

Análisis de biospeckle en arándanos

Laura Velasquez, Juan Montoya

FCEN@UdeA

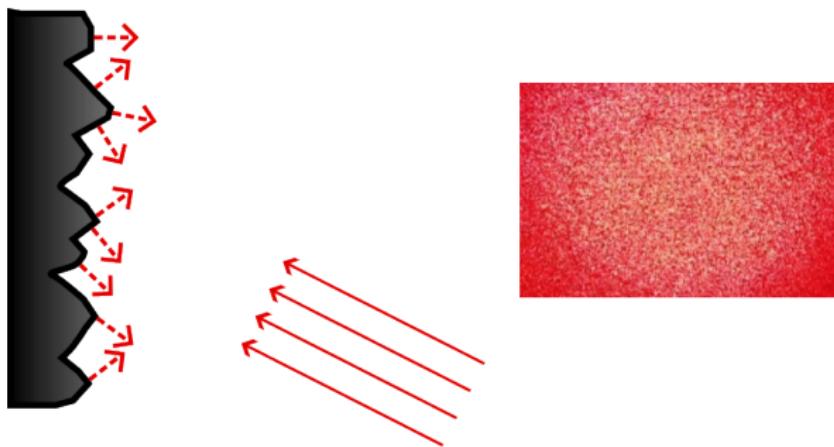
24 de marzo de 2025

Introducción

- El biospeckle es un fenómeno óptico que ocurre cuando la luz láser incide sobre superficies biológicas activas, como frutas.
- Este proyecto analiza el biospeckle en arándanos para evaluar su calidad, distinguiendo entre arándanos óptimos y no óptimos para el consumo.

Fundamentos Teóricos

- El speckle es un patrón de interferencia generado por luz coherente reflejada en superficies rugosas.
- En tejidos biológicos, el speckle varía con el tiempo (biospeckle) debido al movimiento de las células.



Montaje Experimental

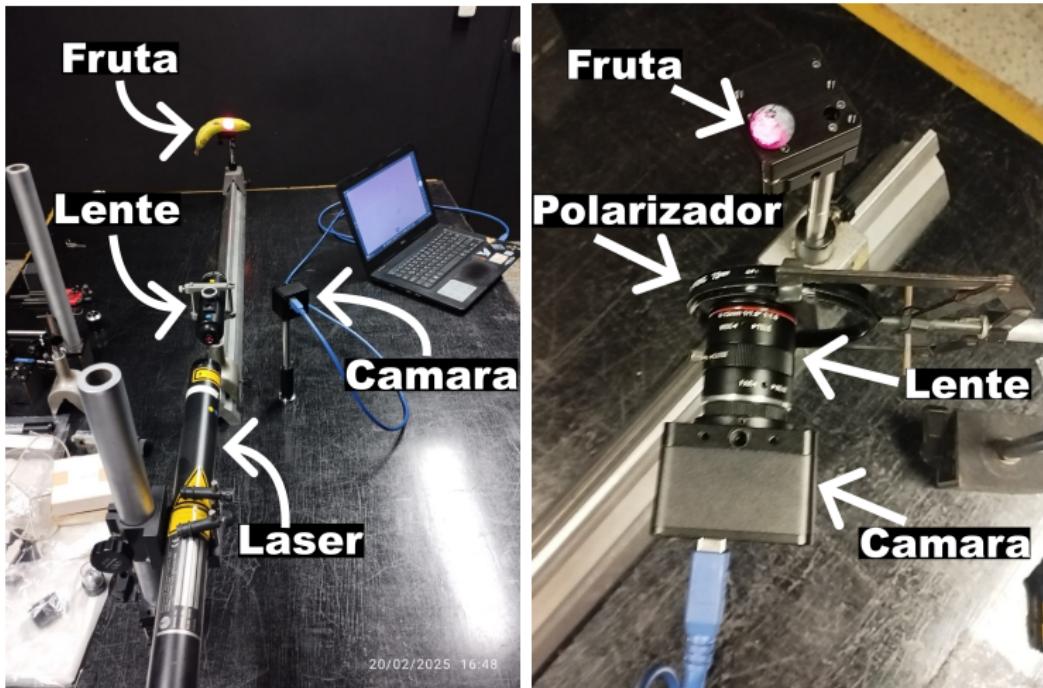


Figura: Montaje experimental para el análisis de biospeckle en arándanos.

