



# INFORME FINAL

# ACCIDENTE

## COL-22-16-DIACC

Colisión contra el terreno durante aspersion

Ayres S2R-T34

Matrícula HK3282

20 de marzo de 2022

Turbo - Antioquia - Colombia

## ADVERTENCIA

El presente Informe Final refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Dirección Técnica de Investigación de Accidentes, DIACC, en relación con el evento que se investiga, a fin de determinar las causas probables y los factores contribuyentes que lo produjeron. Así mismo, formula recomendaciones de seguridad operacional con el fin de prevenir la repetición de eventos similares y mejorar, en general, la seguridad operacional.

De conformidad con lo establecido en la Parte 114 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 114, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, *“El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de esta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”*.

Por lo tanto, ningún contenido de este Informe Final, y en particular las conclusiones, las causas probables, los factores contribuyentes y las recomendaciones de seguridad operacional tienen el propósito de señalar culpa o responsabilidad.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Final para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes e incidentes aéreos, y especialmente para fines legales o jurídicos, es contrario a los propósitos de la seguridad operacional y puede constituir un riesgo para la seguridad de las operaciones.

## CONTENIDO

<b>SIGLAS</b> .....	<b>5</b>
<b>SINOPSIS</b> .....	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>1. INFORMACIÓN FACTUAL</b> .....	<b>7</b>
1.1    Reseña del vuelo.....	7
1.2    Lesiones personales.....	8
1.3    Daños sufridos por la aeronave .....	8
1.3.1    Motor y hélice .....	8
1.3.2    Superficies de control.....	8
1.3.3    Cabina de mando .....	8
1.4    Otros daños .....	9
1.5    Información personal.....	10
1.6    Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	10
1.6.1    Aeronave.....	10
1.6.2    Motor.....	10
1.6.3    Hélice .....	11
1.7    Información Meteorológica .....	11
1.8    Ayudas para la Navegación .....	11
1.9    Comunicaciones y Tránsito Aéreo .....	11
1.10    Información del Aeródromo .....	11
1.11    Registradores de Vuelo.....	11
1.12    Información sobre los restos de la aeronave y el impacto .....	12
1.13    Información médica y patológica.....	19
1.14    Incendio .....	19
1.15    Aspectos de supervivencia.....	19
1.16    Ensayos e investigaciones.....	19
1.16.1    Inspección del motor .....	19
1.16.2    Pruebas de combustible.....	19
1.17    Información orgánica y de dirección .....	20
1.17.1    Sistema de gestión de seguridad operacional.....	20
1.17.2    Plan de acción de emergencia.....	20
1.18    Información adicional.....	20
1.18.1    Deslumbramiento por el sol.....	20
1.18.2    Prevención impacto contra obstáculos .....	22

1.19	Técnicas útiles o eficaces de investigación .....	22
<b>2.</b>	<b>ANÁLISIS .....</b>	<b>23</b>
2.1	Calificaciones de la tripulación .....	23
2.2	Operaciones de vuelo.....	23
2.3	Análisis de hipótesis.....	26
<b>3.</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
3.1	Conclusiones .....	27
3.2	Causas probables.....	28
3.3	Factores Contribuyentes .....	28
3.4	Taxonomía OACI.....	28
<b>4.</b>	<b>RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....</b>	<b>30</b>

## SIGLAS

<b>CNRP</b>	Centro Nacional de Recuperación de Personal
<b>DIACC</b>	Dirección Técnica de Investigación de Accidentes
<b>DURG</b>	Tiempo desde Después de la Última Reparación General
<b>ERS</b>	Emergency Release System <sup>1</sup>
<b>gal</b>	Galones
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global
<b>HL</b>	Hora Local
<b>NTSB</b>	National Transportation Safety Board
<b>PCA</b>	Piloto Comercial de Avión
<b>RAC</b>	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
<b>SAR</b>	Búsqueda y Salvamento
<b>VFR</b>	Reglas de Vuelo Visual
<b>VMC</b>	Visual Meteorological Conditions

---

<sup>1</sup> El sistema de liberación de emergencia (Emergency Release System, ERS) es un sistema de seguridad instalado en algunos aviones agrícolas, como el Ayres S2R-T34, cuyo propósito es permitir una descarga rápida y segura de los productos químicos en caso de emergencia, como una falla mecánica o un problema técnico que ponga en riesgo la aeronave o a las personas en tierra.

El ERS consta de un interruptor o palanca en la cabina de pilotaje que, al ser accionado, libera automáticamente el contenido del tanque de productos químicos en menos de 5 segundos. Esto permite que el Piloto pueda descargar rápidamente el producto químico en caso de emergencia para reducir el peso de la aeronave y evitar un posible accidente.

Es importante destacar que el uso del ERS es una medida de último recurso y solo debe ser utilizado en situaciones de emergencia. Además, es esencial que se cumplan todas las regulaciones y procedimientos de seguridad adecuados al utilizar este sistema de emergencia, ya que la descarga del producto químico puede tener implicaciones económicas para el operador de la aeronave. El ERS es una herramienta importante para garantizar la seguridad de la operación aérea en la industria agrícola.

## SINOPSIS

<b>Aeronave:</b>	Ayres S2R-T34, HK3282
<b>Fecha y hora del Accidente:</b>	20 de marzo de 2022, 08:53 HL
<b>Lugar del Accidente:</b>	Finca El Estorbo, vereda Piedrecitas, Turbo, Antioquia, Colombia.
<b>Coordenadas:</b>	N 08°8'35" – W 076°42'52,1"
<b>Número de ocupantes:</b>	01 tripulante
<b>Tipo de Operación:</b>	Trabajos Aéreos Especiales – Aviación Agrícola
<b>Taxonomía OACI:</b>	LALT - Colisión en vuelo a baja altura

## RESUMEN

El 20 de marzo de 2022, el avión Ayres S2R-T34 de Trabajos Aéreos Especiales – Aviación Agrícola, con matrícula HK3282, estaba realizando trabajos de aspersión sobre un lote de cultivo de plátano en el municipio de Turbo, Antioquia.

Durante la penúltima pasada del vuelo a las 8:53 HL, cuando efectuaba el viraje para enfrentar el lote, la aeronave impactó contra un árbol y se precipitó a tierra. Como resultado, el Piloto sufrió lesiones graves.

El Operador activó su Brigada de Rescate, que procedió por vía terrestre y dispuso el traslado del Piloto en ambulancia hasta el hospital del municipio de Apartadó, Antioquia. La aeronave terminó con daños sustanciales.

La investigación determinó que las causas probables del accidente fueron:

Colisión de la aeronave con un árbol durante la operación de aspersión, impacto que provocó la pérdida de control de la aeronave y la colisión con el terreno.

Equivocada técnica para la realización de un viraje escarpado a baja altura, que efectuó el Piloto sin asegurar el ascenso de la aeronave.

