

# Estimación del contenido de aceite en las olivas basada en técnicas de procesamiento digital de imágenes y reconocimiento de patrones.

**Jorge Ernesto Aliaga Bustamante**

Tesis para optar al título profesional de

**Ingeniero Civil Informático**

Profesor Guía: Dr. Marco Mora Cofre.

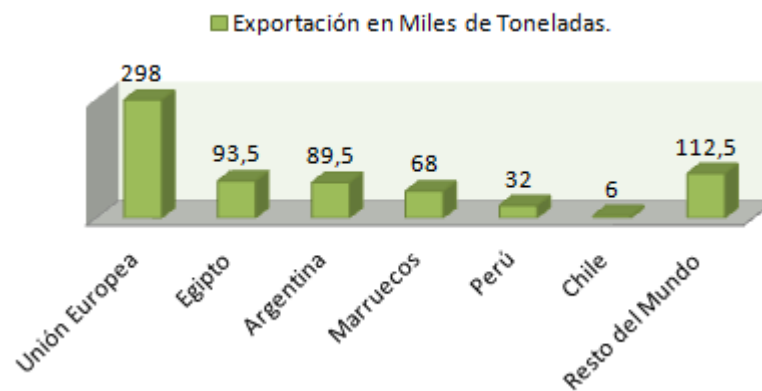
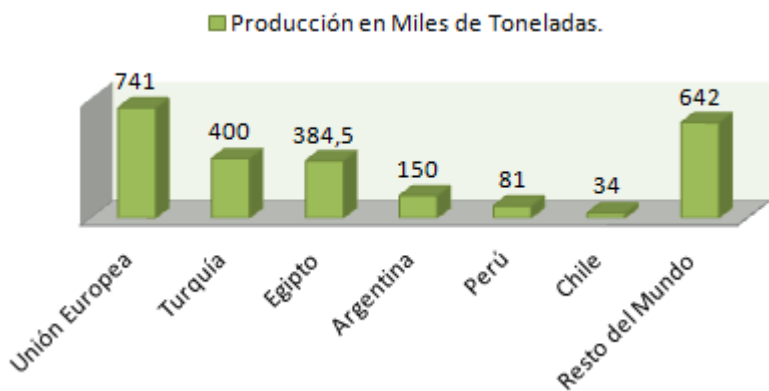


## ● Superficie plantada de olivos en Chile

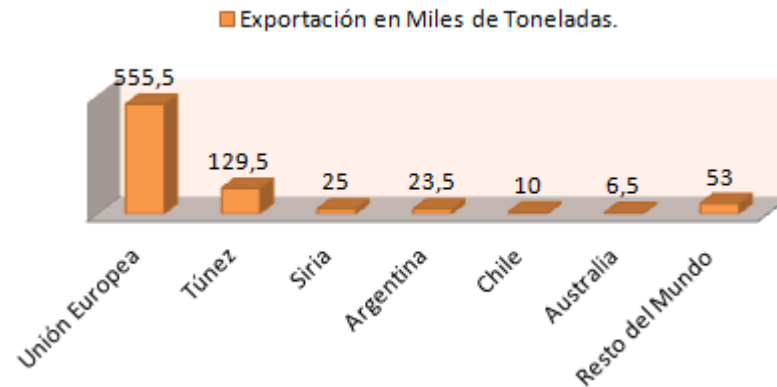
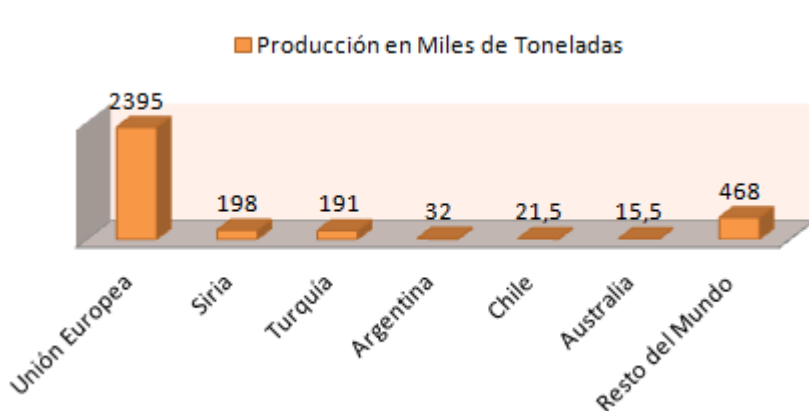
Región	Superficie en Hectáreas.
Tarapacá	6,55
Antofagasta	11,21
Bío Bío	743,7
Metropolitana	1179,4
Valparaíso	1462,75
Arica y Parinacota	1.512,48
Coquimbo	2004,95
O'Higgins	2257,3
Atacama	2925,75
Maule	3346,2

