas alternativas para la misma, sin embargo se decidió utilizar AWS. A continuación se grafica una solución recomendada para este tipo de propuesta tecnológica:

¹¹ AWS: Amazon Web Services.

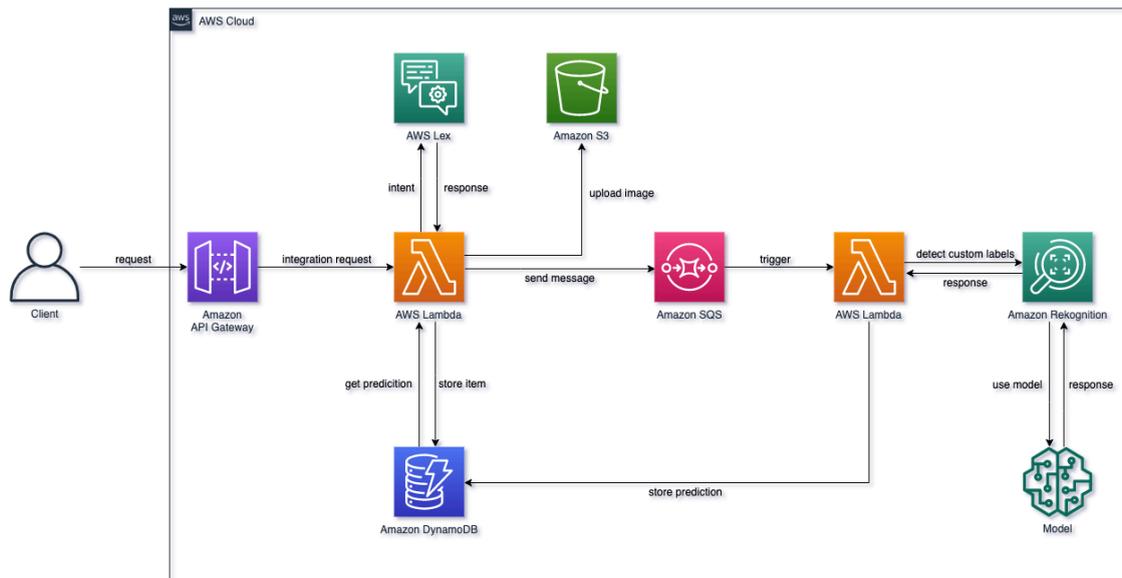


Gráfico 3.19 Arquitectura modelo de ejemplo para el procesamiento de imágenes. Fuente: AWS Best practices. Este modelo representa una arquitectura estándar para dicho proceso.

El flujo de mensajes inicia con la presentación de una solicitud por parte de un usuario a través de una ruta predefinida en una interfaz de programación de aplicaciones (API) HTTP proporcionada por Amazon API Gateway. A continuación, dicha solicitud es procesada mediante una función de AWS Lambda.

La función AWS Lambda desempeña un papel crucial al identificar la ruta y validar el formato del objeto JSON entrante. En el caso de una solicitud de mensaje, la función realiza la validación del contenido y genera una solicitud de intención destinada a Amazon Lex. Tras la elaboración de la intención por parte de Amazon Lex, la respuesta resultante se envía de vuelta a la función Lambda, la cual se encarga de transmitir el texto correspondiente al usuario.

En el escenario de activación de la ruta de carga de imágenes, se inicia un flujo asíncrono que implica el almacenamiento de la imagen en Amazon Simple Storage Service (S3) y la inclusión de un mensaje en una cola estándar de Amazon Simple Queue Service (SQS), que contiene la información relativa a la imagen que será sometida a procesamiento.

Posteriormente, Amazon SQS activa una segunda función de AWS Lambda encargada de buscar la imagen en el depósito de S3 y llevar a cabo la inferencia utilizando el modelo de aprendizaje automático personalizado previamente entrenado con etiquetas personalizadas de Amazon Rekognition.

Una vez completado el análisis de la imagen, el modelo devuelve un objeto JSON que contiene los resultados obtenidos. A continuación, la función Lambda almacena estos resultados en una tabla de Amazon DynamoDB. Dichos resultados quedan disponibles para su consulta mediante una ruta de API HTTP.

Cabe destacar que Amazon DynamoDB cumple un papel central en el almacenamiento de registros de transacciones, información de usuarios y los resultados derivados de los análisis, abarcando así un espectro amplio de responsabilidades en el sistema.

Resumen de tecnología a utilizar

El software de Drone Agt utiliza una combinación de técnicas de procesamiento de imágenes y aprendizaje profundo, específicamente redes neuronales convolucionales. Estos algoritmos permitirán analizar imágenes de cultivos y detectar patrones, como la presencia de maleza, la salud de las plantas, la humedad del suelo y los niveles de nutrientes, con una alta precisión.

En cuanto al procesamiento de imágenes, se utilizarán técnicas de segmentación y clasificación de objetos, lo que permite identificar y separar los diferentes elementos presentes en las imágenes, como las plantas y la maleza. Además, los algoritmos de detección de contornos y bordes identifican las formas de los objetos y pueden determinar su ubicación exacta en la imagen tomada.

Por otro lado, la parte de aprendizaje profundo del software se basa en el uso de redes neuronales convolucionales. Estas redes están diseñadas para procesar imágenes y son capaces de aprender a detectar patrones y características específicas a partir de un conjunto de datos de entrenamiento. Se utilizarán técnicas de transferencia de aprendizaje, lo que permite utilizar modelos de redes neuronales entrenados previamente y ajustarlos a las necesidades específicas.

Las cámaras multispectrales tienen la capacidad de capturar imágenes en varias bandas del espectro electromagnético, lo que permite identificar características que no son visibles a simple vista. Esto puede ser útil para identificar diferencias sutiles en la vegetación o el suelo.

Los drones están equipados con receptores GPS para determinar su ubicación y altitud exactas en tiempo real. Esto permite generar mapas precisos de las áreas muestreadas. A su vez, los drones equipados con sistemas de vuelo autónomo pueden seguir una ruta de vuelo pre programada de forma precisa y repetible. Esto es útil para realizar muestreos sistemáticos en grandes áreas y generar mapas de alta resolución.

