



Evaluación de productividad de operaciones forestales

- Ing. Agr. Carlos Perdomo

Maestría en Ciencias Agrarias opción Ciencias del Suelo

**Evaluación de pulverizadora forestal con regulador de caudal
proporcional a la velocidad de avance**

Ing. Agr. Carlos Perdomo

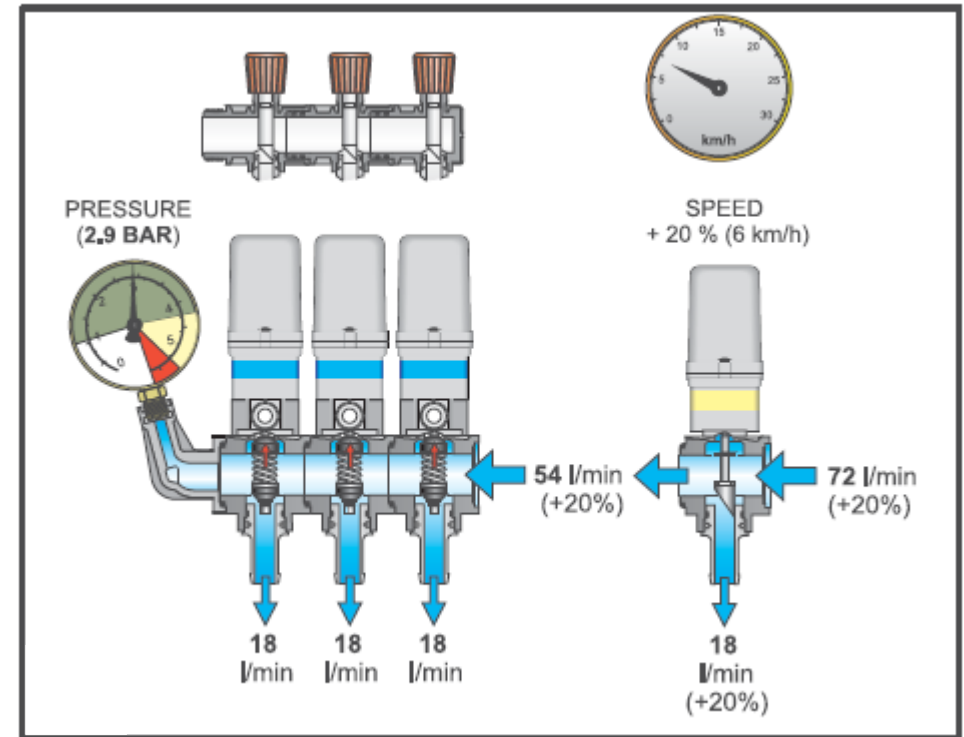
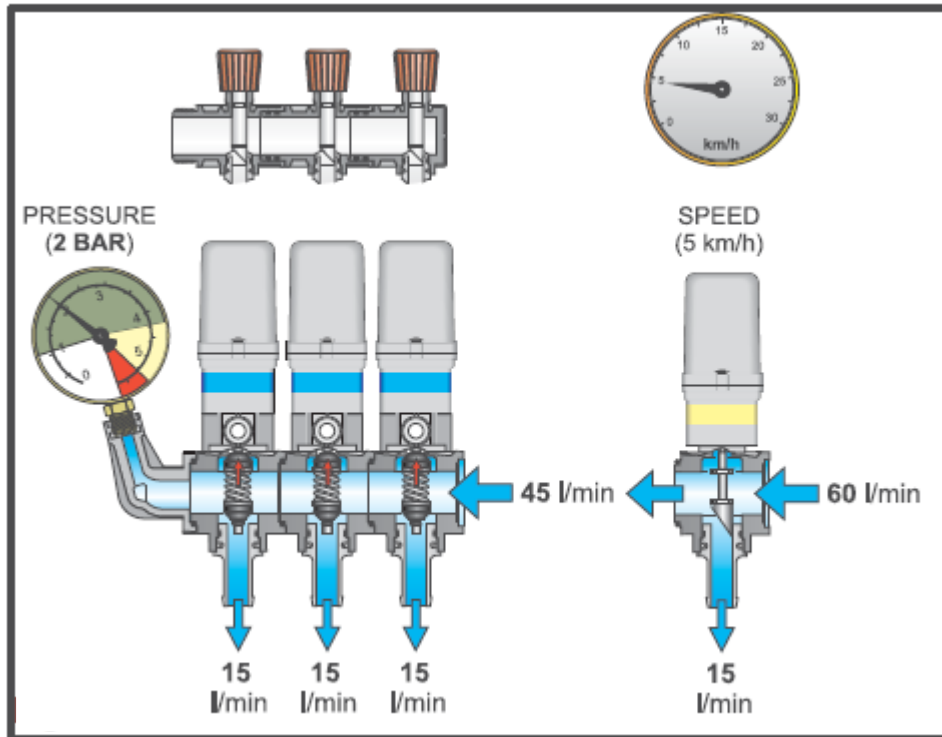
INTRODUCCIÓN