Probable efecto de deslumbramiento del sol en el Piloto, que afectó su apreciación de los obstáculos cuando efectuaba un viraje escarpado a baja altura.

Como factores contribuyentes se encontraron:

Exceso de confianza del Piloto, al no tomar las medidas de seguridad necesarias para garantizar la separación de la aeronave con el terreno durante la maniobra de ingreso al lote para asperjar.

Debilidades en el Sistema de Gestión de Seguridad Operacional del Operador aéreo, al no realizar un levantamiento topográfico completo de los lotes y de los cultivos a asperjar, ni prever que las tripulaciones sean informadas con amplitud sobre los obstáculos existentes, y de esa manera poder realizar las operaciones con un mayor margen de seguridad.

La investigación emitió cinco (5) recomendaciones de seguridad operacional.

## 1. INFORMACIÓN FACTUAL

### 1.1 Reseña del vuelo

El 20 de marzo de 2022, se programó el vuelo de la aeronave tipo Ayres S2R-T34 de Trabajos Aéreos Especiales – Aviación Agrícola, con matrícula HK3282, para realizar trabajos de aspersión agrícola en un lote de cultivo de plátano ubicado en el municipio de Turbo, Antioquia.

La aeronave despegó de la pista Indira, de propiedad y administrada por el Operador, a las 8:22 HL, con 110 galones de combustible y 480 galones de producto químico Seeker, y se dirigió al lote asignado, en la finca Piedrecitas, ubicada a 03 NM del municipio de Turbo Antioquia. Las condiciones meteorológicas eran visuales (VMC).

El Piloto efectuó 9 pasadas de aplicación sobre el lote. Después de efectuar la penúltima pasada del vuelo asignado, la aeronave inició un viraje de procedimiento 45° - 225°, hacia la derecha, para enfrentar nuevamente al lote.

Durante la parte inicial del viraje escarpado, por la derecha, el estabilizador horizontal de derecho de la aeronave golpeó un árbol ubicado en su trayectoria, en coordenadas N08°8'37,3" – W076°43'01,1"; el impacto que provocó que el Piloto perdiera el control de la aeronave.

El Piloto operó el sistema de descargue de emergencia (ERS) y expulsó el producto químico (*botó la emergencia*); sin embargo, la aeronave no se recuperó, se precipitó a tierra con un pequeño banqueo hacia la izquierda e impactó el terreno, 300 metros adelante, a las 8:53 HL. La aeronave terminó con daños sustanciales.

El Piloto no tuvo tiempo de efectuar un llamado de emergencia. Cuando el Operador dejó de recibir notificaciones del vuelo, activó su Brigada de Rescate la cual se dirigió a la última ubicación conocida de la aeronave, encontrando al Piloto con lesiones graves, inconsciente y dentro de la aeronave.

Se procedió entonces a estabilizarlo y se solicitó apoyo para efectuar el traslado aéreo, conforme a los procedimientos establecidos entre el SAR de Aerocivil y el CNRP de la Fuerza Aérea Colombiana. Sin embargo, en vista del crítico estado del superviviente, se decidió a hacer su traslado por vía terrestre hasta el hospital del municipio de Apartadó, Antioquia.

La Dirección Técnica de Investigación de Accidentes (DIACC) fue notificada del evento a las 9:30 HL, el mismo día de la ocurrencia. Se coordinó con el Operador el traslado de un investigador a la escena.

De acuerdo con las disposiciones de los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos, específicamente con el Numeral 114.300 del RAC 114, se notificó del evento a la TSB de Canadá, como estado del fabricante del motor, y a la National Transportation Safety Board (NTSB) de los Estados Unidos, como estado de diseño y fabricación de la aeronave.

## 1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	-	-	-	-
Graves	1	-	1	-
Leves	-	-	-	-
Ilesos	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	

## 1.3 Daños sufridos por la aeronave

**SUSTANCIALES.** Como consecuencia del impacto de la aeronave contra el terreno, se produjeron daños estructurales significativos en diversos componentes de la aeronave, los cuales se detallan a continuación.

### 1.3.1 Motor y hélice

La sección frontal de la aeronave sufrió daños considerables. El motor se encontró parcialmente desprendido de la estructura de la aeronave y enterrado, en gran parte, en el terreno.

Se produjo una destrucción significativa en la sección de la bancada del motor. La hélice estaba conectada al motor con deformación en todas sus palas y una leve torsión en las puntas, lo que sugiere que la aeronave estaba produciendo potencia en el momento del impacto, sin evidencia de embanderamiento.

### 1.3.2 Superficies de control

El empenaje de la aeronave se mantuvo íntegro, pero con un gran daño debido al impacto. Los mecanismos internos de los elevadores y del timón de dirección estaban en buen estado, con sus guayas instaladas y operativas.

En el estabilizador horizontal derecho se encontró un golpe con un árbol ubicado 300 metros antes del sitio del accidente.

El plano izquierdo presentaba una rotura parcial con deformación post impacto cerca de la punta del plano y del alerón; el *flap* de este lado se encontró desplegado en un punto.

El plano derecho no presentaba separación, y tenía la punta fracturada.

En el sistema de control de las superficies, se encontró la rotura y separación de las guayas del control del alerón derecho, ocasionada evidentemente por el rompimiento de la sección del plano en la secuencia de impacto contra el terreno.

### 1.3.3 Cabina de mando

El habitáculo de cabina presentaba deformación total en la parte superior; la sección de los pedales y el panel de instrumentos se desplazaron, reduciendo el espacio ocupacional; los interruptores se encontraron en posición *off*.

Los mandos de control de potencia se encontraron en posición media, y el paso de la hélice estaba hacia adelante en condición de altas RPM, lo que sugiere que la tensión producida

en las guayas de control durante el desprendimiento del motor en el impacto provocó la máxima potencia aparente.



*Fotografía No. 1: Condición final de la aeronave HK3282.*



*Fotografía No. 2: Condición general de la cabina del Piloto HK3282.*

#### **1.4 Otros daños**

Ninguno.

## 1.5 Información personal

### Piloto

<b>Edad:</b>	49 años
<b>Licencia:</b>	PCA 6116
<b>Certificado médico:</b>	Vigente
<b>Equipos volados como Piloto:</b>	Turbo Thrush, Cessna 188
<b>Último chequeo en el equipo:</b>	12 de marzo de 2022
<b>Total horas de vuelo:</b>	6.674,02
<b>Total horas en el equipo:</b>	3.921,7
<b>Horas de vuelo últimos 90 días:</b>	113,6
<b>Horas de vuelo últimos 30 días:</b>	31,5
<b>Horas de vuelo últimos 03 días:</b>	7,1
<b>Horas de vuelo últimas 24 horas:</b>	3.0

## 1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

### 1.6.1 Aeronave

<b>Marca:</b>	Ayres Corporation
<b>Modelo:</b>	S2R-T34
<b>Serie:</b>	T34-086DC
<b>Matrícula:</b>	HK 3282
<b>Certificado aeronavegabilidad:</b>	0000477
<b>Certificado de matrícula:</b>	R0009541
<b>Fecha de fabricación:</b>	1986
<b>Fecha último servicio:</b>	19-mar-22 - Servicio 100 horas
<b>Total horas de vuelo:</b>	18.748:32

La aeronave se encontraba aeronavegable, contaba con toda la documentación técnica y estaba al día con el programa de mantenimiento que era realizado por el mismo Operador.