En resumen, el software de Drone Agt utiliza una combinación de técnicas de procesamiento de imágenes y aprendizaje profundo basado en redes neuronales convolucionales para analizar imágenes de cultivos y proporcionar información valiosa sobre la salud de las plantas, la presencia de maleza, la humedad del suelo y los niveles de nutrientes combinado con los mapas generados desde los drones para la detección precisa de los problemas en los cultivos.

Ventajas de esta solución

Se detallan a continuación las principales ventajas del uso de la solución de Drone Agt:

- Mayor precisión en la identificación de anomalías: El aprendizaje profundo utiliza algoritmos que pueden aprender a reconocer patrones y anomalías de manera más precisa que otros métodos. Por otro lado, la identificación precisa de ubicación geolocalizada de los problemas en los cultivos permite realizar acciones específicas ahorrando tiempos y costos.
- Capacidad para manejar grandes volúmenes de datos: El aprendizaje profundo puede manejar grandes cantidades de datos y extraer patrones útiles de ellos, lo que lo hace ideal para el análisis de imágenes y video de los cultivos.
- Mejora continua: El aprendizaje profundo permite la mejora continua del sistema a medida que se agregan nuevos datos. Esto significa que el software se volverá más preciso y eficiente con el tiempo mejorando la calidad analítica y de procesamiento.

Marco estratégico

La empresa se llamará "DroneAgt S.R.L." y será constituida en Argentina como una sociedad de responsabilidad limitada. Será una empresa orientada a servicios de agricultura de precisión. Su objetivo principal será ofrecer soluciones tecnológicas a los agricultores, utilizando tecnología de vanguardia de toma de imágenes utilizando drones.

DroneAgt S.R.L. contará con un equipo multidisciplinario cuyos miembros trabajarán en conjunto para la detección de las distintas problemáticas abordadas en este documento orientadas a la agricultura. La empresa tendrá su sede en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, pero ofrecerá sus servicios a nivel nacional, adaptándose a las necesidades de cada región y cultivo. DroneAgt ofrecerá una cultura Remote First que se explicará más adelante.

La empresa se comprometerá a trabajar de manera sustentable y responsable, respetando el medio ambiente y las comunidades en las que opere.

En base al análisis de mercado detallado en capítulos anteriores, DroneAgt cuenta con información acerca de las tecnológicas en crecimiento en la aplicación de agricultura de precisión. A su vez, también se verifica la necesidad de dar un salto de calidad y cantidad en rendimiento y producción de las áreas sembradas por lo que el uso de tecnología en los servicios a ofrecer por DroneAgt será un pilar fundamental en su arquitectura organizacional.

El equipo de trabajo que se armará estará basado en personal capacitado en tecnología, pilotos de drones y expertos en agricultura para lograr el "mix" entre tecnólogos y equipo idóneo en agricultura de precisión usando tecnología.

Una de las claves es el aprendizaje y la adaptación al cambio tecnológico. Al contar con equipo especializado en tecnología, la posibilidad de estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías es una ventaja competitiva de DroneAgt.

En resumen, DroneAgt S.R.L. será una empresa de tecnología agrícola en Argentina, ofreciendo soluciones a los productores para mejorar la eficiencia y la productividad de sus cultivos, comprometiéndose con la sustentabilidad y la responsabilidad social estando a la vanguardia de las nuevas tecnologías relacionadas a la agricultura de precisión usando drones para la toma de imágenes y su posterior procesamiento mediante el uso de inteligencia artificial.

Misión

Ofrecer soluciones innovadoras de agricultura de precisión mediante el uso de drones, con el fin de mejorar la eficiencia y la sustentabilidad en la industria agrícola. Ayudar a los clientes a tomar decisiones informadas y mejorar sus rendimientos.

Visión

Liderar el mercado de agricultura de precisión, ofreciendo soluciones de alta calidad y personalizadas a los clientes. Mantener un fuerte compromiso con la innovación y la sustentabilidad para seguir avanzando en la industria agrícola.

Valores

A continuación, se detallan los valores principales que caracterizan a DroneAgt:

- Innovación: Buscar siempre nuevas soluciones y formas de mejorar y avanzar en la industria agrícola.
- Sustentabilidad: Fomentar prácticas agrícolas sostenibles y reducir el impacto ambiental de la operación.
- Compromiso con el cliente: Ofrecer soluciones personalizadas y un servicio al cliente excepcional.
- Responsabilidad social: Marcar una diferencia positiva en las comunidades y contribuir al bienestar de la sociedad y el impacto en el medioambiente.
- Integridad: Compromiso a operar con los más altos estándares éticos y morales en todas las operaciones y relaciones comerciales.

Servicio

El servicio será ofrecido basándose en la toma de imágenes de los campos utilizando drones para el análisis de proactividad y rendimiento del área cultivada. Este servicio incluye la toma de imágenes aéreas de los cultivos utilizando drones equipados con cámaras de alta resolución y el uso de software de análisis de imágenes para proporcionar información valiosa a los productores, como la identificación de problemas de salud de los cultivos, la estimación de la cosecha y la identificación de áreas de mejora en la gestión de los cultivos. Este servicio mejora

la eficiencia y la rentabilidad de los agricultores al proporcionar información precisa y oportuna para ayudarlos a tomar decisiones informadas sobre el manejo de sus cultivos.

Planes

El servicio ofrecido por DroneAgt en el ámbito de la agricultura de precisión se estructura en cuatro planes distintos para atender las necesidades de los clientes. A continuación, se presenta un resumen de cada plan:

- Free: foro de información disponible para la comunidad agrícola, noticias y novedades, información sobre cultivos, tendencias, información técnica, intercambiar conocimientos y compartir experiencia.
- Standard: obtener información más detallada sobre la salud de tus plantas, la medición de humedad en distintas capas del suelo, recomendaciones personalizadas sobre la cantidad de fertilizantes y agua a utilizar y análisis avanzados sobre los niveles de nutrientes.
- Premium: obtener información más detallada sobre la salud de tus plantas, la medición de humedad en distintas capas del suelo, recomendaciones personalizadas sobre la cantidad de fertilizantes y agua a utilizar y análisis avanzados sobre los niveles de nutrientes. También se incluirá imágenes de alta resolución para una mejor visualización del estado de tus cultivos, asesoramiento técnico personalizado y acceso a la plataforma de datos.
- Gold: acceso a la tecnología más avanzada en agricultura de precisión, recomendaciones personalizadas en tiempo real sobre el uso de fertilizantes, nivel de nutrientes, humedad y riego, asistencia técnica personalizada 24/7 y análisis avanzados de la salud de tus cultivos. El plan más completo para obtener información precisa y detallada sobre los cultivos para una mejor gestión de la producción agrícola.