Diversas tecnologías de control de malezas usadas en agricultura de precisión pueden encontrar aplicación en el control de malezas en plantaciones forestales para racionalizar el uso de herbicidas, disminuir el impacto ambiental y los costos.

- Reguladores de caudal proporcionales a las RPM del motor o a la velocidad de avance **(Mantener la tasa de aplicación constante frente a variaciones de velocidad).**
- Sistemas de detección de malezas en tiempo real **(aplicación localizada).**

INTRODUCCIÓN

Reguladores de caudal proporcionales a las RPM del motor



INTRODUCCIÓN

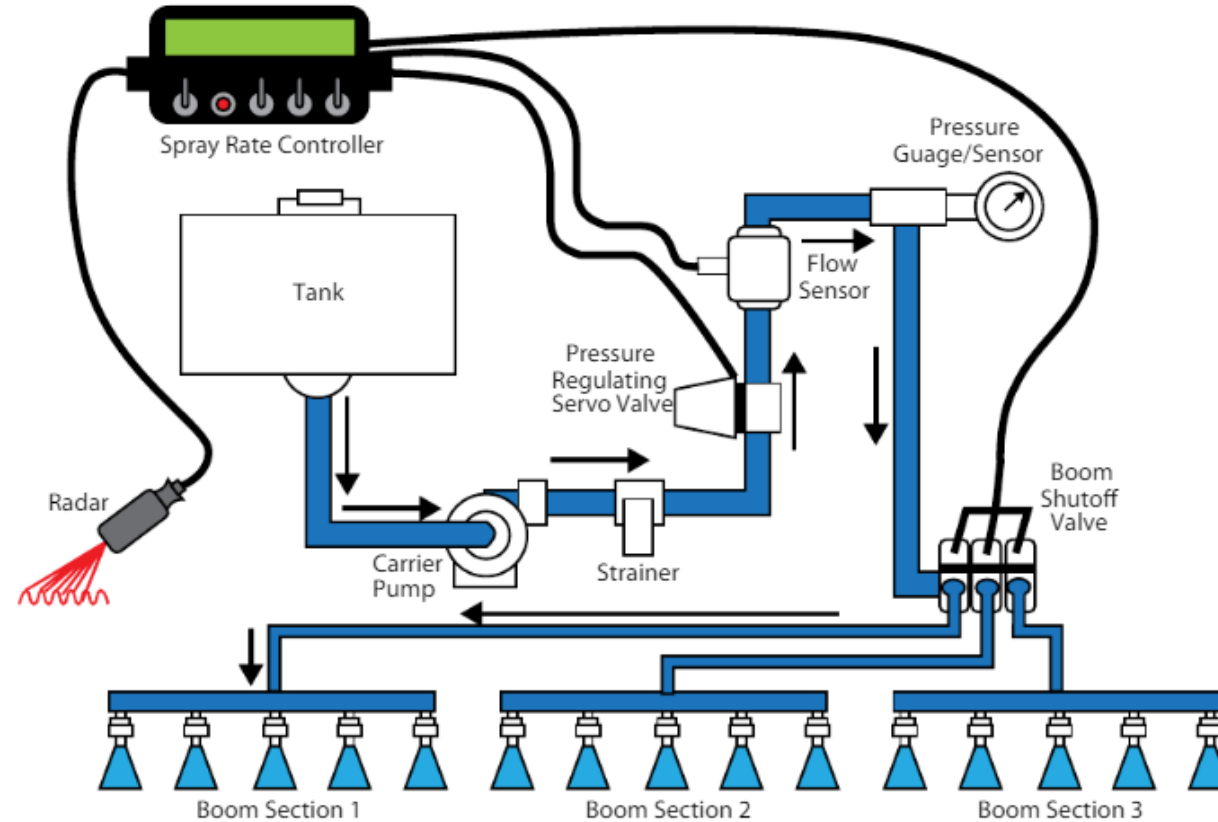
Variación de la tasa de aplicación en función del aumento de RPM de TDF.