### 1.6.2 Motor

<b>Marca:</b>	Pratt and Whitney
<b>Modelo:</b>	PT6A-34AG
<b>Serie:</b>	PCE-PH0796
<b>Total horas de vuelo:</b>	6074:24
<b>Total horas D.U.R.G:</b>	2101:00 Horas
<b>Fecha último servicio:</b>	19-mar-22 - Servicio 100 horas

### 1.6.3 Hélice

<b>Marca:</b>	Hartzell
<b>Modelo:</b>	HC-B3TN-3D
<b>Serie:</b>	K35639, K35642, K35637
<b>Total horas de vuelo:</b>	8192:32 Horas
<b>Total horas DURG:</b>	305:24 Horas
<b>Fecha último servicio:</b>	19-mar-22

### 1.7 Información Meteorológica

El sitio en donde ocurrió el evento no contaba con estación meteorológica, y por lo tanto no se dispone de mediciones precisas de las condiciones en escena. No obstante, se pudo comprobar que las condiciones meteorológicas en el sitio eran adecuadas para realizar vuelos visuales (VFR). Esto indica que las condiciones climáticas no tuvieron incidencia en la ocurrencia del accidente.

### 1.8 Ayudas para la Navegación

Las operaciones de aspersión se desarrollaron bajo Reglas de Vuelo Visual (VFR), condición que según el Reglamento del Aire no requiere ayudas para la navegación aérea, razón por la cual no son consideradas como un elemento influyente del accidente.

### 1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo

El Piloto mantenía comunicación en la frecuencia interna del Operador, y escucha de la frecuencia de Torre de Control Los Cedros, en frecuencia 118,7 MHz.

Sin embargo, no hubo ningún llamado de su parte sobre la emergencia, en vista de las condiciones en las que aquella se presentó. No obstante, la falta de comunicación de la aeronave y la falta de respuesta a los llamados del Operador, alertó a este para activar la Brigada de Rescate.

### 1.10 Información del Aeródromo

No fueron relevantes en la ocurrencia del accidente.

### 1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave no estaba equipada con Registradores de Datos de Vuelo (FDR) ni de Voces de Cabina (CVR). No obstante, la aeronave estaba equipada con un dispositivo GPS marca Satlog, con número de serie 1505-09122-LN1-037, utilizado para orientar las pasadas (líneas) de aplicación del producto.

El equipo contaba con memoria no volátil que registró información importante del vuelo, como posición geográfica, velocidad, rumbo, altitud y activación del equipo de aspersión.

Durante la investigación de campo, se logró extraer satisfactoriamente los datos almacenados en el dispositivo, los cuales correspondían a la operación de vuelo 20 de marzo de 2022, día del accidente. La información recuperada indicó que el vuelo inició

desde la pista Indira a las 08:22 HL; la última traza se registró a las 08:53 HL, con una operación de 31 minutos de vuelo.

De acuerdo con los registros del GPS, el Piloto efectuó un *viraje procedimental* por la derecha para alinearse y efectuar la siguiente pasada de aspersión. Se observa entonces una tendencia descendente, en la última gráfica descargada, con una velocidad de 103 km/h y una altitud de 84 metros sobre el nivel del mar.

### **1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto**

La zona del accidente se encontraba a 3 millas náuticas del municipio de Turbo, Antioquia, en una región montañosa con una pendiente del 40%. El terreno estaba rodeado de árboles y los restos de la aeronave se concentraron en un área de alrededor de 20 m<sup>2</sup> en las coordenadas N 08°8'35" – W 076°42'52,1", con un rumbo final de 290°, y a una elevación de 100 pies ASL.

Luego de realizar la penúltima pasada del vuelo asignado, la aeronave inició un viraje de procedimiento de 45° - 225° hacia la derecha, para enfrentar nuevamente al lote. Durante la fase inicial del viraje escarpado por la derecha, el estabilizador horizontal derecho de la aeronave impactó contra un árbol situado en su trayectoria, en las coordenadas N08°8'37,3" – W076°43'01,1". Este impacto provocó la pérdida de control de la aeronave por parte del piloto.

El piloto activó el sistema de descargue de emergencia (ERS) y liberó el producto químico de manera forzada. A pesar de este intento, la aeronave no logró recuperarse y se precipitó a tierra con una inclinación hacia la izquierda, impactando el terreno unos 300 metros más adelante.

La aeronave impactó el terreno, con bajo ángulo de descenso, con un pequeño banqueo a la izquierda y con baja velocidad. A continuación hizo un giro hacia la derecha, durante el cual el montante del motor se partió. La sección frontal de la aeronave sufrió daños considerables.

El motor se encontró parcialmente desprendido de la estructura de la aeronave y enterrado en gran parte en el terreno.

Se encontró el producto químico Seeker esparcido en una longitud de 150 metros desde el sitio del impacto inicial contra el árbol, en coordenadas N08°8'37,3" – W076°43'01,1", en dirección del sitio del impacto final del avión.

No se encontraron marcas de fuga de aceite en el fuselaje de la aeronave, ni partes separada o desprendidas.

Se observaron árboles prominentes en la trayectoria que recorrió el avión desde el impacto inicial del estabilizador horizontal derecho, con los cuales probablemente interactuó la aeronave.



Imagen No. 1: Trazas de vuelo del avión HK3282.



Imagen No. 2: Ultima trazas de vuelo del avión HK3282.