Precios

- Plan Free: Este plan se ofrece de forma gratuita como una introducción a las soluciones. Al proporcionar un acceso básico a la plataforma, se busca que los agricultores experimenten con la tecnología y comprendan sus beneficios sin incurrir en costos iniciales. Esto crea un vínculo inicial con los usuarios y les brinda la oportunidad de familiarizarse con la oferta.

- Plan Standard (\$49,999): El Plan Standard se posiciona como una opción accesible pero con características más avanzadas. Su precio refleja la inversión en tecnología de drones y análisis de datos de alta precisión. Está diseñado para atraer a agricultores que buscan una mejora significativa en la gestión de sus cultivos sin incurrir en costos excesivos. Además, este precio se justifica al considerar el valor agregado de los análisis detallados y la asesoría inicial que ofrece.
- Plan Premium (\$99,999): El Plan Premium está orientado a agricultores que buscan un nivel más profundo de análisis y personalización. Su precio refleja la inversión adicional en tecnología avanzada y análisis de datos más detallados. El valor se justifica al brindar recomendaciones más específicas para optimizar la producción, identificar problemas tempranos y mejorar la rentabilidad. Además, este plan incluye asesoramiento continuo y un enfoque más personalizado.
- Plan Gold (\$119,999): El Plan Gold se sitúa como la oferta de más alto nivel, ofreciendo características premium y análisis exhaustivos. El precio se justifica por el acceso a la mejor tecnología de drones, análisis de datos de última generación y asesoría altamente personalizada. Este plan está dirigido a agricultores que buscan maximizar sus resultados y rentabilidad a través de una gestión agrícola de vanguardia.

Promoción de la Demanda

Para promover la demanda en todos los planes, se ofrece un periodo de prueba gratuita para que los agricultores experimenten los beneficios de la tecnología antes de comprometerse con un plan de pago. Además, en la fase de lanzamiento, se implementará una promoción especial donde los primeros usuarios que se suscriban a los planes Standard, Premium y Gold recibirán un descuento del 20% durante los primeros seis meses.

Canales de Venta

- Plataforma en Línea: La plataforma en línea será el canal principal a través del cual los agricultores pueden explorar los planes, comparar características y suscribirse. La plataforma proporcionará información detallada sobre cada plan y permitirá a los usuarios elegir el que mejor se adapte a sus necesidades.

- **Eventos Agrícolas y Ferias:** Se participará en eventos agrícolas y ferias locales para mostrar la tecnología y establecer relaciones directas con los agricultores. Aquí, los productores podrán interactuar con los expertos y experimentar demostraciones en vivo.
- **Alianzas Estratégicas:** se establecerán alianzas con cooperativas agrícolas, organizaciones y asociaciones agrícolas locales para promocionar los planes y beneficios entre su base de miembros.

Arquitectura organizacional

El propósito de la arquitectura organizacional en soluciones empresariales ligadas al software es mejorar la productividad de los procesos y el uso de los recursos humanos en una organización de desarrollo de software. Esta estructura organizativa tiene como objetivo principal aumentar la eficiencia y eficacia en la empresa. La arquitectura organizacional de DroneAgt está basada en los siguientes pilares:

1. **Definir roles y responsabilidades claramente:** Establecer una estructura clara de liderazgo y definir las responsabilidades y roles de cada miembro del equipo.
2. **Establecer procesos claros y eficientes:** Definir y documentar los procesos clave del negocio, como la toma de imágenes y el análisis de los datos, para garantizar la consistencia y la eficiencia.
3. **Desarrollar una cultura colaborativa y orientada al cliente:** Fomentar una cultura en la que todos los miembros del equipo trabajen juntos y se enfoquen en brindar un excelente servicio al cliente.
4. **Invertir en tecnología y capacitación:** Invertir en la tecnología adecuada y capacitar a los miembros del equipo para garantizar la calidad y la eficiencia del servicio.
5. **Implementar un sistema de seguimiento y medición de resultados:** Establecer métricas claras para medir el rendimiento y la eficacia del negocio, y monitorear continuamente los resultados para hacer ajustes según sea necesario.
6. **Fomentar la innovación y el crecimiento:** Fomentar una cultura de innovación y crecimiento para asegurarse de que el negocio esté en constante evolución y mejora.

7. Comunicación abierta y transparente: Fomentar una cultura de comunicación abierta y transparente para garantizar que todos los miembros del equipo estén al tanto de las últimas noticias y desarrollos del negocio.

Cultura Remote First

Remote First es un término que ha surgido como resultado del cambio en la forma en que las empresas se han adaptado al trabajo en línea y desde casa. La idea detrás de Remote First es que las empresas deben diseñar sus procesos y políticas alrededor del trabajo remoto, en lugar de tratar de adaptar su modelo tradicional de oficina al mundo en línea.

En un enfoque Remote First, la colaboración y la comunicación se realizan a través de herramientas digitales que permiten trabajar desde cualquier lugar del mundo, lo que brinda a los empleados la libertad y la flexibilidad para trabajar en su propio horario y desde la ubicación que elijan. Esto puede ser particularmente atractivo para trabajadores con familias, discapacidades o que viven en áreas geográficas remotas donde no hay oportunidades de trabajo adecuadas.

Además, el enfoque Remote First puede ayudar a reducir los costos de las empresas, ya que no se necesitan oficinas físicas costosas y los gastos asociados, como electricidad y suministros, también se reducen. Esto a su vez puede permitir que la empresa invierta más recursos en mejorar la calidad de sus productos y servicios.