Variación de RPM de la TDF(%)	Tipo de comando			
	Convencional Equipo N1 (%)	CPM Equipo N2 (%)	Convencional Equipo N3 (%)	CPM Equipo N4 (%)
+17.6	-	-	-	+1,71
+ 16 a 14	-12,1	+ 1,36	- 9,48	+0,91
+ 12 a 8	-6,25	+ 1,18	- 7,16	+0,27
+6 a 4	-7,34	+ 0,29	- 1,85	-
0 (RPM. Testigo)	0	0	0	0
-4 a -6	+ 6,8	- 0,59	+ 6,07	-
-8 a -12	+ 9,0	- 0,3	+ 10,1	+3,0
-14 a -16	+ 16,1	- 0,47	+ 19,1	+0,2
-17.6	-	-	-	+3,43

(Maroni *et al.*, 1998)

INTRODUCCIÓN

Reguladores de caudal proporcionales a la velocidad de avance.



(Grisso, 2011)

INTRODUCCIÓN

Los reguladores de pulverización pueden compensar leves cambios de velocidad, pero no pueden cubrir amplios rangos de variación (Jones, B.J., 2006).

INTRODUCCIÓN

Ejemplo.

Una pulverizadora equipada con boquillas TTI 110 015 VP trabajando a 4 bar con una velocidad de aplicación de 5 km.h⁻¹.

$$\frac{\text{Velocidad 1}}{\text{Velocidad 2}} = \frac{\sqrt{\text{Presión 1}}}{\sqrt{\text{Presión 2}}}$$

Variación de velocidad (%)	Velocidad (km/h)	Presión ajustada (bar)	Variación de presión (%)
-50	2,5	1,0	-75
-30	3,5	2,0	-51
-20	4,0	2,6	-36
-15	4,3	2,9	-28
0	5,0	4,0	0
15	5,8	5,3	32
20	6,0	5,8	44
30	6,5	6,8	69
50	7,5	9,0	125

ARAG Bravo 400SLT



- Receptor GPS/GLONASS integrado.
- Capacidad: puede comandar hasta 7 cortes de sección automáticos.
- Control de dosis variable de herbicidas y fertilizantes.
- Guiado para conducción en pasadas paralelas y curvas.
- **Información: mapeado de la aplicación en tiempo real. (archivos KML, Shape y .txt)**
- **Conectividad USB, SD.**
- Conexión con pilotos automáticos.

Comando de pulverización



Visualización durante la operación



Datos de
operación

bravo400s

ARAG

Datos de trabajo

Area aplicada:	0.22 ha
Cantidad distribuida:	22 l
Dosis promedio:	101 l/ha
Boquillas:	ISO 015
Área calculada:	0.00 ha
Duración de trabajo:	00:19
Duración de tratamiento:	00:14
Productividad promedio:	0.7 ha/h

Área total aplicada durante el trabajo en curso.

MENU

F7

F2

AUTO

F4

ESC

F6

F8

FUNC.