*Fotografía No. 3: desprendimiento de la copa del árbol con muestra de transferencia mínima de pintura amarilla.*

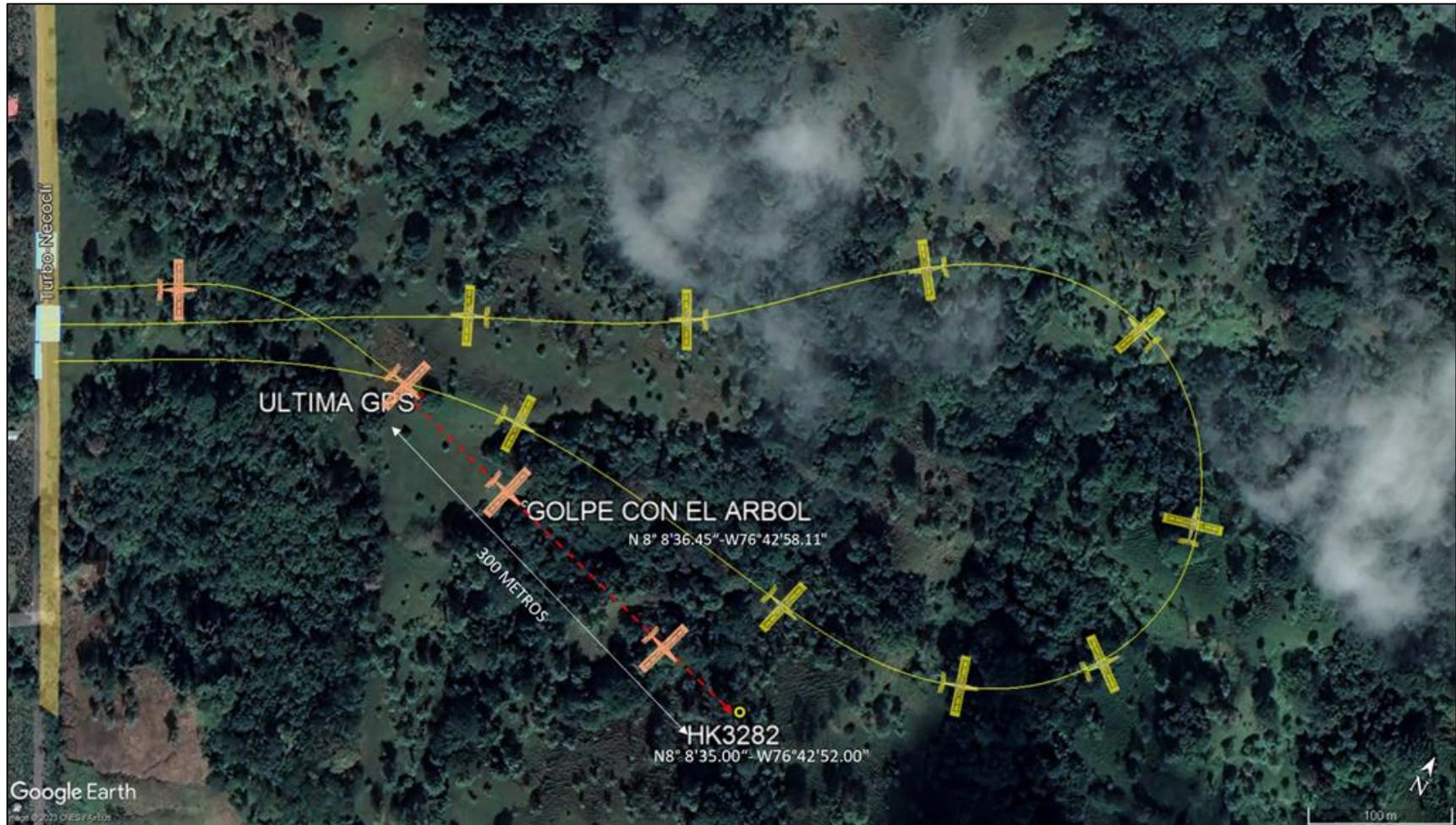


Imagen No. 3: Secuencia del primer vuelo de la aeronave en amarillo; secuencia del vuelo accidentado en rojo.

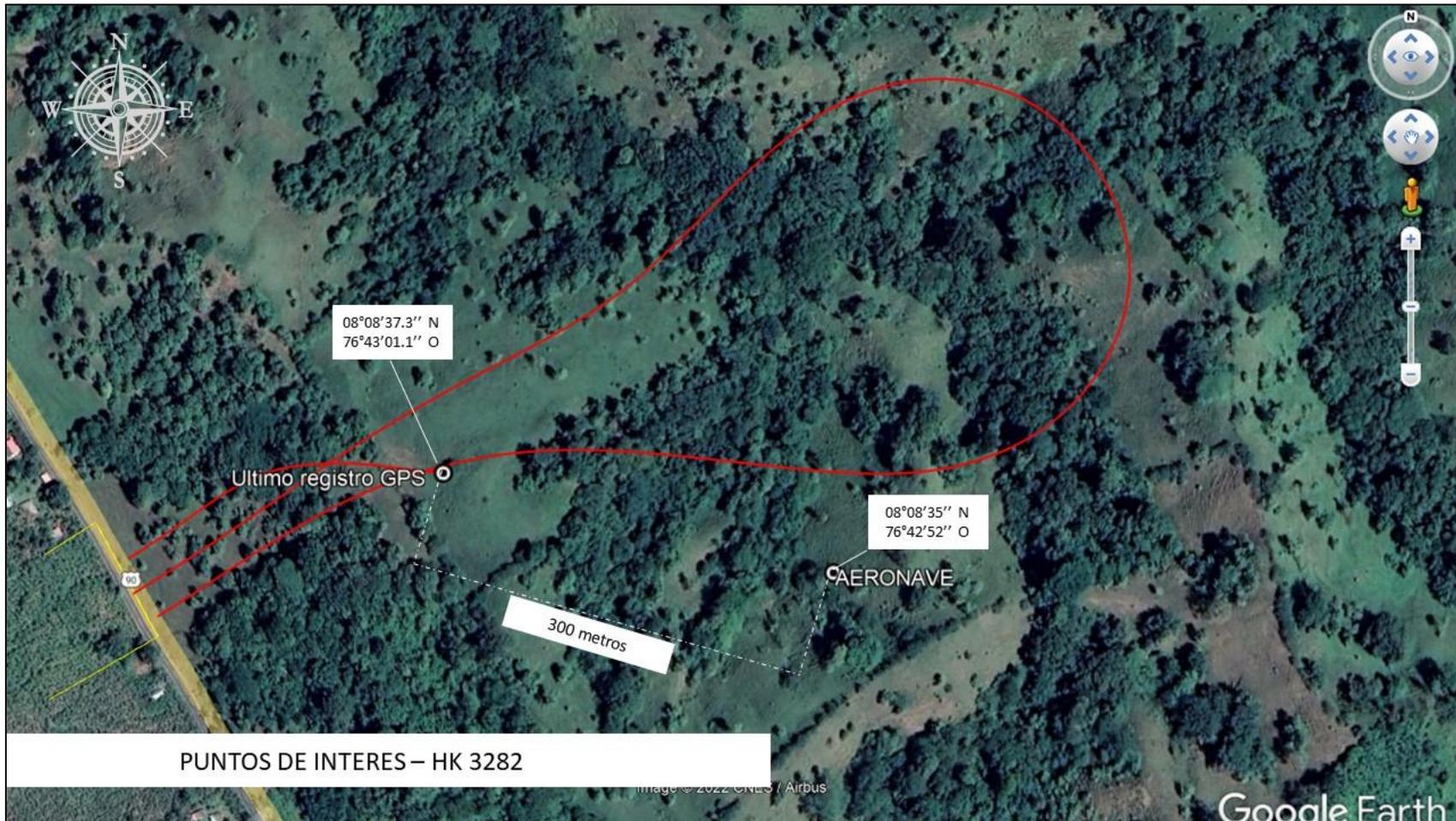


Imagen No. 4: Último registro de GPS y ubicación final de la aeronave HK3282.