Sin embargo, el éxito de un enfoque Remote First depende en gran medida de la cultura y los valores de la empresa. Los empleados deben sentirse valorados y conectados a la empresa, incluso si no trabajan físicamente en la misma ubicación. En términos generales las empresas deben establecer políticas y prácticas sólidas para garantizar que todos los empleados tengan las mismas oportunidades de desarrollo y crecimiento profesional, independientemente de su ubicación geográfica.

Este último punto cobra gran relevancia a la hora de conformar los equipos de pilotos de drones y analistas de datos que podrán realizar las tareas de forma remota sin necesidad de residir en zonas cercanas a las oficinas principales de DroneAgt dada las distancias para atender las necesidades de los clientes, inicialmente en la Provincia de Buenos Aires.

Organigrama

El organigrama que este emprendimiento tiene como primer eslabón al Director Ejecutivo, de quien dependen 4 áreas clave: Jefe de Finanzas (CFO), Jefe de Operaciones (COO), Jefe de Marketing y Ventas (CMO) y Jefe de Tecnología (CTO).

Del CTO, dependen los equipos de análisis de datos y pilotos de drones. Tanto el equipo de análisis como de pilotos, tendrá un líder de equipo a cargo de la planificación de las tareas y seguimiento.

A continuación se detalla cada una de las áreas:

1. Director Ejecutivo (CEO): Encargado de la estrategia general y la toma de decisiones importantes del negocio.
2. Jefe de Operaciones (COO): Encargado de supervisar y coordinar los procesos clave del negocio, como la toma de imágenes y el análisis de los datos.
3. Jefe de Finanzas (CFO): Encargado de la planificación económica y financiera de la empresa. Debe asegurar la buena salud financiera de la empresa y su crecimiento. También tendrá a cargo la administración de la empresa y recursos humanos.
4. Jefe de Marketing y Ventas (CMO): Encargado de desarrollar e implementar un plan de marketing sólido y establecer relaciones con los clientes.
5. Jefe de Tecnología (CTO): Encargado de investigar y desarrollar nuevas tecnologías y soluciones para el negocio.
6. Equipo analistas de Datos: Encargados de analizar los datos recogidos por los drones y proporcionar informes y recomendaciones a los agricultores.
7. Equipo pilotos de Drones: Encargados de operar los drones y tomar imágenes aéreas de los cultivos.

A su vez, se tercerizan las siguientes tareas debido a los costos directos que pueden ahorrarse al subcontratar áreas no clave del emprendimiento:

1. Mantenimiento de drones: Contratar una empresa especializada en mantenimiento de drones para asegurarse de que los equipos estén en buen estado y funcionen adecuadamente.

2. Marketing y publicidad: Contratar una agencia de marketing o publicidad para desarrollar y ejecutar una campaña publicitaria efectiva para el negocio.
3. Servicios de contabilidad y finanzas: Contratar una empresa de contabilidad o un contador para manejar las finanzas del negocio y asegurarse de cumplir con todas las obligaciones fiscales.

Estrategia diferencial

La estrategia diferencial y ganadora de un emprendimiento de agricultura de precisión basada en drones e inteligencia artificial en la provincia de Buenos Aires radica en la combinación de innovación tecnológica y enfoque personalizado.

Enfoque en Innovación Tecnológica:

El aspecto diferenciador clave sería mantenerse a la vanguardia de la tecnología. Esto implicaría invertir en la investigación y desarrollo continuos para mejorar la calidad y precisión de la recopilación de datos mediante drones, así como la optimización de algoritmos de inteligencia artificial para un análisis de datos más profundo y preciso. Mantenerse a la vanguardia en el desarrollo y aplicación de la tecnología garantiza que los datos y análisis proporcionados sean inigualables en términos de precisión y utilidad. Esto significa que la incorporación de sensores más avanzados, algoritmos de machine learning más sofisticados y la exploración de nuevas aplicaciones de la tecnología en el campo agrícola.

Enfoque Personalizado y Asesoramiento Expert:

Otro factor diferenciador es ofrecer un enfoque altamente personalizado y un asesoramiento experto. No se trata solo de proporcionar datos, sino de interpretarlos de manera comprensible para los agricultores y brindar recomendaciones específicas basadas en el análisis. Implica ofrecer consultorías personalizadas donde agrónomos y expertos técnicos trabajen directamente con los productores para optimizar sus prácticas agrícolas. Además, brindar capacitación para que los agricultores puedan comprender mejor la tecnología y aplicarla efectivamente en sus operaciones.

En resumen, la estrategia ganadora se basa en la combinación de la tecnología más avanzada, el enfoque personalizado en el cliente y la creación de alianzas estratégicas en el entorno agrícola de la provincia de Buenos Aires. Esto no solo marca una diferencia en el mercado, sino

que también es un factor crucial para el éxito sostenible a largo plazo en este campo altamente competitivo.

Creación de valor

La creación de valor de DroneAgt se basa en el desarrollo de una solución tecnológica innovadora que permita maximizar la producción agropecuaria y minimizar los costos operativos. Para ello, se implementarán procesos de geolocalización y análisis de datos que permitan detectar áreas de cultivo con necesidades específicas y aplicar soluciones personalizadas a cada una de ellas. Para los productores, la creación de valor se engloba en los siguientes puntos:

- Optimización de la productividad: El uso de drones equipados con cámaras y tecnología de inteligencia artificial permite obtener información detallada y precisa sobre el estado de los cultivos. Esto puede ayudar a los productores a tomar decisiones informadas sobre el uso de fertilizantes, riego y otros factores que afectan la productividad de sus tierras.
- Reducción de costos: Al obtener información precisa sobre el estado de los cultivos, los productores pueden reducir el desperdicio de recursos y, por lo tanto, disminuir sus costos. Por ejemplo, si se identifica una zona del campo que no requiere fertilizante, se puede evitar la aplicación innecesaria de este producto.
- Mejora de la calidad de los productos: Al monitorear de cerca el estado de los cultivos, los productores pueden identificar oportunidades para mejorar la calidad de sus productos. Por ejemplo, al detectar una enfermedad en los cultivos, los productores pueden tomar medidas para evitar que se propague y afecte la calidad de los productos.
- Acceso a nuevos mercados: Al mejorar la productividad y la calidad de los productos, los productores pueden acceder a nuevos mercados y aumentar sus ingresos. Además, al ofrecer un servicio de monitoreo de cultivos basado en tecnología avanzada, el emprendimiento puede atraer a productores que buscan mejorar su productividad y reducir sus costos.
- Sostenibilidad ambiental: Al obtener información precisa sobre el estado de los cultivos, los productores pueden minimizar el impacto ambiental de sus prácticas agrícolas. Por ejemplo, al identificar zonas que requieren menos riego, se puede reducir el consumo de agua y contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente.