Metodología

Recolección de datos: Imágenes de biospeckle de 18 arándanos (14 óptimos, 4 no óptimos).



Figura: Capturas de pantalla de los videos tomados de los arandanos

Metodología

Procesamiento: THSP, matriz de co-ocurrencia y momento de inercia.

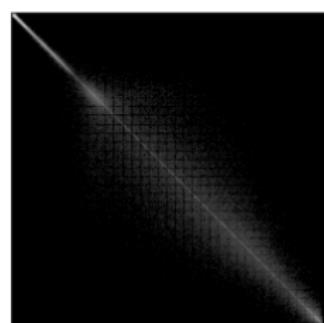
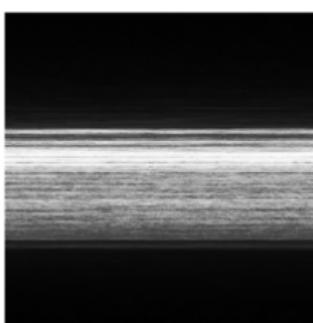
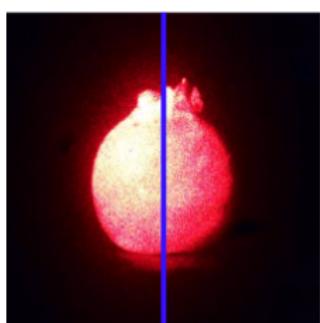
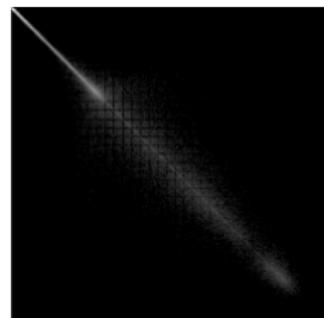
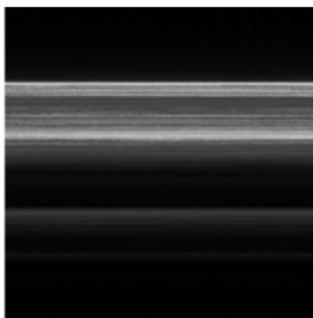
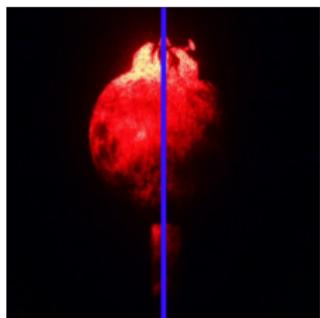
$$M_{co} = [N_{i,j}]$$

$$MI = \sum_{i,j} (i - j)^2 \cdot M_{co}(i,j)$$

$$DG(x, y) = \sum_k \sum_j |I_k(x, y) - I_{k+l}(x, y)|$$

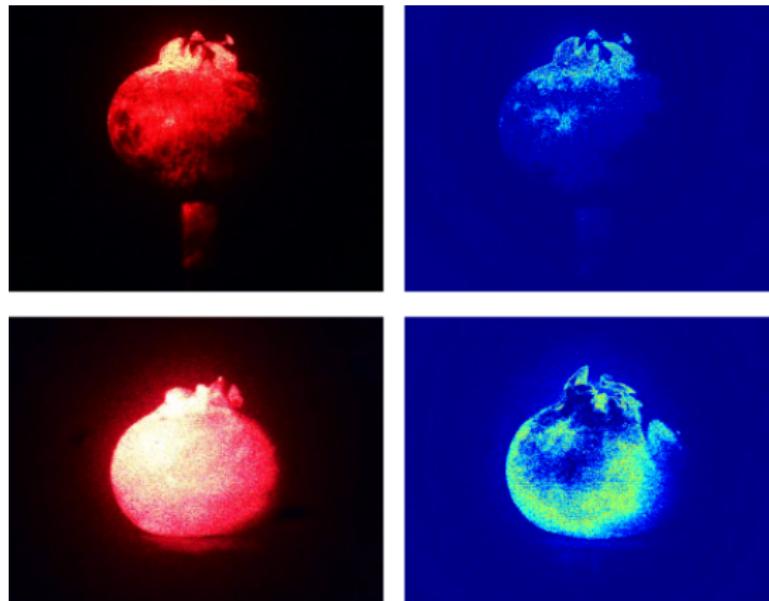
Metodología

Procesamiento: THSP, matriz de co-ocurrencia y momento de inercia.