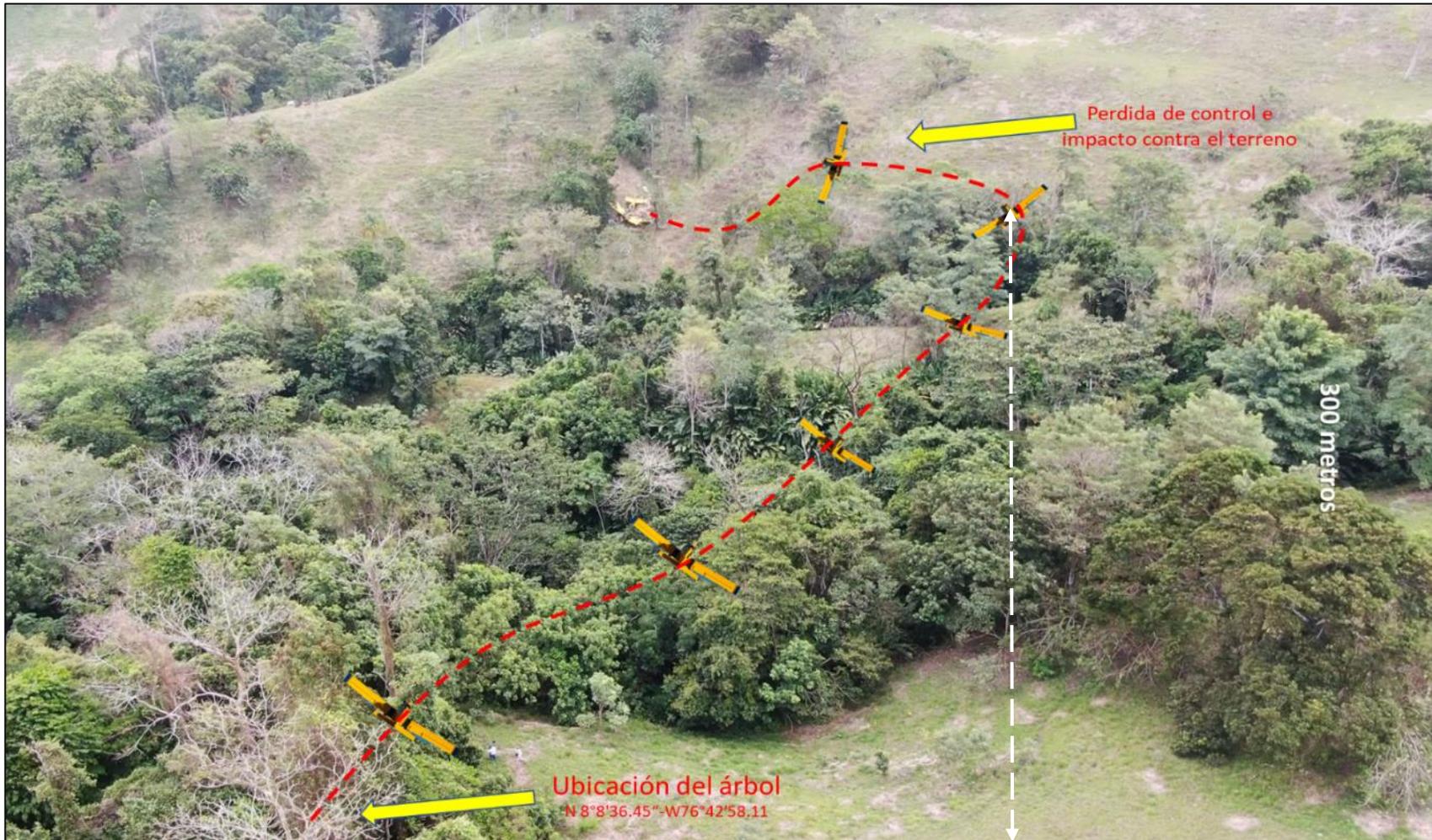


Imagen No. 5: Secuencia del vuelo e impacto del aviónHK3282.

### 1.13 Información médica y patológica

El certificado médico del Piloto se encontraba en vigencia y sin anotaciones que pusieran en riesgo la operación de la aeronave. No registraba limitaciones.

### 1.14 Incendio

No se produjo incendio.

### 1.15 Aspectos de supervivencia

El accidente permitió la supervivencia del Piloto, facilitada además por la pronta asistencia y la evacuación que efectuó la Brigada de Rescate del Operador, que lo remitió en condición grave al hospital más cercano, en Apartadó, Antioquia, en donde fue ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos, recibió atención médica especializada y estuvo bajo observación durante varios días.

La rápida intervención de la Brigada de Rescate del Operador contribuyó a la supervivencia del Piloto; este hecho positivo, hace notar la importancia de que los operadores aéreos cuenten con Planes de Acción de Emergencia bien formulados, ensayados, y con medios y personal idóneos para atender con respuestas inmediatas a esta clase de situaciones.

De otra parte, se hace notoria la necesidad de que, como parte del Plan de Emergencia, las tripulaciones reciban capacitación teórica y práctica en técnicas de supervivencia de accidentes aéreos.

### 1.16 Ensayos e investigaciones

#### 1.16.1 Inspección del motor

El motor Pratt & Whitney Canadá (PWC) PT6A-34AG número de serie PCE-PH0796, que equipaba la aeronave accidentada, fue inspeccionado en las instalaciones de la casa fabricante, Pratt & Whitney Canadá, ubicadas en Montreal, Canadá.

La inspección fue realizada por técnicos especializados en el motor, con asistencia del Investigador a Cargo, y los representantes de fabricante del motor, el 12 de junio 2022 en las facilidades de Pratt & Whitney Canadá (P&WC), en Saint-Hubert, Quebec, Canadá.

La inspección incluyó un análisis de las partes y componentes del motor, así como pruebas de funcionamiento, y verificación de registros de mantenimiento. Los resultados indicaron que el motor estaba en buenas condiciones de operación, y no se encontraron evidencias de fallas o mal funcionamiento que pudieran haber contribuido al accidente.

#### 1.16.2 Pruebas de combustible

Se realizaron diversas pruebas al combustible extraído de la aeronave, incluyendo pruebas de *claro y brillante*, humedad y *milipore*<sup>2</sup>, las cuales arrojaron resultados satisfactorios, pues

---

<sup>2</sup> Prueba de claro y brillante: Esta prueba se realiza para determinar la limpieza del combustible. Se toma una muestra del combustible y se deja reposar en un tubo transparente durante un periodo de tiempo. Luego se examina visualmente la muestra para determinar la presencia de impurezas, como agua, sedimentos u otros contaminantes. Si la muestra es clara y brillante, se considera que el combustible está limpio y sin impurezas.

no presentaron anomalía alguna o contaminación. Se descartó la presencia de agua u otros contaminantes en el combustible como posible causa del accidente.