# Motivación

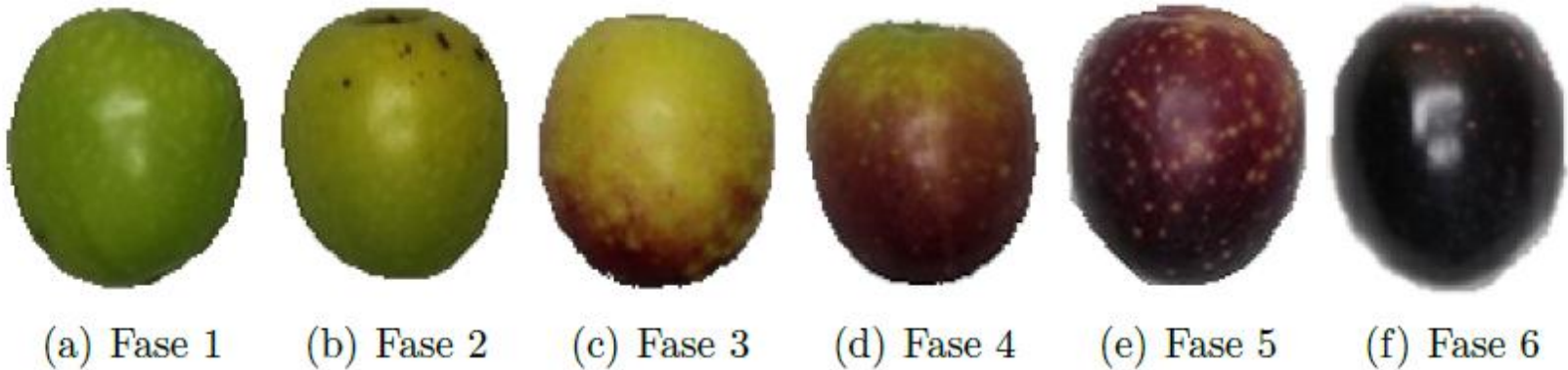
## Principales países productores y exportadores de olivas de mesa.



## Principales países productores y exportadores de aceite de oliva.



# Planteamiento del problema.



## Problemas estimación de fase

- ⊗ Método subjetivo
- ⊗ Baja precisión
- ⊗ Poca representatividad
- ⊗ Elevado costo

## Problema estimación de aceite

- ⊗ Contenido variable durante la maduración.
- ⊗ Las olivas individualmente no explican el contenido de aceite.



# Propuesta de solución.



**LITRP**  
Laboratorio de Investigaciones  
Tecnológicas en Reconocimiento de Patrones  
Universidad Católica del Maule

Para la solución de los problemas anteriores se implemento lo siguiente:

- Método automático basado en un descriptor del color y redes neuronales para la estimación de la fase de madurez.
- Método automático basado en un descriptor de color y análisis estadístico para la estimación del contenido de aceite.

# Objetivos

## Objetivo General

● Desarrollar un método que permita determinar el color del fruto y su contenido de aceite, basándose en técnicas de procesamiento digital de imágenes y reconocimiento de patrones.

## Objetivos Específicos

- Adquisición de una base de datos con imágenes y contenido de aceite de olivas .
- Implementación de un método de segmentación robusta en imágenes digitales para evitar pixeles defectuosos.
- Propuesta y validación de un descriptor para la clasificación por fase de madurez.
- Creación de un método para la estimación de la madurez.
- Construcción de un método para la estimación del contenido de aceite.

# Metodología

- Segmentación
- Construcción escala de colores
- Computo descriptor
- Entrenamiento con Redes.
- Estimación de la Fase
- Estimación del Aceite.
- Conclusiones y Trabajos futuros.