1

2

3

4

5

6

7

Extracción de datos en formato .txt

```

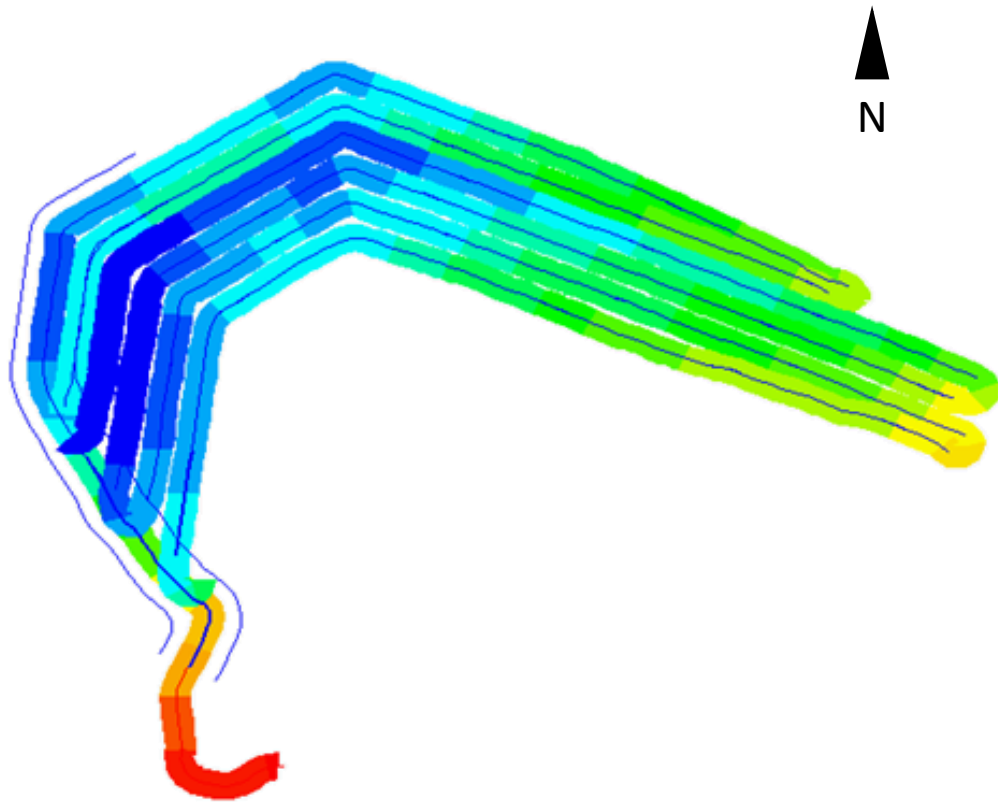
parcela1aut: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:25;-32,49523047;-57,14553334;0;2,3;2,0;0,0;100;0;0,0;0,0;0;324;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:26;-32,49523080;-57,14552744;0;1,8;2,0;0,0;100;528;4,3;11,7;0;324;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:27;-32,49523203;-57,14551705;0;4,6;2,0;0,0;100;149;2,2;2,3;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:28;-32,49523391;-57,14550481;0;4,2;2,0;0,0;100;118;1,7;1,4;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:29;-32,49523498;-57,14549217;0;4,2;2,0;0,0;100;147;2,0;2,1;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:30;-32,49523617;-57,14547911;0;4,2;2,0;0,0;100;117;1,6;1,4;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:31;-32,49523838;-57,14546747;0;4,0;2,0;0,0;100;114;1,5;1,5;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:32;-32,49524023;-57,14545483;0;4,1;2,0;0,0;100;108;1,5;1,1;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:33;-32,49524267;-57,14544233;0;4,5;2,0;0,0;100;119;1,8;1,7;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:34;-32,49524457;-57,14542944;0;5,0;2,0;0,0;100;111;1,9;1,9;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:35;-32,49524691;-57,14541693;0;3,9;2,0;0,0;100;116;1,5;1,1;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:36;-32,49524958;-57,14540439;0;4,5;2,0;0,0;100;119;1,7;1,6;0;323;1;2,0;ISO015;
Bravo400S LT;3,4,1;S;1;12/04/2019;08:02:37;-32,49525197;-57,14539204;0;4,4;2,0;0,0;100;100;1,8;1,7;0;323;1;2,0;ISO015;
  
```

Device	Sw Version	Sw Type	GPSQ	Date	Time	Lat	Lon	M Unit	Speed	Boom Width	Covered Area	Target Rate	Appl Rate	Flow	Press	Spr Qnty	Tank Level	Sections	Sect1 Width	Sect2 Width	Sect3 Width	Sect4 Width	Sect5 Width	ActNozzle	Selected Job
B400s	1.7.7	S: diserbo	1	05/12/2005	13:42:14	44,64226197	10,78941207	0	3,1	65,6	910,411	0	0,15	2,7	2	660	4182	11111	0,0	5,0	5,0	5,0	5,0	ISO01	J3
Delta80		O: atomizador M: multihilera			Coordinated Universal Time	Sin receptor GPS: campos vacíos		0: EU 1: US 2: TURF		con secciones abiertas														pulverización: nombre boquilla activa atomizador: nombre barra pulverizadora multihilera: nombre barra	