En cuanto a la gestión, se implementarán objetivos a mediano y largo plazo que permitan un crecimiento sostenible del emprendimiento, abarcando áreas de tecnología, administración, marketing, ventas y recursos humanos. Se conformará una estructura organizacional conformada por capital humano especializado en el sector agropecuario y la tecnología, donde cada posición tendrá claramente definidas sus tareas, funciones y competencias.

En resumen, la creación de valor se basa en la implementación de una solución tecnológica innovadora y personalizada, la promoción de la economía colaborativa y la gestión estratégica a largo plazo, todo ello respaldado por un equipo humano altamente especializado y comprometido con el éxito del proyecto.

Captura de valor

La captura de valor de DroneAgt se basa en el análisis riguroso de los datos capturados que permite definir los beneficios en términos de productividad y ahorro de recursos. La solución permitirá a los productores agropecuarios obtener información precisa y en tiempo real sobre el estado de sus cultivos, ventaja que les permitirá tomar decisiones informadas y aumentar su rendimiento.

La captura de valor se presentará principalmente mediante dos vías: la venta de suscripciones y planes de uso de la plataforma a los productores agrícolas, y la venta de información y análisis agrícola a empresas del sector interesadas en optimizar sus procesos.

Económico Financiero

En este capítulo se abordarán los diferentes costos asociados a Drone Agt para los primeros 6 años de existencia. A su vez, se detallarán los análisis realizados.

Gastos Personal

Los gastos de personal engloban los gastos relacionados con la contratación de empleados, los salarios regulares y los beneficios, los cuales son esenciales para el correcto funcionamiento de la empresa. En este sentido, se presentará a continuación la estimación del personal requerido, teniendo en cuenta las proyecciones de ventas y el crecimiento planificado de la empresa en los próximos años

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Cantidad de Personal	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Pilotos drones / analistas de datos	2	9	11	15	23	26	39
Fuerza de Ventas	1	3	3	3	8	10	14
Finanzas	1	2	2	2	5	7	15
Ops & Logistics	-	2	2	4	7	9	13
Marketing	1	4	5	5	8	11	11
CEO	1	1	1	1	1	1	4
IT	5	8	11	16	23	27	30
Administración	1	2	3	4	9	13	13
Total Personal	11	29	38	50	81	103	138

Cuadro 4.1 - Proyección de cantidad de personal contratado. Fuente: Elaboración propia.

El ítem CEO contempla la contratación de un CFO, CTO, COO y CMO para el último año de este modelo.

Gastos IT

Los gastos de IT están directamente relacionados al mantenimiento, reentrenamiento del modelo de Inteligencia Artificial y soporte los sistemas. Para los primeros meses no está contemplado la contratación de proveedores especializados. Luego del segundo año, está contemplado ir incrementando los gastos en este ítem para mejorar la solución.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Desarrollo de aplicaciones	\$ 12.000	\$ 18.002	\$ 18.004	\$ 18.006	\$ 18.007	\$ 18.009	\$ 18.011
Conectividad Internet	\$ 9.600	\$ 9.601	\$ 9.602	\$ 18.102	\$ 30.003	\$ 30.006	\$ 30.009
Infraestructura cloud (AWS)	\$ 6.000	\$ 12.001	\$ 12.002	\$ 24.502	\$ 42.004	\$ 42.008	\$ 42.012
Licencias de software	\$ 6.000	\$ 12.001	\$ 12.002	\$ 12.004	\$ 12.005	\$ 12.006	\$ 12.007
Proveedores especializados	\$ 2.500	\$ 30.002	\$ 30.005	\$ 30.008	\$ 50.003	\$ 60.000	\$ 60.000
Total Gastos de IT	\$ 36.101	\$ 81.607	\$ 81.616	\$ 102.621	\$ 152.022	\$ 162.029	\$ 162.039

Cuadro 4.2 - Proyección de gastos de IT. Fuente: Elaboración propia.

Gastos Marketing

La estrategia de marketing varía año a año por lo que los costos relacionados a este ítem varían en el porcentaje destinado a cada uno de ellos.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Estrategia marketing BTL	\$ 4.800	\$ 9.601	\$ 9.602	\$ 9.603	\$ 9.604	\$ 9.605	\$ 9.606
Agencia Publicidad	\$ 9.000	\$ 18.002	\$ 18.004	\$ 18.005	\$ 18.007	\$ 18.009	\$ 18.011
Participación eventos agro	\$ 6.000	\$ 12.001	\$ 12.002	\$ 12.004	\$ 12.005	\$ 12.006	\$ 12.007
Community management	\$ 0	\$ 24.001	\$ 24.004	\$ 24.006	\$ 24.008	\$ 24.011	\$ 24.013
Publicidad redes sociales	\$ 0	\$ 12.001	\$ 12.002	\$ 12.003	\$ 12.004	\$ 12.005	\$ 12.007
SEO	\$ 4.800	\$ 9.601	\$ 9.602	\$ 9.603	\$ 9.604	\$ 9.605	\$ 9.606
Newsletter	\$ 9.000	\$ 18.002	\$ 18.004	\$ 18.005	\$ 18.007	\$ 18.009	\$ 18.011
Email mkt	\$ 6.000	\$ 12.001	\$ 12.002	\$ 12.004	\$ 12.005	\$ 12.006	\$ 12.007
Total Gastos de Marketing	\$ 39.601	\$ 115.209	\$ 115.221	\$ 115.232	\$ 115.244	\$ 115.255	\$ 115.267

Cuadro 4.3 - Proyección de gastos de marketing. Fuente: Elaboración propia.