# Adquisición de imágenes



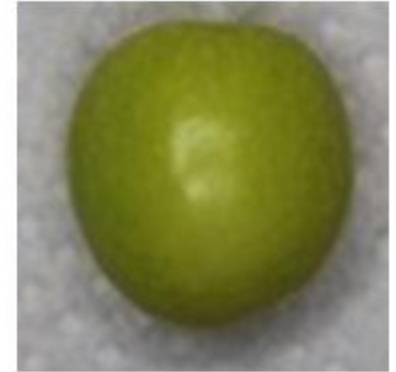
(a) Cámara



(b) Soporte



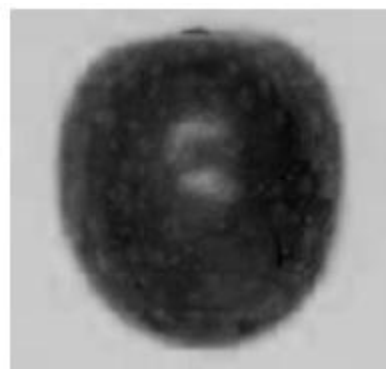
(c) Lámpara



(d) Imagen



## Modelo Invariante de Color

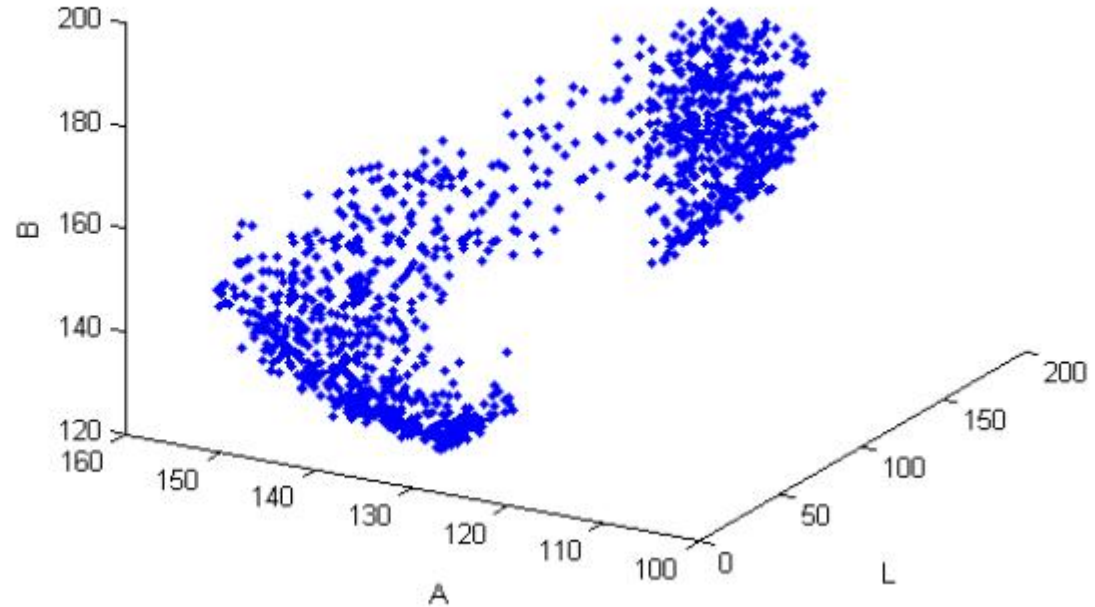


## Segmentación por el Método Otsu

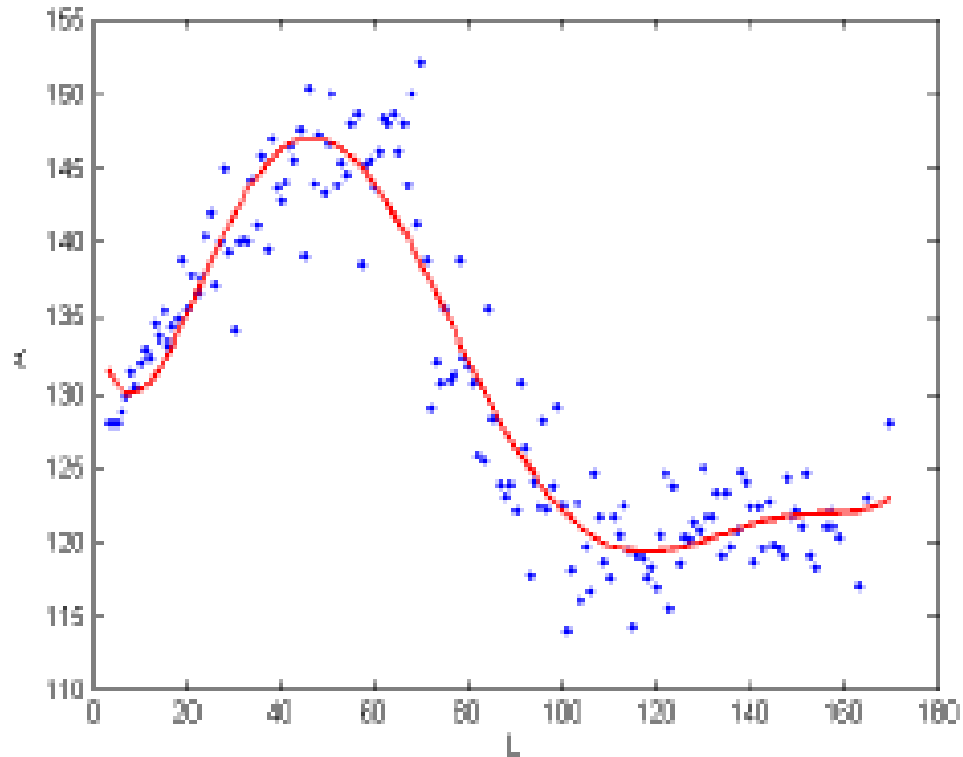


# Escala de colores

## ● Captura de Píxeles



## ● Construcción