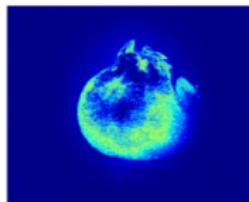
Metodología

Procesamiento: Diferencias generalizadas.



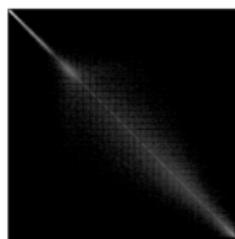
Metodología

Procesamiento: Cuantificación.



Media (GdMean)

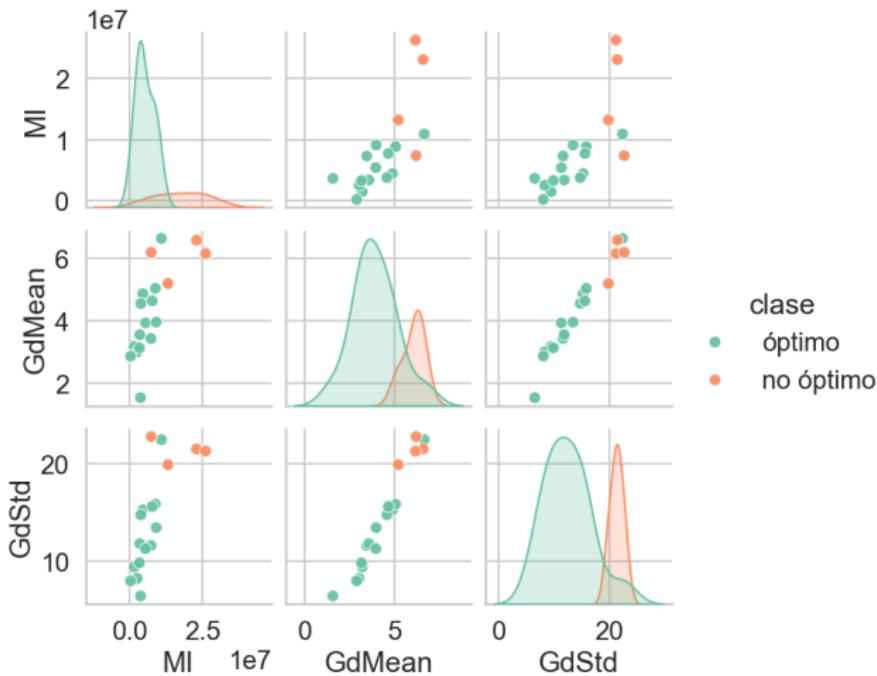
Desviación (GdStd)



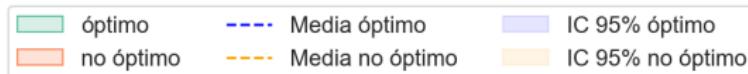
MI

Metodología

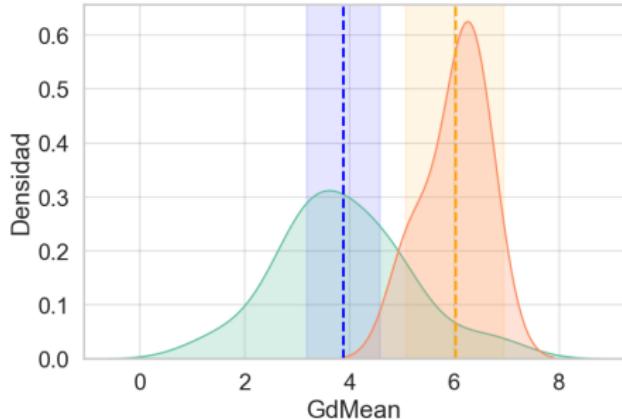
Análisis estadístico:



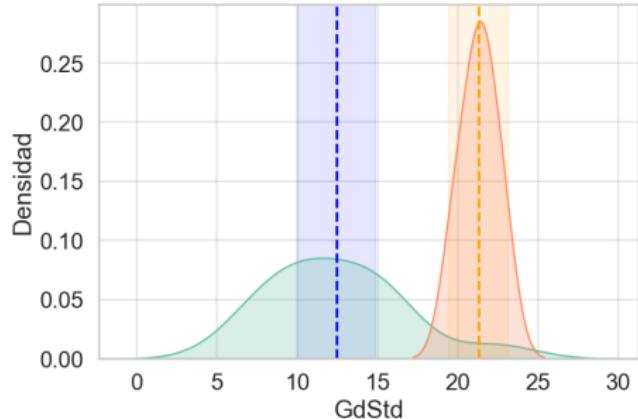
Resultados - Análisis Estadístico



Distribución de GdMean con IC 95%

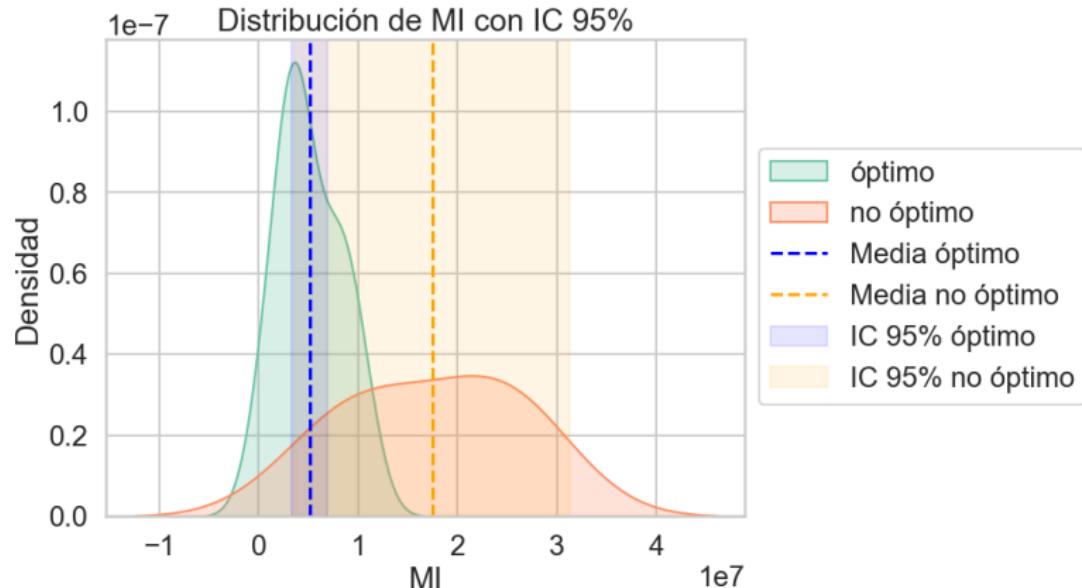


Distribución de GdStd con IC 95%



Variable	p-valor (t-test)	Distingüibles?	IC 95 % óptimo
GdMean	0.0042	Sí	[3.2, 4.6]
GdStd	0.00078	Sí	[10, 15]

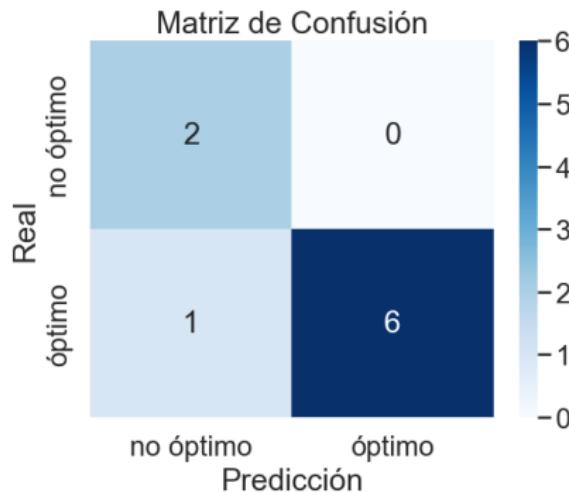
Resultados - Análisis Estadístico



Variable	p-valor (t-test)	Distinguibles?	IC 95 % óptimo
MI	0.064	No	[3.3e+06, 7e+06]

Resultados - Modelo de Clasificación

- Modelo de regresión logística con GdMean y GdStd.
- **Precisión:** 89 % (validación cruzada).
- **Matriz de confusión:**



Conclusiones

- El biospeckle es efectivo para evaluar la calidad de arándanos.
- GdMean y GdStd son indicadores clave para clasificar arándanos.
- El modelo de regresión logística logra un 89 % de precisión.
- Para mejorar: Ampliar la muestra para robustecer los resultados.