Gastos Administrativos

Los gastos administrativos son relativamente fijos comparados a los anteriores descritos, se detalla a continuación:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Alquiler	\$ 7.200	\$ 9.601	\$ 9.602	\$ 19.802	\$ 30.003	\$ 30.006	\$ 30.009
Suministros	\$ 2.250	\$ 3.000	\$ 3.001	\$ 3.751	\$ 12.001	\$ 12.002	\$ 12.003
Viajes	\$ 4.500	\$ 8.500	\$ 12.001	\$ 12.002	\$ 12.003	\$ 23.702	\$ 27.603
Capacitaciones	\$ 4.500	\$ 6.001	\$ 6.001	\$ 6.002	\$ 6.003	\$ 6.003	\$ 6.004
Seguro sobre activos tecnológicos	\$ 900	\$ 1.200	\$ 2.200	\$ 2.400	\$ 4.000	\$ 4.801	\$ 7.201
Bancos (inscripciones, tasas, etc)	\$ 450	\$ 1.000	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 2.300	\$ 2.400
Servicios contaduría y legales	\$ 3.600	\$ 3.601	\$ 3.601	\$ 3.601	\$ 5.001	\$ 12.001	\$ 12.002
Telefonía móvil	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 4.500	\$ 6.001	\$ 6.001	\$ 6.002	\$ 12.001
Redes	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 4.500	\$ 6.001	\$ 6.001	\$ 6.002	\$ 12.001
Gastos Administrativos A/Dep	\$ 26.401	\$ 35.904	\$ 42.107	\$ 54.759	\$ 76.213	\$ 96.816	\$ 109.222
Total Gastos Adm	\$ 26.401	\$ 35.904	\$ 42.107	\$ 54.759	\$ 76.213	\$ 96.816	\$ 109.222

Cuadro 4.4 - Proyección de gastos generales. Fuente: Elaboración propia.

Comisiones

Se detalla a continuación las comisiones a pagar año por año. El mismo se contempló a 10%.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Version Std	\$ 3.186	\$ 12.773	\$ 40.090	\$ 105.262	\$ 230.677	\$ 420.063	\$ 754.448
Version Gold	\$ 2.565	\$ 7.685	\$ 17.310	\$ 34.693	\$ 60.237	\$ 87.182	\$ 124.313
Version Premium	\$ 1.910	\$ 4.704	\$ 8.449	\$ 13.530	\$ 18.694	\$ 21.421	\$ 24.141
Total	\$ 7.661	\$ 25.162	\$ 65.849	\$ 153.485	\$ 309.608	\$ 528.666	\$ 902.902

Cuadro 4.5 - Proyección de IVA débito fiscal y a pagar. Fuente: Elaboración propia.

Ingresos por ventas

Se detalla a continuación los ingresos por cada uno de los planes:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Standard	\$ 12.138.685	\$ 78.206.804	\$ 357.328.405	\$ 1.413.377.164	\$ 4.399.980.550	\$ 10.727.730.137	\$ 21.638.721.177
Premium	\$ 15.449.439	\$ 73.977.175	\$ 243.869.611	\$ 693.887.981	\$ 1.639.710.475	\$ 3.191.802.186	\$ 5.129.843.869
Gold	\$ 8.584.878	\$ 33.658.384	\$ 88.812.248	\$ 201.840.021	\$ 381.682.944	\$ 590.918.892	\$ 753.529.510
Total	\$ 36.173.003	\$ 185.842.362	\$ 690.010.263	\$ 2.309.105.165	\$ 6.421.373.969	\$ 14.510.451.215	\$ 27.522.094.556

Cuadro 4.6 - Proyección de ingresos generados. Fuente: Elaboración propia.

Resultados

En base a los gastos mencionados anteriormente, se puede confeccionar una evaluación de los resultados proyectados de la siguiente manera:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
USD							
Ventas Netas	76.613	251.619	658.491	1.534.845	3.096.076	5.286.662	9.029.017
Costo de Ventas	(7.661)	(25.162)	(65.849)	(153.485)	(309.608)	(528.666)	(902.902)
Margen Bruto	68.952	226.457	592.642	1.381.361	2.786.468	4.757.996	8.126.115
Gastos de Personal	(233.125)	(532.634)	(690.597)	(908.743)	(1.447.360)	(1.898.078)	(2.750.337)
Gastos Generales	(26.401)	(35.904)	(42.107)	(54.759)	(76.213)	(96.816)	(109.222)
Gastos de IT	(36.101)	(81.607)	(81.616)	(102.621)	(152.022)	(162.029)	(162.039)
Gastos de Marketing	(39.601)	(115.209)	(115.221)	(115.232)	(115.244)	(115.255)	(115.267)
Total Gastos	(335.227)	(765.354)	(929.540)	(1.181.355)	(1.790.838)	(2.272.178)	(3.136.865)
Resultado Operativo	(266.276)	(538.897)	(336.898)	200.006	995.631	2.485.818	4.989.250
Otros Ingresos / Gastos	0	0	0	0	0	0	0
Intereses	0	0	0	0	0	0	0

Gastos Extraordinarios	0	0	0	0	0	0	0
Impuesto a las ganancias	0	0	0	(70.002)	(348.471)	(870.036)	(1.746.237)
Resultado Neto	(266.276)	(538.897)	(336.898)	130.004	647.160	1.615.781	3.243.012
E.B.I.T.D.A.	(266.276)	(538.897)	(336.898)	200.006	995.631	2.485.818	4.989.250

Cuadro 4.7 - Resultados por año. Fuente: Elaboración propia.

Punto de equilibrio

Tomando el target definido e infiriendo que el 5% de los productores compran algún tipo de licencia se calcularon los resultados y en los siguientes escenarios todos representan flujos de fondos netos positivos:

1. Escenario 1: 175 productores eligen una licencia standard.
2. Escenario 2: 150 productores eligen una licencia standard, 10 una gold y 5 una premium.
3. Escenario 3: 90 productores eligen una licencia standard, 50 una gold y 12 una premium.

Todos estos escenarios arrojan flujos de fondos positivos entre los 6.000 y 10.000 USD.