de polinomio LA



$$a = -0,0025L^3 + 0,1039L^4 - 1,2357L^5 + 134,4069L^6$$

# Escala de colores

- Construcción de polinomio LAB

$$b_i = 167,4798 + 0,3753L_i - 0,3258a_i$$

- Escala de colores de la oliva Arbequina

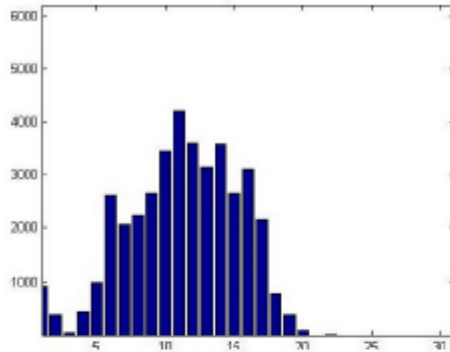


# Computo del Descriptor

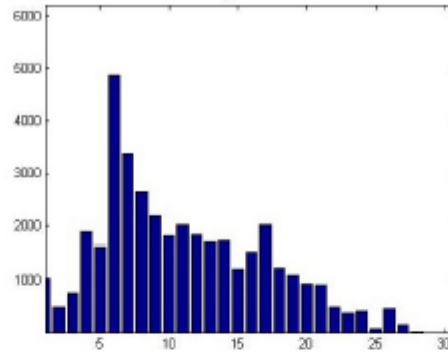
🌐 Distribución de la escala de colores.