Gracias por su atención

Prueba U de Mann-Whitney para MI:

Estadístico U = 4, p-valor = 0.0078

Resultado: Hay una diferencia significativa ($p < 0.05$).

Prueba U de Mann-Whitney para GdMean:

Estadístico U = 4, p-valor = 0.0078

Resultado: Hay una diferencia significativa ($p < 0.05$).

Prueba U de Mann-Whitney para GdStd:

Estadístico U = 3, p-valor = 0.0046

Resultado: Hay una diferencia significativa ($p < 0.05$).

Prueba U de Mann-Whitney para FujiiMean:

Estadístico U = 35, p-valor = 0.51

Resultado: No hay evidencia de diferencia significativa ($p \geq 0.05$).

Prueba U de Mann-Whitney para FujiiStd:

Estadístico U = 44, p-valor = 0.1

Resultado: No hay evidencia de diferencia significativa ($p \geq 0.05$).

--- Análisis para MI ---

Normalidad óptimo: $p=0.64$, no óptimo: $p=0.62$

Homogeneidad de varianzas: $p=0.0019$

Resultado: Ambos grupos son normales ($p \geq 0.05$).

Resultado: Las varianzas no son homogéneas ($p < 0.05$).

--- Análisis para GdMean ---

Normalidad óptimo: $p=0.78$, no óptimo: $p=0.35$

Homogeneidad de varianzas: $p=0.19$

Resultado: Ambos grupos son normales ($p \geq 0.05$).

Resultado: Las varianzas son homogéneas ($p \geq 0.05$).