## **1.17 Información orgánica y de dirección**

El Operador es una compañía de servicios aéreos comerciales, Trabajos Aéreos Especiales, en la modalidad de Aviación Agrícola. Su sede administrativa principal se encuentra ubicada en Medellín, Antioquia; la base principal de operaciones se encuentra ubicada en Apartadó, Antioquia, en donde utiliza la pista Los Planes. Cuenta, además, con una base auxiliar de operación en la Zona Bananera, Magdalena, con la pista La Ceiba.

### **1.17.1 Sistema de gestión de seguridad operacional**

La compañía cuenta con un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional aceptado en 2016, y validado en 2018 por la Autoridad Aeronáutica. Este Sistema ha sido implementado de manera eficiente, y cuenta con personal encargado de su ejecución, apoyando una operación segura y confiable.

El Operador motiva y favorece la cultura del reporte. Conduce una efectiva gestión de riesgos mediante la interacción del SMS con todas las dependencias.

### **1.17.2 Plan de acción de emergencia**

El Plan de Acción de Emergencia (PAE) está bien concebido, de manera realista y práctica. Y demostró su efectividad con la oportuna reacción y atención que hizo el Operador de la emergencia, principalmente con la Brigada de Rescate, que auxilió oportunamente al Piloto, atendiendo su crítica condición.

Adicionalmente, la empresa cumplió cabalmente el procedimiento de notificación del accidente a la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes y los procesos de coordinación y de apoyo para la investigación del suceso.

## **1.18 Información adicional**

### **1.18.1 Deslumbramiento por el sol**

Con base en la hora del accidente, la posición del sol en el momento del accidente y la trayectoria de la aeronave, la investigación analizó un posible efecto de deslumbramiento del Piloto, que hubiera contribuido al accidente.

Para el efecto se realizaron cálculos con base en la posición del sol a la hora del accidente, en las coordenadas N08°8'37,3" – W076°43'01,1", y se encontró que el astro se encontraba

---

Prueba de humedad: Esta prueba se realiza para determinar la cantidad de agua presente en el combustible. Se toma una muestra del combustible y se la somete a una reacción química que permite medir la cantidad de agua presente en el combustible. Si la cantidad de agua está dentro de los límites aceptables, se considera que el combustible está en condiciones adecuadas para su uso.

Prueba de milipore: Esta prueba se realiza para determinar la presencia de partículas sólidas en el combustible, las cuales pueden obstruir los filtros del sistema de combustible de la aeronave. Se toma una muestra del combustible y se la filtra a través de un papel milipore. Luego se examina el papel para determinar la cantidad y tamaño de las partículas presentes en la muestra. Si la cantidad y tamaño de las partículas están dentro de los límites aceptables, se considera que el combustible está en condiciones adecuadas para su uso.

en un ángulo azimut de  $95-74^\circ$  (plano horizontal) y un ángulo de elevación de  $34.78^\circ$  (plano vertical).

Esto quiere decir que el sol (*sun beam*) estaba directamente en la trayectoria del vuelo de la aeronave en viraje, y que, por lo tanto, probablemente el Piloto fue afectado por la luminosidad del sol (deslumbramiento), durante su viraje escarpado a baja altura.

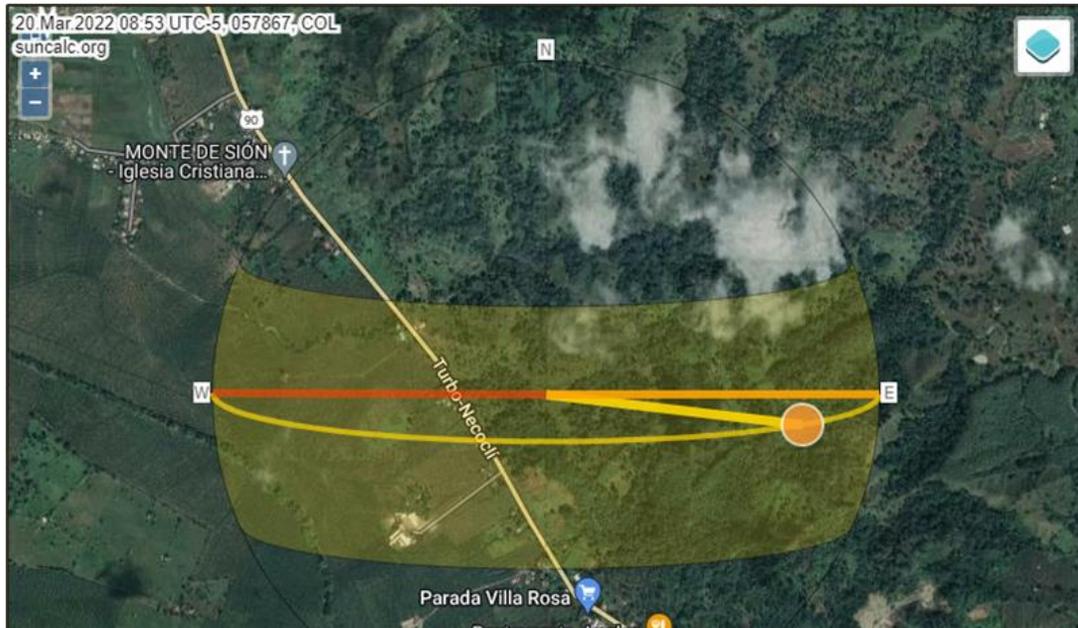


Imagen No. 6: Análisis del deslumbramiento causado por el sol (Sun Calc)<sup>3</sup>, 8:53HL.



Imagen No. 7: Análisis del deslumbramiento calculado (Sun Calc), 08:53HL, intercalado con la imagen del golpe inicial de la aeronave HK3892 con el árbol.