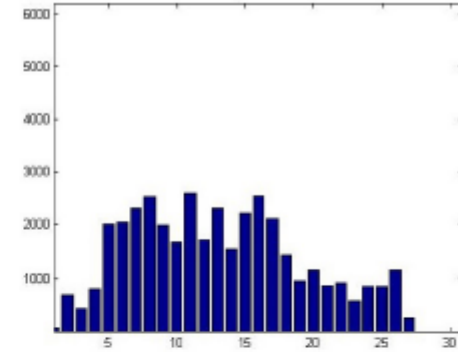
# Computo del Descriptor



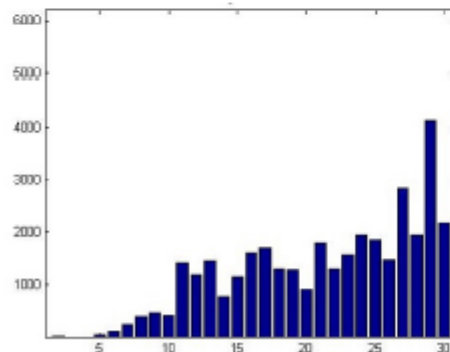
(a) Fase 1



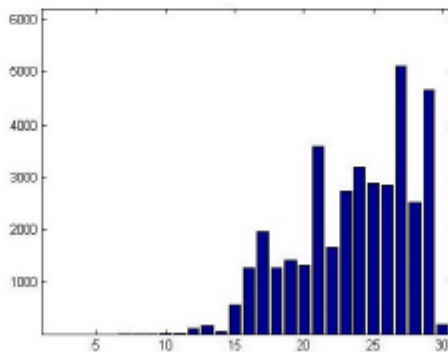
(b) Fase 2



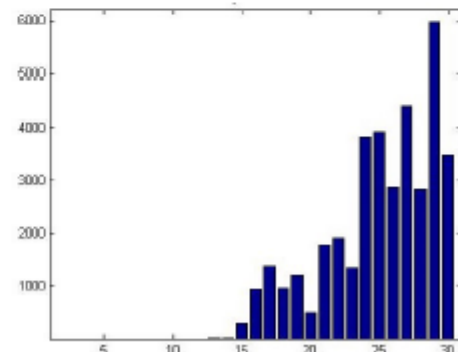
(c) Fase 3



(d) Fase 4



(e) Fase 5



(f) Fase 6



# Entrenamiento de redes

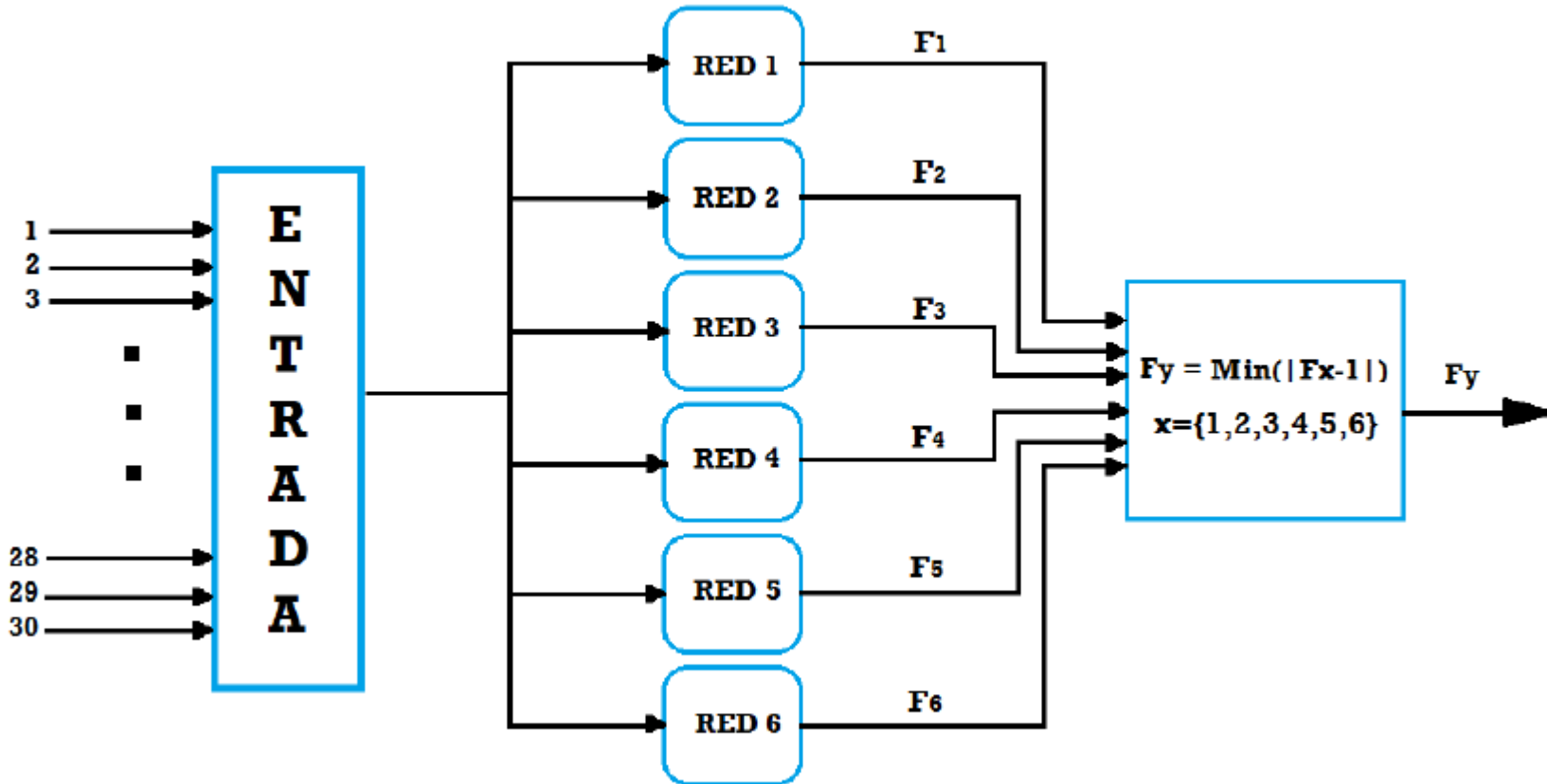


**LITRP**  
Laboratorio de Investigaciones  
Tecnológicas en Reconocimiento de Patrones  
Universidad Católica del Maule

● Cada Red fue entrenada con algoritmo de Levenberg-Marquardt

Red	# Neuronas capa oculta	% Hit Training Set	% Hit Test Set
Red Fase 1	3	96,21	90,00
Red Fase 2	3	96,97	90,00
Red Fase 3	2	96,21	95,71
Red Fase 4	2	95,46	92,86
Red Fase 5	1	96,97	94,29
Red Fase 6	1	97,73	98,57

# Estimación de la Fase









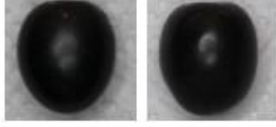
# Estimación de la Fase

## ● Resultados globales de la clasificación.

Red	Total	Nº Hit	Nº Errores	% Hit	% Error
Red Fase 1	48	46	2	96 %	4 %
Red Fase 2	25	18	2	92 %	8 %
Red Fase 3	38	36	2	95 %	5 %
Red Fase 4	34	32	2	94 %	6 %
Red Fase 5	29	27	2	93 %	7 %
Red Fase 6	28	27	1	96 %	4 %
Total	202	191	11	95 %	5 %

# Estimación del Aceite

● Descriptor porcentaje de color.

Imágenes	Verde (%)	Amarillo (%)	Rojo (%)	Morado (%)	Negro (%)	Fase	Aceite (gr.)
	90,24	08,04	01,71	00,01	00,00	Verde	0,262
	28,28	40,96	17,72	12,99	00,05	Amarillo	0,060
	13,47	10,24	48,69	26,55	01,05	Rojo	0,052
	00,12	00,44	27,31	53,94	18,19	Morado	0,218
	00,03	00,00	5,85	16,59	77,53	Negro	0,229