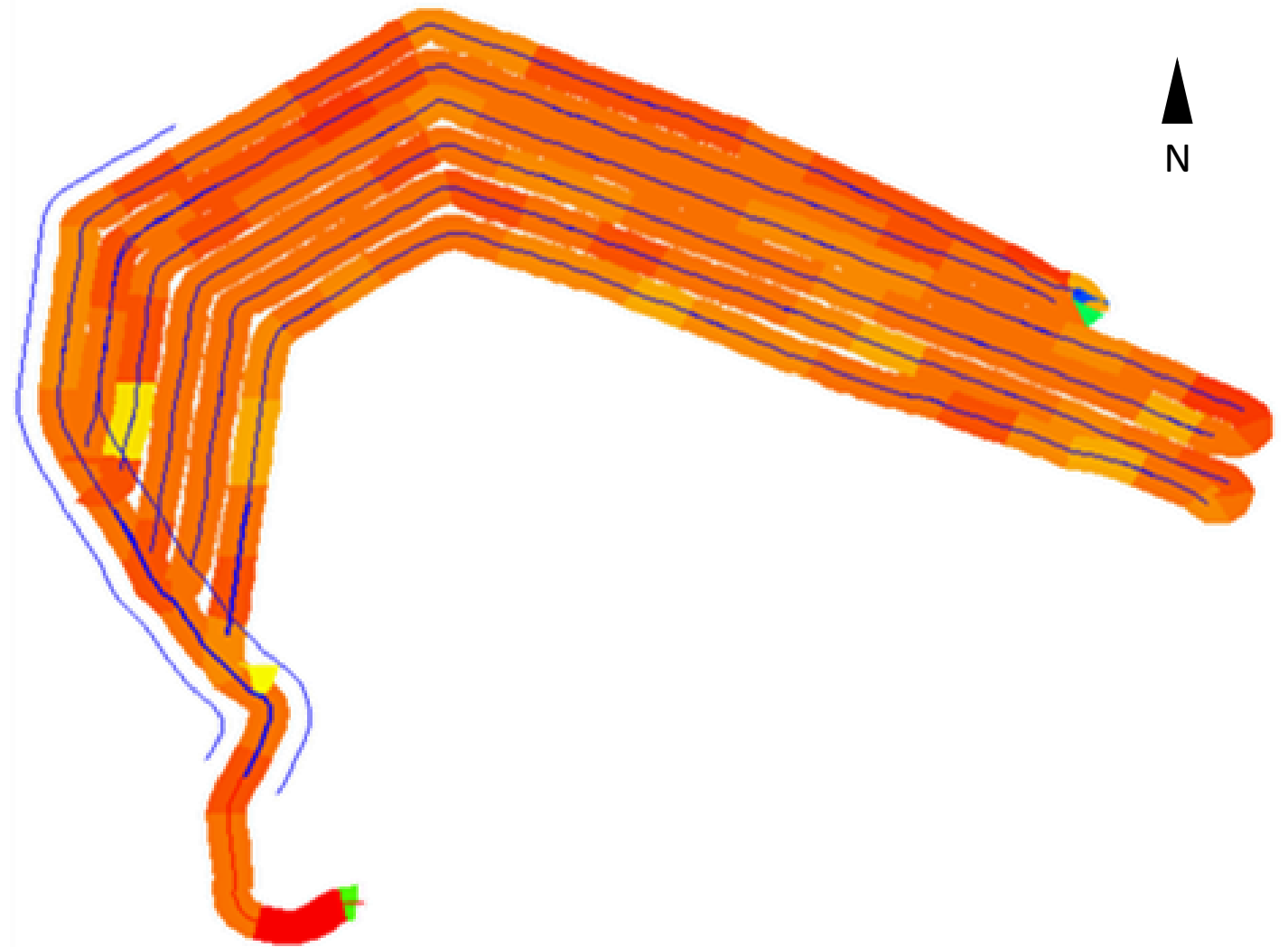
¿Qué se puede hacer con estos datos?