<sup>3</sup> <https://www.suncalc.org/#/8.1437,-76.717,15/2022.03.20/08:53/1/0>

### 1.18.2 Prevención impacto contra obstáculos

Para prevenir el impacto con árboles durante los vuelos de Aviación Agrícola, se recomienda, en general, aplicar las siguientes recomendaciones:

- **Conocer bien el terreno:** antes de comenzar el vuelo de Aviación Agrícola, es importante conocer bien el terreno en donde se va a realizar la operación. Identificar la ubicación de los obstáculos, como los árboles, puede ayudar a planificar una ruta segura para el vuelo.
- **Reconocer el terreno previamente:** Antes de iniciar cualquier operación de Aviación Agrícola, es esencial realizar un reconocimiento exhaustivo del terreno. Esto implica evaluar las características topográficas, identificar cuerpos de agua, y familiarizarse con la distribución de cultivos. Este conocimiento previo facilita la planificación de rutas eficientes y seguras, minimizando riesgos asociados a obstáculos naturales o estructurales.
- **Obtener cartas de los lotes y briefing del dueño o cliente:** Es fundamental obtener cartas detalladas de los lotes donde se llevará a cabo la aspersión agrícola. Además, mantener un briefing con el dueño o cliente proporciona información valiosa sobre particularidades del terreno, áreas sensibles y posibles restricciones. La comunicación efectiva con el cliente garantiza una comprensión clara de los objetivos específicos de la aplicación de insumos fitosanitarios.
- **Planear los virajes, ángulos y rumbos sobre áreas despejadas:** La planificación meticulosa de los virajes es esencial para asegurar un vuelo seguro y eficiente. Se deben determinar los ángulos y rumbos ideales, teniendo en cuenta la presencia de áreas despejadas que permitan maniobrar sin obstáculos. Esta planificación detallada contribuye a evitar situaciones de riesgo y a mantener una distancia segura de cualquier estructura o elemento en el terreno.
- **Trayectoria final:** En lo posible, se deben ejecutar trayectos finales de acercamiento al campo, más largos, para que el Piloto tenga más facilidad para ubicar u evitar posibles obstáculos. Esto proporciona tiempo adicional para ajustar la trayectoria y evitar cualquier elemento imprevisto en el terreno.

### 1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

No se requirieron técnicas de investigación especiales para la investigación. La investigación siguió las técnicas y métodos recomendados por el Documento OACI 9756, Parte III.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Calificaciones de la tripulación

EL Piloto, quien tenía una amplia experiencia de vuelo, con un total de 6.674 horas de vuelo acumuladas en su carrera y 3.921 horas de vuelo específicamente en el equipo accidentado. Además, tenía vigentes tanto su certificado médico como su chequeo en el equipo Turbo Thrush, lo que indicaba que estaba calificado y apto para operar la aeronave en el momento del accidente.

### 2.2 Operaciones de vuelo

El Piloto a bordo del avión accidentado cumplía con todos los requisitos técnicos y operacionales para llevar a cabo el vuelo de Aviación Agrícola. Contaba con la calificación necesaria para operar la aeronave y había mantenido una regularidad de vuelo en el equipo durante los últimos meses, demostrando un amplio conocimiento y experiencia.

La investigación no encontró desviaciones o violaciones en el vuelo realizado por el Piloto. Asimismo, se descartó que hubiera alguna condición psicofísica que pudiera haber influido en el accidente.

Es importante destacar que el accidente ocurrió durante la realización de actividades propias de la Aviación Agrícola, la cual implica una serie de procedimientos y técnicas específicas para su correcta ejecución, como son los virajes de procedimiento (45° - 225°, o 90° - 270°), en una técnica denominada *carrusel*, que obliga a las tripulaciones a la ejecución de continuos virajes, a bajo nivel, en los límites aerodinámicos y de operación de la aeronave. Al mismo tiempo, el Piloto debe cuidarse de los obstáculos que pueda ofrecer la topografía del terreno y otros obstáculos naturales o artificiales, maniobrar adecuadamente para enfrentar en una trayectoria correcta, el área del lote a asperjar, y además, como en este caso, atender las indicaciones del GPS para una correcta aspersión.

Según se constató durante la investigación de campo, en la zona que maniobraba el HK3282 existen algunas elevaciones pequeñas del terreno, de diferentes alturas, algunas de las cuales están cubiertas por árboles de gran tamaño. Estos factores representaban un riesgo adicional para la operación de la aspersión, que debió ser considerado por el Operador y por el Piloto, para crear defensas adicionales durante la operación.

En este sentido, era necesario adelantar una planificación detallada que contemplara, además de la evaluación de las condiciones meteorológicas y de visibilidad, el establecimiento de las rutas de vuelo, y el trabajo a ejecutar, el detalle de los obstáculos presentes en el área de operación y las maniobras para evitarlas.

Evidentemente, el Piloto inició el procedimiento 45° - 225°, para ubicarse hacia la última aplicación, con un viraje escarpado, sin haber asegurado primero un ascenso positivo que le asegurara la separación con los árboles, omitiendo la aplicación de una técnica básica para la realización de virajes en baja altura.



*Imagen No. 7: Trazas de la aspersión efectuada por el avión HK3282.*



Imagen No. 8: Trazas de vuelo del avión HK3282.

## 2.3 Análisis de hipótesis

El análisis mediante hipótesis es una técnica que se utiliza en la investigación de accidentes para identificar posibles causas del evento. Consiste en plantear diferentes escenarios hipotéticos que podrían haber causado el accidente y luego evaluar cada una de ellas para determinar cuál es la más probable.

En el caso del accidente de Aviación Agrícola con golpe de un árbol, se podrían plantear diversas hipótesis como: error de juicio del Piloto, error de cálculo de la trayectoria, falla de algún componente de la aeronave, deslumbramiento del Piloto, entre otras.

Cada una de estas hipótesis es evaluada en detalle para determinar si es consistente con los hechos conocidos y si hay suficiente evidencia para apoyarla. En este proceso, se utiliza información obtenida de la inspección del sitio del accidente, entrevistas con testigos y sobrevivientes, análisis de registros de vuelo y otros datos relevantes.

Una vez que se han evaluado todas las hipótesis, se puede llegar a una conclusión sobre la causa más probable del accidente.

### **Hipótesis 1: Deslumbramiento del Piloto durante la operación**

Esta hipótesis sugiere que el Piloto podría haber experimentado deslumbramiento durante la operación, lo que le habría impedido ver los obstáculos y provocó el impacto con el árbol.

La investigación determinó que el Piloto pudo haber experimentado deslumbramiento durante la operación en las coordenadas N08°8'37,3" – W076°43'01,1", fenómeno que pudo afectar su visibilidad y la identificación de obstáculos, como el árbol con el que se produjo el impacto inicial de la aeronave, durante el viraje escarpado a baja altura.

### **Hipótesis 2: Error de cálculo de la trayectoria**

El Piloto pudo haber cometido un error en los cálculos de la trayectoria y la altura de vuelo necesaria para evitar los obstáculos, lo que llevó al impacto con el árbol. La hipótesis de un error de cálculo en la trayectoria parece ser la más clara y probable.

Es posible que el Piloto haya cometido un error al calcular la trayectoria y la altura necesarias para evitar los obstáculos en el terreno, lo que llevó al impacto con el árbol. Esto podría ser resultado de una variedad de factores, como la falta de información precisa sobre el terreno, la distracción.

### **Hipótesis 3: Falla mecánica**

Puede haber ocurrido una falla mecánica en la aeronave que provocó la pérdida de control del Piloto y el impacto con el árbol.

Dado que en la inspección de los componentes de la aeronave no se encontró ninguna falla mecánica que pudiera haber causado el accidente, se puede descartar la hipótesis de una falla mecánica. Además, se evidenció que la aeronave estaba generando potencia durante el vuelo, lo que indica que los componentes estaban funcionando correctamente.