Rentabilidad del proyecto

Requerimientos de inversión.

Este proyecto requiere una inversión inicial de 250.000 dólares al inicio del mismo. A continuación, se explicarán las variables relacionadas a la inversión. La inversión permitirá el armado inicial mientras los resultados operativos no sean positivos.

TREMA

La Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TREMA) se establece en función del costo de capital, que combina dos elementos: el capital propio y la financiación mediante deuda. Esta tasa no se determina de forma estática, sino que puede variar a medida que avanza el proyecto y también difiere entre proyectos. La TREMA puede fluctuar según diversos factores, como el nivel de riesgo del proyecto. Las start-ups, por ejemplo, suelen ser consideradas inversiones de alto riesgo, lo que implica rendimientos potencialmente más elevados que inversiones más

conservadoras. En este caso particular, se ha establecido un riesgo del 10%. Otro factor relevante es la oportunidad de inversión, que se utiliza como punto de referencia y comparación.

El AL30, un bono argentino, será el parámetro de comparación seleccionado. Con una tasa de rentabilidad anual del 27%, este bono es elegido por muchos argentinos para proteger sus ahorros contra la inflación, a través de operaciones conocidas en el mercado financiero como "dólar bolsa" o "dólar MEP". Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos términos hacen referencia a transacciones entre actores privados.

En este contexto, es fundamental evaluar el rendimiento del proyecto en relación con el AL30 y considerar los factores de riesgo y oportunidad de inversión para determinar la TREMA apropiada. Al analizar la rentabilidad esperada y los costos de capital, se podrá evaluar la viabilidad y el potencial de retorno del proyecto en cuestión.

Por lo expuesto anteriormente, se define la TREMA en 36% en USD.

VAN

El Valor Actual Neto (VAN) es un método de evaluación de inversiones que implica calcular el valor presente de los flujos de entrada y salida de efectivo de un proyecto o inversión para determinar su rentabilidad. Para llevar a cabo este análisis, se deben traer todos los flujos de caja futuros al valor presente, utilizando una tasa de descuento específica basada en la Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TREMA). El VAN se expresa en dólares estadounidenses y representa la rentabilidad neta de la inversión actual.

En este sentido, se procede a actualizar el flujo de fondos utilizando el porcentaje establecido por la TREMA. Este enfoque permite evaluar la viabilidad de la inversión al tener en cuenta el valor temporal del dinero y proporciona una medida cuantitativa de la rentabilidad esperada. Al calcular el VAN, se consideran tanto los flujos de ingresos como los gastos proyectados, lo que permite determinar si la inversión generará un retorno positivo o negativo en términos de valor actualizado.

El VAN es una herramienta valiosa para la toma de decisiones empresariales, ya que proporciona una visión clara de la rentabilidad esperada de un proyecto o inversión. Al

comparar el VAN de diferentes alternativas de inversión, se puede identificar la opción más favorable en función de su impacto en el valor económico de la empresa. Es importante tener en cuenta que la elección de la tasa de descuento basada en la TREMA es crucial, ya que afectará directamente al resultado del cálculo del VAN y, por lo tanto, a la evaluación de la rentabilidad de la inversión.

Para el proyecto en estudio la VAN arrojó un resultado de USD 1.284.449 . Esto permite deducir que se trata de un proyecto que empieza a ser atractivo si se compara este valor contra la inversión inicial.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
EBITDA (USD)	(266.276)	(538.897)	(336.898)	200.006	995.631	2.485.818	4.989.250

Cuadro 4.8 - Resultados operativos netos por año. Fuente: Elaboración propia.

TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR) permite evaluar la viabilidad de un proyecto al considerar otras inversiones de menor riesgo. Esta medida determina la rentabilidad actualizada de los flujos de efectivo generados por una inversión. La TIR transforma la rentabilidad de una empresa en un porcentaje o tasa de rendimiento, que se puede comparar directamente con otros proyectos o inversiones disponibles en el mercado que presenten un menor riesgo para los inversores. De esta manera, los inversores pueden evaluar diversas opciones y determinar cuál se ajusta mejor a su perfil y a sus expectativas de ganancias.

En el caso particular de este proyecto de inversión, la TIR inicial estimada es del 85,2%. Al comparar esta tasa con la Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TREMA) del 36%, se concluye que esta inversión es más rentable que la comparación realizada con el bono argentino denominado en dólares. Si una alternativa de inversión tiene una TIR inferior a la TREMA establecida, no resulta conveniente invertir en dicho proyecto.

La TIR proporciona una herramienta valiosa para evaluar la rentabilidad de un proyecto y tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos. Al analizar la TIR en relación con la

TREMA y otras oportunidades de inversión, los inversores pueden determinar la opción más favorable y maximizar sus rendimientos en función de sus objetivos y tolerancia al riesgo.

TIRM

La Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM) es una medida que considera explícitamente la posibilidad de reinvertir los flujos de fondos incrementales del proyecto a una tasa distinta a la Tasa Interna de Retorno (TIR) original. Estas tasas de reinversión pueden estar basadas en mercados reconocidos o estimados. La TIRM mejora la evaluación de la rentabilidad en comparación con la TIR, ya que esta última asume que los flujos netos de efectivo se reinvierten a la tasa de retorno interna durante la duración de la inversión, y que los flujos de efectivo negativos se financian con recursos cuyo costo también es igual a la TIR.

Para realizar un cálculo aproximado de la TIRM, se considera una tasa de interés del 26% ofrecida por el Banco Nación de la República Argentina, mientras que la tasa de reinversión se establece en un 8.5%, que corresponde a la tasa de interés anual del bono AL30. Con estos parámetros, se realiza el cálculo de la TIRM, obteniendo un resultado del 69%. Se observa que la TIRM es mayor que la Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TREMA), lo que permite afirmar que el proyecto es viable y atractivo para los inversores.

Análisis de sensibilidad

Situación 1 - Demanda de planes premium y gold 25% menos de lo esperado en los primeros 2 años.