Mapas



50 m
200 ft

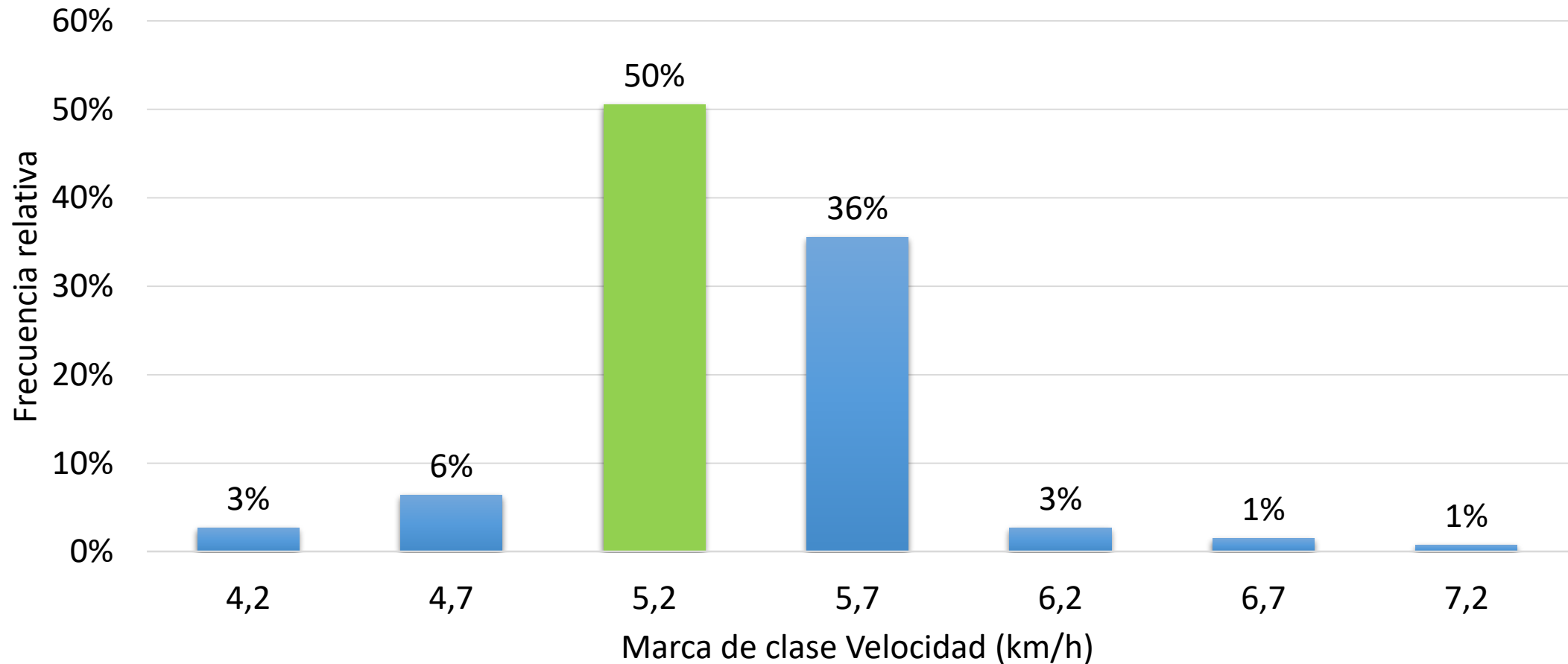
120.4 m 140.2 m



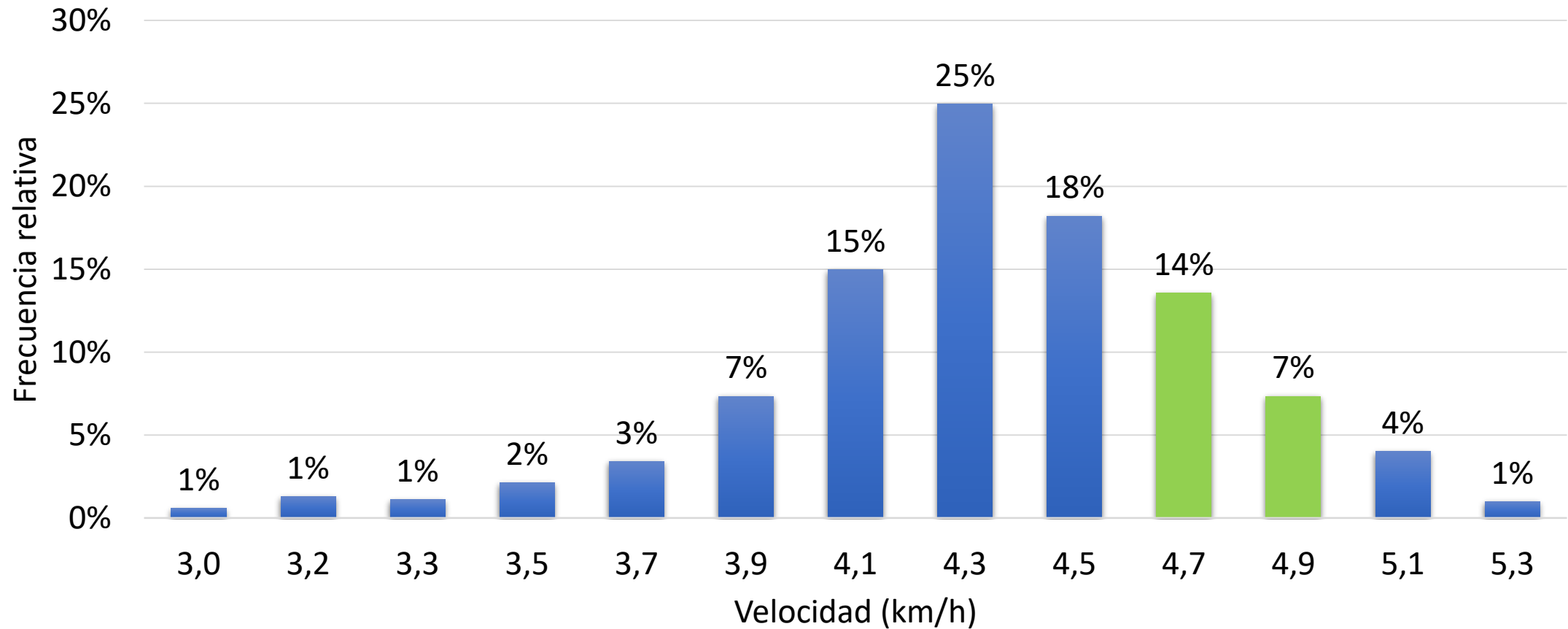
50 m
200 ft

0.0 kph 6.2 kph

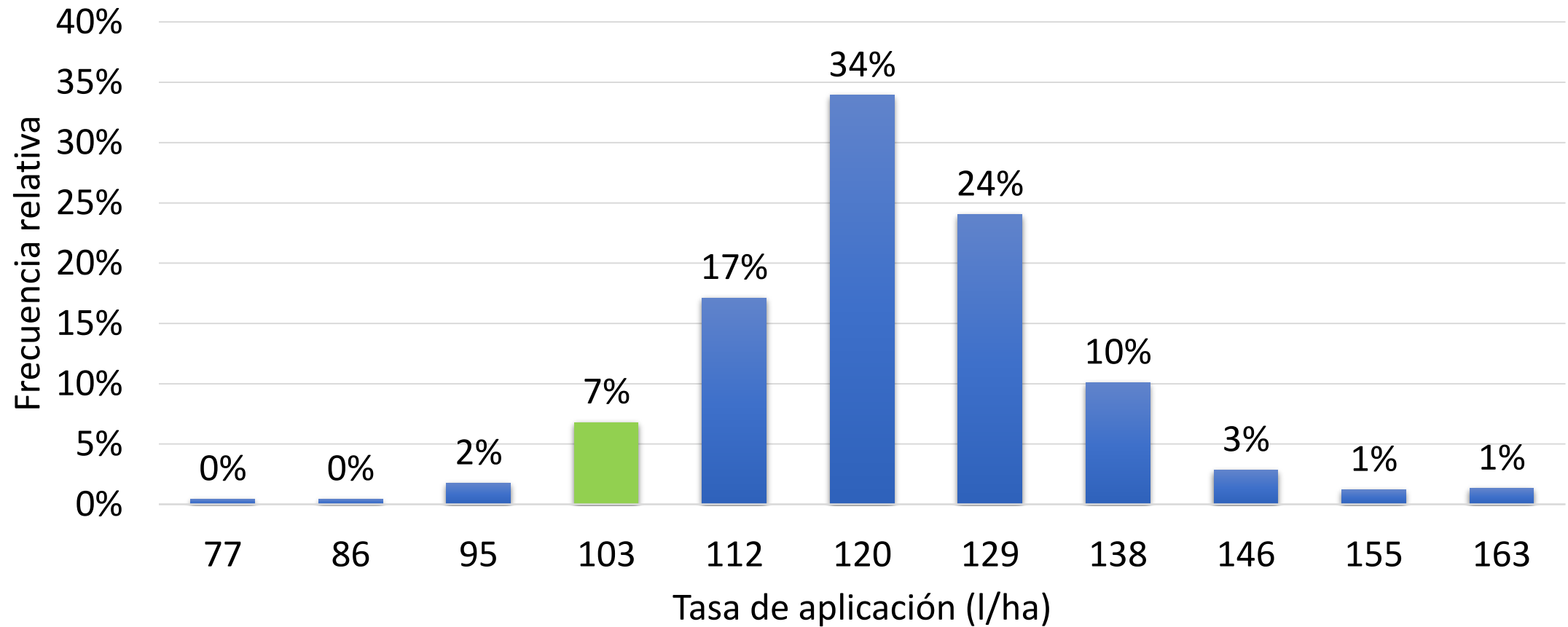