### 3. CONCLUSIÓN

Sobre la base de la evidencia disponible, se pueden extraer las siguientes conclusiones con respecto al accidente de la aeronave turbo thrush con matrícula HK3282. Vale la pena mencionar que estos hallazgos no deben considerarse como un error de determinación o responsabilidad de ninguna organización o individuo en particular.

#### 3.1 Conclusiones

El Piloto se encontraba psicofísica y técnicamente apto para la operación de la aeronave y la ejecución de la aspersión aérea.

Las condiciones meteorológicas eran visuales y apropiadas para efectuar la operación de aspersión aérea.

El Operador contaba con un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS), aceptado en 2016 y validado en 2018 por la Autoridad Aeronáutica, el cual ha sido implementado de manera eficiente.

El lote para asperjar era de dimensiones reducidas, rodeado de pequeñas elevaciones y árboles altos.

El Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) mostró carencias en la planificación específica de la operación, especialmente en lo relacionado con la topografía, la presencia de árboles, las defensas y las maniobras para evitar obstáculos.

El Piloto despegó de la pista Indira y se dirigió al lote que debía asperjar, ubicado a 03 NM de municipio de Turbo Antioquia.

La aeronave realizó 09 pasadas de aspersión sin ninguna novedad.

Después de efectuar la penúltima pasada, el Piloto inició un viraje de procedimiento 45° - 225°, hacia la derecha, para enfrentar nuevamente al lote.

El Piloto inició el procedimiento con un viraje escarpado, sin haber asegurado primero un ascenso positivo que le asegurara la separación con los árboles, omitiendo la aplicación de una técnica básica para la realización de virajes a baja altura.

Probablemente, en el viraje que inició, el Piloto se afectó por el fenómeno de deslumbramiento, que pudo haber causado dificultades de percepción de las condiciones del viraje, especialmente la separación con el terreno.

En la parte inicial del viraje escarpado, por la derecha, el estabilizador horizontal de derecho de la aeronave golpeó un árbol ubicado en su trayectoria.

El impacto provocó que el Piloto perdiera el control de la aeronave.

El Piloto operó el sistema de descargue de emergencia (ERS) y expulsó el producto químico (*botó la emergencia*); sin embargo, la aeronave no se recuperó.

La aeronave se precipitó a tierra con un pequeño banqueo hacia la izquierda e impactó el terreno, 300 metros adelante del punto de impacto con el árbol, a las 8:53 HL.

La aeronave terminó con daños sustanciales.

El Piloto no pudo efectuar un llamado de emergencia. Cuando el Operador dejó de recibir notificaciones del vuelo, activó su Brigada de Rescate la cual se dirigió a la última ubicación conocida de la aeronave.

El Piloto fue rescatado por la Brigada de Rescate del Operador, con lesiones graves en estado de inconciencia.

La falta de coordinación en este incidente se evidenció principalmente por una demora significativa, que superó las cuatro horas, en la activación del procedimiento de rescate del piloto por vía aérea por parte del SAR y el CNRP, Esta demora se atribuyó a complicaciones administrativas que obstaculizaron una respuesta rápida y eficiente ante la emergencia.

La aeronave resultó con daños sustanciales.

Las pruebas que se efectuaron al combustible de la aeronave y de la fuente de abastecimiento, hicieron descartar cualquier anomalía o contaminación.

El motor de la aeronave fue inspeccionado en la casa fabricante y se encontró que funcionaba correctamente en el momento del accidente.

### **3.2 Causas probables**

Colisión de la aeronave con un árbol durante la operación de aspersión, impacto que provocó la pérdida de control de la aeronave y la colisión con el terreno.

Equivocada técnica para la realización de un viraje escarpado a baja altura, que efectuó el Piloto sin asegurar el ascenso de la aeronave.

Probable efecto de deslumbramiento del sol en el Piloto, que afectó su apreciación de los obstáculos cuando efectuaba un viraje escarpado a baja altura.

### **3.3 Factores Contribuyentes**

Exceso de confianza del Piloto, al no tomar las medidas de seguridad necesarias para garantizar la separación de la aeronave con el terreno durante la maniobra de ingreso al lote para asperjar.

Debilidades en el Sistema de Gestión de Seguridad Operacional del Operador aéreo, al no realizar un levantamiento topográfico completo de los lotes y de los cultivos a asperjar, ni prever que las tripulaciones sean informadas con amplitud sobre los obstáculos existentes, y de esa manera poder realizar las operaciones con un mayor margen de seguridad.

### **3.4 Taxonomía OACI**

**LALT:** Low altitude operational - Operación a baja altitud

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



## **4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

### **AL OPERADOR AÉREO**

#### **REC. 01 – 202216 -1**

Aprovechar el Sistema de Gestión de Seguridad Operacional, SMS, para detectar los peligros existentes en todas las áreas de cultivos en donde operan sus aeronaves, para determinar obstáculos y otros peligros existentes, y cumplir con la gestión de riesgos necesaria, para su mitigación.

#### **REC. 02 – 202216 -1**

Reforzar los programas de capacitación y estandarización en las tripulaciones, el cumplimiento de procedimientos operacionales, reconocimiento aéreo y terrestre de las zonas a asperjar, y las técnicas de ejecución de maniobras a baja altura, para determinar y evitar obstáculos, tales como tendidos de cuerdas y árboles.

#### **REC. 03 – 202216 -1**

Establecer un sistema de monitoreo en tiempo real de la ubicación de las aeronaves y sus rutas de vuelo para detectar desviaciones no autorizadas y alertar a los Pilotos en caso de acercarse a zonas de riesgo.

#### **REC. 04 – 202216 -1**

Realizar un análisis del terreno para identificar posibles obstáculos o condiciones que puedan afectar la seguridad de las operaciones aéreas. Algunos aspectos que se pueden considerar son:

- Altitud y elevación del terreno: para determinar las alturas mínimas de vuelo y los límites de seguridad necesarios en cada operación.
- Vegetación y obstáculos: identificar y evaluar los obstáculos naturales o artificiales que puedan representar un riesgo para la operación, como árboles, edificios, líneas eléctricas, entre otros.
- Condiciones meteorológicas: vientos, nubosidad, precipitaciones, entre otros, para evaluar su impacto en la seguridad de las operaciones.

### **A LA SECRETARÍA DE AUTORIDAD AERONÁUTICA DE AEROCIVIL DE COLOMBIA**

#### **REC. 05 – 202216 -1**

Dar a conocer el presente informe de investigación a los Operadores de Aviación Agrícola, para que apliquen las recomendaciones según sea pertinente y se tenga en cuenta el informe para mejorar los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.



## DIRECCIÓN TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

[investigación.accide@aerocivil.gov.co](mailto:investigación.accide@aerocivil.gov.co)

Tel. +(57) 601 2963186

Bogotá D.C. – Colombia