

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Hipótesis.....	4
1.2	Objetivo General.....	4
1.3	Objetivos específicos.....	4
2.1.1	Superficie y variedades en Chile.....	5
2.1.2	Requerimientos edafoclimáticos.....	6
2.2.1	Coefficiente de cultivo Kc y Kr.....	7
2.3	Relación Kr/Fracción de cobertura.....	8
2.4	Agricultura de precisión.....	9
2.4.1	UAV.....	9
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1	Ubicación del ensayo.....	12
3.2	Diseño experimental.....	13
3.3	Mediciones meteorológicas del sitio.....	13
3.4	Monitoreo del cultivo.....	13
3.5	Medición de fracción de Cobertura.....	14
3.6	Medición de fracción de cobertura con UAV.....	14
3.7	Cálculo de Kr.....	17
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.2	Fracción de cobertura manual.....	19
4.3	Porcentaje de sombra a través de imágenes RGB.....	20
4.4	Comparación entre la fracción de cobertura observada (manual) v/s estimada (UAV).....	22
4.5	Validación de la Fracción de cobertura.....	22
4.6	Estimación del Kr.....	24
4.7	Corrección del coeficiente de cultivo (Kc).....	27
V.	CONCLUSIONES.....	28
VI.	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro n ° 1: Resumen del porcentaje sombreado obtenidos en la primera (2019-2020) y segunda temporada (2020-2021) utilizando el cálculo, manual y el UAV dji mavic air, además del tiempo que se empleó para procesar las imágenes	21
Cuadro n° 2: Kr observado, estimado y las diferencias entre ellos para dos temporadas de estudio en una planta de avellano europeo var. tonda di giffoni.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dron multirrotor (cuadricoptero) y dron de ala fija. (pino, 2019).	10
Figura 2. Imágenes según tipo de cámara y espectros (rgb y nir) (torres-rua, 2017).....	11
Figura 3. Imagen satelital del predio en Frutícola Agrichile, Camarico, Rio claro, Maule, Chile. Obtenida por Google Earth. La zona enmarcada corresponde al lugar donde se realizaron los vuelos del UAV	12
Figura 4. Fotografía del predio de avellanos europeos capturada al medio día solar por el UAV Dji mavic air	13
Figura 5. Fotografía capturada por cámara profesional sony ilce-600 del día 12-02-2021, utilizada para el conteo de porcentaje de soleado y de sombre. área de cuadrícula 15 m ² , correspondiente al marco de plantación 5x3 metros	14
Figura 6. Captura de pantalla de la calculadora ráster. ejemplo de pixeles correspondientes a valores mayores a 0.1... ..	16
Figura 7. Capturas de pantalla de calculadora ráster para EXG > 0.1.....	16
Figura 8. (a) Fotografía aérea del UAV, (b) filtro con valores > 0.1 para segmentar planta de suelo con índice exg, (c) filtro que anula la segmentación de suelo mas el polígono que representa el marco de plantación (5x3 m).	17
Figura 9. Registro climatológico temporada 2019-2020 y 2020-2021, (a) temperaturas del aire (°c), (b) humedad relativa (%), (c) precipitaciones (mm/día) y evapotranspiración de referencia	

(eto en mm/día) el sitio de estudio del avellano europeo. a través de una estación ema ubicado a 7 km de la planta en estudio dentro del fundo la cachimba en Rio claro..... 19

Figura 10. (a) Porcentaje de sombra temporada 2019-2020 y (b) temporada 2020-2021 del avellano europeo cv. tonda di giffoni, contabilizados en una cuadrícula área manual 19

Figura 11. Fotografía donde se comparada el vigor del 17 de diciembre del 2019(a) y el exceso de vigor del 21 de diciembre del 2020 (b), del avellano europeo, capturadas por el uav dji mavic air..... 20

Figura 12. Comparación de la intensidad lumínica entre fotografía aérea capturada el día 03 de enero del 2020 (a) y el 04 de enero del 2021 (b), capturada por el uav al medio día solar. 20

Figura 13. Correlación lineal del porcentaje de sombreado observado (conteo manual) y el sombreado estimado (imágenes del UAV) en toda la temporada de estudio de una planta de avellano europeo conducido en multieje (huerto la cachimba, rio claro, maule). 23

Figura 14. Porcentaje de sombreado observado (conteo manual) y sombreado estimado (imágenes del dron) de dos temporadas por separado. (a) temporada 2019-2020 y (b) temporada 2020-2021 en una planta de avellano europeo formado en multieje (huerto la cachimba, Rio claro, Maule) 23

Figura 15. Coeficiente de corrección de riego (K_r) observado, calculado la fracción de cobertura a través del conteo manual y K_r estimado por la fracción de cobertura calculada por el uav para 2 temporadas de estudio de una planta de avellano europeo var. tonda di giffoni (huerto la cachimba, Cumpeo, Rio claro, región del maule)..... 25

Figura 16. Curva generalizada del coeficiente del cultivo, correspondiente al procedimiento del coeficiente único del cultivo. (fuente: fao 56, 1998) 25

Figura 17. Comparación entre coeficiente de cultivo adaptado por fao-56, k_c obtenido por torre eddy covariance ubicado en zona de estudio en el fundo de avellanos europeo var. tonda di giffoni y K_c estimado y corregido por K_r obtenido por imágenes rgb del UAV Dji mavic air. 27