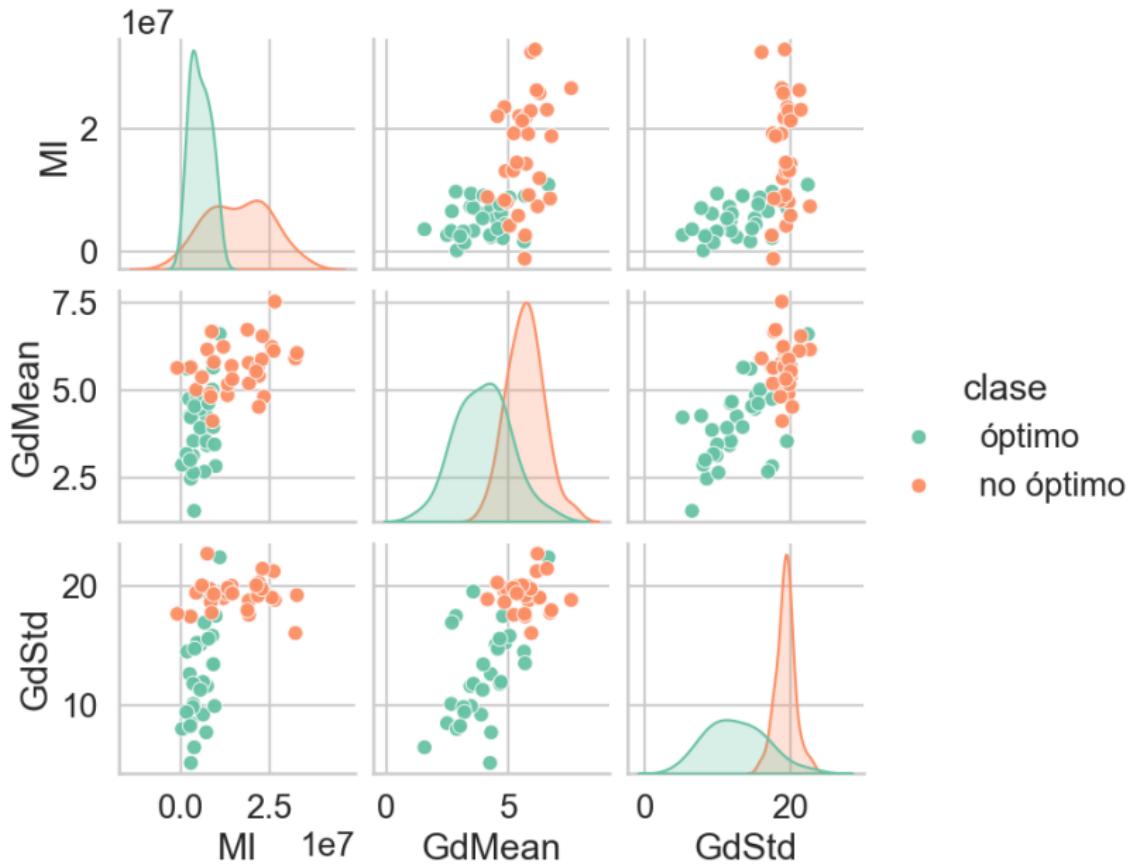
--- Análisis para GdStd ---

Normalidad óptimo: $p=0.44$, no óptimo: $p=0.86$

Homogeneidad de varianzas: $p=0.11$

Resultado: Ambos grupos son normales ($p \geq 0.05$).

Resultado: Las varianzas son homogéneas ($p \geq 0.05$).



Prueba U de Mann-Whitney para MI:
Estadístico U = 1.2e+02, p-valor = 8.8e-07
Resultado: Hay una diferencia significativa (p < 0.05).

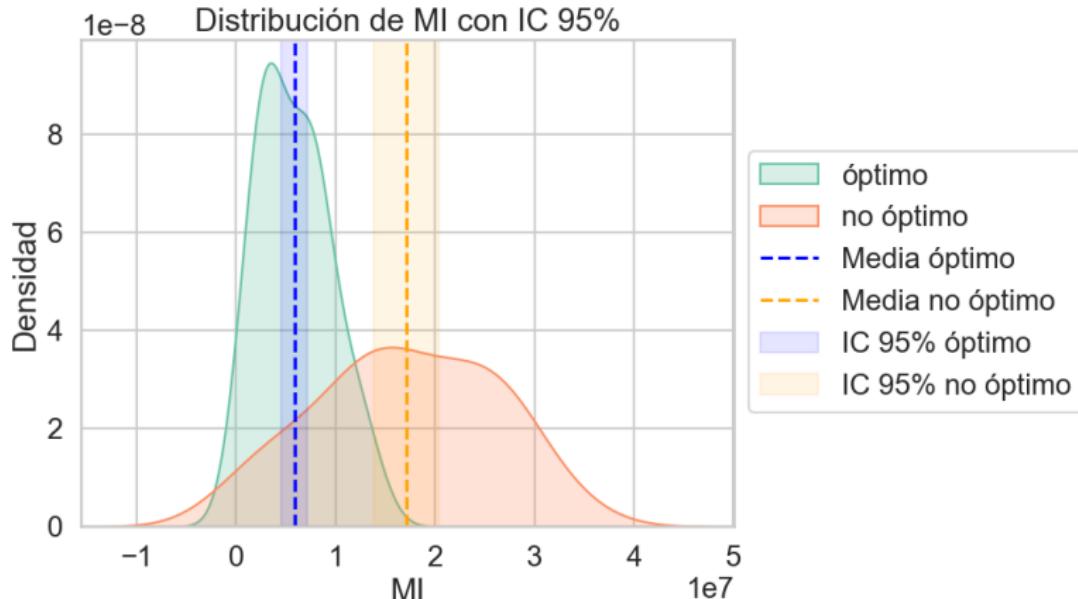
Prueba U de Mann-Whitney para GdMean:
Estadístico U = 79, p-valor = 4.3e-08
Resultado: Hay una diferencia significativa (p < 0.05).

Prueba U de Mann-Whitney para GdStd:
Estadístico U = 52, p-valor = 4.2e-09
Resultado: Hay una diferencia significativa (p < 0.05).

Prueba U de Mann-Whitney para FujiiMean:
Estadístico U = 6.4e+02, p-valor = 0.0056
Resultado: Hay una diferencia significativa (p < 0.05).

Prueba U de Mann-Whitney para FujiiStd:
Estadístico U = 7.6e+02, p-valor = 3.3e-06
Resultado: Hay una diferencia significativa (p < 0.05).

Mi con monte carlo



Variable	p-valor (t-test)	Distinguibles?	IC 95 % óptimo
MI	1.4e-07	Si	[4.5e+06, 7.2e+06]