Velocidad de aplicación pre-plantación en campo nuevo



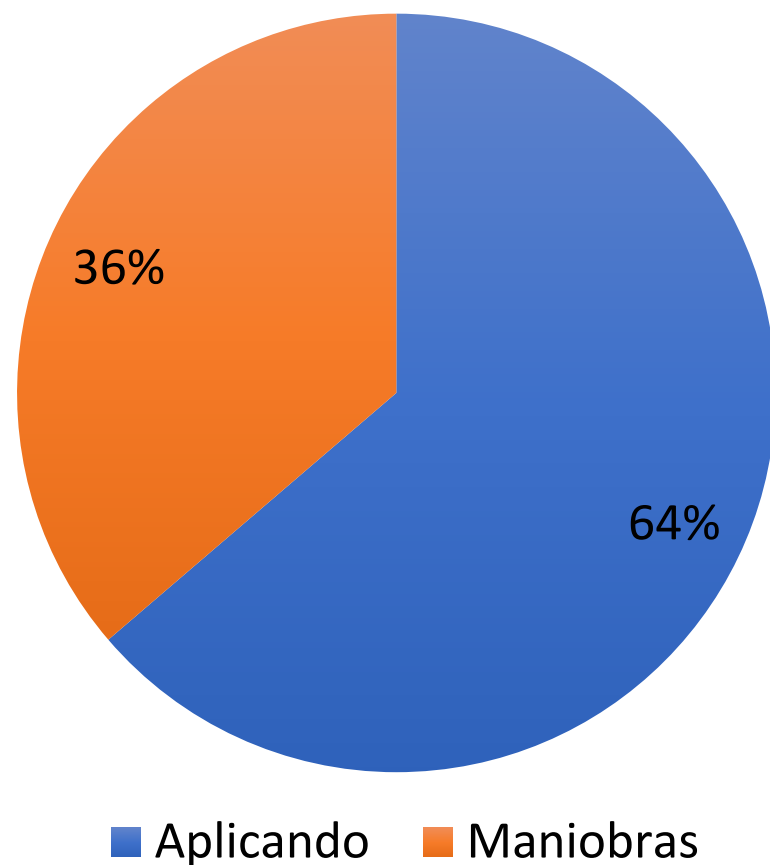
Velocidad de aplicación en fila post-plantación en campo reforestado.



Tasa de aplicación control automático.



Distribución del tiempo durante la operación



Área Aplicada: 0,42 ha

Tiempo Total: 0,41 h

Tiempo Aplicando: 0,26 h

Tiempo auxiliar: 0,15 h

EO: 64%

Productividad: 1,02 ha.h⁻¹

Gracias