En un escenario donde la demanda es un 25% menor a lo esperado, se observa una reducción en los gastos de pago de intereses y en los impuestos pagados. Sin embargo, a pesar de esta disminución, el proyecto continúa siendo favorable desde el punto de vista económico. Se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 82,4%, Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM) del 49% y un Valor Actual Neto (VAN) de USD 881.799 . Estos resultados positivos demuestran que el proyecto sigue siendo atractivo, incluso ante la disminución de la demanda esperada

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
VAN (USD)	(139.648)	(368.448)	(349.985)	25.971	787.887	1.593.335	2.430.980

Cuadro 4.9 - Resultados operativos netos en caso que la demanda no sea la esperada. Fuente: Elaboración propia.

Situación 2 - Demanda de planes premium y gold al 50% menos de lo esperado en los primeros 2 años

En un escenario donde la demanda es un 50 % menor a lo esperado, se observa una reducción en los gastos de pago de intereses y en los impuestos pagados. Sin embargo, a pesar de esta disminución, el proyecto continúa siendo favorable desde el punto de vista económico. Se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 80,1%, Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM) del 46% y un Valor Actual Neto (VAN) de USD 677.904. Estos resultados positivos demuestran que el proyecto sigue siendo atractivo, incluso ante la disminución de la demanda esperada.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
EBITDA (USD)	(272.323)	(587.333)	(463.677)	(42.000)	597.924	1.936.622	4.236.170

Cuadro 4.10 - Segundo escenario de resultados operativos netos en caso que la demanda no sea la esperada. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones finales

La realización de este proyecto se basa en la creación de un emprendimiento innovador y enfocado en el mejoramiento tanto cualitativo como cuantitativo de la producción agrícola. El enfoque abordado se centra en la aplicación de tecnología de vanguardia, como los drones y la inteligencia artificial, para optimizar los procesos de producción agrícola. Inicialmente, está dirigido a los productores de la provincia de Buenos Aires, que es reconocida como la principal región de producción de granos a nivel nacional, y donde se busca impulsar mejoras significativas.

Es importante destacar que la propuesta no discrimina entre los distintos tipos de productores, ya sean micro, pequeños, medianos o grandes, ya que se han diseñado planes adaptados a las necesidades específicas de cada uno de ellos. De esta manera, se asegura el ofrecimiento de soluciones personalizadas y accesibles para todos.

Tras realizar un minucioso análisis del mercado, se ha identificado una escasa competencia en el sector y una notable disposición por parte de los productores de la provincia de Buenos Aires a adoptar nuevas tecnologías. Esta situación otorga una ventaja competitiva significativa para la implementación de la propuesta, denominada Drone Agt.

La solución se fundamenta en la captura de imágenes mediante el uso de drones y en el procesamiento de dichas imágenes mediante algoritmos de inteligencia artificial. Estos algoritmos permiten analizar una gran cantidad de información en un periodo de tiempo reducido, brindando resultados confiables y precisos. De esta manera, son capaces de indicar al usuario las mejoras específicas que deben aplicarse en una zona determinada, con el objetivo de optimizar su producción.

En Drone Agt, el uso de la tecnología es el elemento central que genera valor para los clientes. Por esta razón, el equipo estará compuesto por profesionales altamente capacitados y especializados en diversas disciplinas, todos ellos comprometidos con la misión de ofrecer soluciones tecnológicas de vanguardia para el sector agrícola.

En cuanto a la viabilidad financiera del proyecto, se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis económico y proyecciones financieras a seis años. Los resultados muestran que la inversión inicial requerida es inferior al Valor Actual Neto, y al finalizar el periodo de proyección, se

estima un ingreso total de USD 3.576.259 y una rentabilidad del 76%. Estos indicadores demuestran claramente que se trata de un proyecto atractivo y lucrativo para los potenciales inversores.

El proyecto se enfoca en utilizar la tecnología de drones e inteligencia artificial para mejorar la producción agrícola en la provincia de Buenos Aires. Cuenta con una ventaja competitiva debido a la escasa competencia y la disposición de los productores a adoptar tecnologías innovadoras. La solución propuesta se basa en la captura de imágenes con drones y el procesamiento de estas mediante inteligencia artificial, lo que permite proporcionar recomendaciones específicas para mejorar la producción. El enfoque centrado en la tecnología marca la diferencia y asegura la formación de equipos interdisciplinarios altamente capacitados. Además, la viabilidad financiera del proyecto es sólida, con un retorno de inversión atractivo y un valor neto positivo.

Bibliografía

Thomas J Peters & Robert H. Waterman Jr. (2017) En Busca de la Excelencia. Editorial: Harpercollins.

Henry Mintzberg. (2012). La Estructuración de las Organizaciones. Editorial: Ariel.

Philip Kotler-Hermawan Kartajaya Iwan Setiawan (2018). Marketing 4.0. Editorial: LID.

Project Management Institute. (2017) Guía de PMBOK -Sexta Edición-. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Editorial: Project Management Institute.

Rifat Lelic.(2016) Lecciones de Ingeniería Económica y Finanzas. Editorial: Nueva Librería.

Richard A. Brealey -Stewart C. Myers. (1993). Fundamentos de financiación empresarial. Cuarta Edición. Editorial: McGraw-Hill

<https://inta.gob.ar/documentos/mercado-de-granos-argentina-en-el-ranking-de-granos-y-carne>

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mj_dron_19.pdf

<https://datos.magyp.gob.ar/>

Bose, A. & Mali, K., 2016. Fuzzy-based artificial bee colony optimization for gray image segmentation. Signal, Image and Video Processing, 10, pp.1089–1096.

Yangyan, L. et al., 2015. Joint Embeddings of Shapes and Images via CNN Image Purification. ACM Transactions on Graphics, 34(6), pp.1–12.

Mejía, M. & Alzate, M., 2015. Clasificación automática de formas patológicas de eritrocitos humanos Automatic classification of pathological shapes in human erythrocytes. Revista Ingeniería, 21(1), pp.31–48.

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/en-el-campo-el-uso-de-la-tecnologia-alcanza-al-90-de-las-actividades>

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/alfalfa-usan-drones-para-cuantificar-la-calidad-de-siembra>

<https://efcatia.pro/uso-de-drones-como-herramienta-para-el-sector-agropecuario/>

<https://www.seedworld.com/drones-provide-valuable-roi-in-the-field/>