# Estimación del Aceite

## ● Análisis de varianza

	Suma de Cuadrados	GL	Media Cuadrática	F	Sig.
Entre Grupos	0,124	4	0,031	4,253	0,003
Dentro de Grupos	1,434	197	0,007		
Total	1,558	201			

## ● Prueba de Tukey

Fase	Nº Muestras	Media	Desv. estándar	Coef. de variación (%)
Verde	70	0,1466 <sub>a</sub>	0,07684	52,4147
Amarillo	37	0,1736 <sub>ab</sub>	0,08750	50,4551
Rojo	41	0,1725 <sub>ab</sub>	0,07749	44,9217
Morado	29	0,1816 <sub>ab</sub>	0,09974	54,9229
Negro	25	0,2271 <sub>b</sub>	0,09823	43,2541

# Conclusiones

- Se ha propuesto un método original que permite automatizar la estimación de la madurez de las olivas.
- Los resultados de clasificación muestran un elevado porcentaje de aciertos, lo que indica que el descriptor propuesto permite identificar las fases de madurez.
- La estimación del contenido de aceite se realiza en promedio y siempre dependiendo del tipo de muestreo utilizado.
- La estimación del contenido de aceite es posible implementarla en un sistema que de forma automática calcule en promedio el contenido de aceite.
- Los métodos pueden estimar el momento óptimo de la cosecha.



# Trabajos Futuros



**LITRP**  
Laboratorio de Investigaciones  
Tecnológicas en Reconocimiento de Patrones  
Universidad Católica del Maule

- Mejorar el clasificador de madurez.
- Reducir la variabilidad en la estimación del aceite
- Añadir otras variables a las estimaciones .
- Construcción de prototipos industriales.

# Gracias por su Atención

## ¿Consultas?

