

Proyecto Estimación Rendimiento en Arándanos

Estimación del rendimiento y calidad de los huertos de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) basado en herramientas de agricultura de precisión e IoT (Internet of Things) para la optimización de las variables de producción.

Uno de los problema que tienen los productores de arándanos es estimar su producción con una metodología certera, en general, existe un error de un 5-15%% en el volumen total y el valor de estimación se va ajustando a través del tiempo (desde post poda hasta semanas antes de iniciar la cosecha). Existen metodologías tradicionales pero son poco certeras y tediosas.

Este proyecto se basó en la creación de un sistema (hardware-software) para la estimación de rendimiento y calidad de espacio-temporal. Conto con tres etapas : 1. Lograr imágenes digitales, en los puntos de control definidos, que muestren las variabilidades espaciales del predio en análisis, por lo tanto se podrán extrapolar a toda el área de estudio. 2. Estimación de calidad directamente en terreno y posterior clasificación en laboratorio, esto permitirá cosechar los arándanos en el momento óptimo de su madurez fisiológica. 3. Determinación del momento óptimo de cosecha, según calidad de los arándanos, a partir de visión artificial mediante un prototipo de captura autónomo (drone).

El proyecto logro determinar lo niveles de segmentación de acuerdo a las características de textura del suelo y clima de acuerdo a la distribución espacial del sitio, con imágenes satelitales en una plataforma en Agroid. Está entrega los puntos de control en el sitio para validar los niveles de madurez para tomar la decisión del punto de ingreso de cosecha.

El resultado final son los kilos totales, inicio de cosecha y la distribución de estados de madurez de los diferentes sectores de acuerdo a su dispersión.

Ficha del proyecto

Institución que financia	FIA- Hortifrut
Participantes	FIA, INIA, Hortifrut
Periodo del proyecto	1 de marzo 2016 al 30 de junio 2019
Monto total de proyecto	266.319.040

RESUMEN TECNICO

Estimación del rendimiento y calidad de los huertos de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) basado en herramientas de agricultura de precisión e IoT (Internet of Things) para la optimización de las variables de producción.

Estimar el rendimiento, estado de madurez y calidad del huerto, ayudará a los productores a determinar la cantidad de mano de obra requerida para el periodo de cosecha, planificando una mejor búsqueda de mano de obra ya que es un recurso cada vez más limitante y caro. Por otro lado, se disminuirá el porcentaje de incertidumbre en el rechazo de exportación, incrementando alrededor de un 10% las exportaciones, lo cual es muy significativo en los retornos del huerto. La misión es aumentar la utilidad de los pequeños agricultores, mediante la determinación del momento óptimo de cosecha en cuanto a calidad, para asegurar su máxima calidad en el destino final, lo que conlleva además determinar el país de destino según los parámetros de calidad y tiempos de viaje de la fruta.

Objetivo general:

Desarrollar un sistema (hardware-software) para la estimación de rendimiento y calidad de espacio-temporal en arándanos, que permita identificar las áreas deficientes para mejorar la producción a través de los manejos agronómicos, y a la vez mejorar la logística de cosecha.

Objetivos específicos:

- 1-. Desarrollar un prototipo (hardware) para captura óptica, almacenamiento, transformación y comunicación de información digital obtenida en campo.
- 2-. Desarrollar plataforma que integre los algoritmos (software) de estimación de rendimiento y calidad y visualización de resultados, a través de internet of things (IoT) de forma amigable para los usuarios.
- 3-. Determinar los potenciales impactos de las variables de producción (clima-agua-nutrientes) y su relación con los rendimientos y calidad obtenidos en asociación con requerimiento de logísticas de cosecha.
- 4-. Generar un modelo de cuantificación del impacto económico de la variabilidad espacial del rendimiento y calidad que permita justificar el uso de la tecnología desarrollada.
- 5-. Difundir los resultados del proyecto al menos a 150 productores y asesores de arándanos que serán los usuarios potenciales.







Figura 2. Pop up de subir información de rendimiento y despliegue.

Se probaron 10 métodos distintos de estructura de la red, se utilizó el índice de Nach-Stucliff (NSE) para decidir que estructuras tiene mejor performance, el índice va desde -inf hasta 1, donde 1 es el perfecto ajuste de la estructura del modelo para los datos proporcionados y un descenso en el valor del índice, la performance es deficiente. Dos de estas estructuras se ajustan bien a la performance de los datos, con valores de NSE >0.5 , la estructura 1, con un NSE de 0.55 y estructura 2 con NSE de 0.96. En la figura X1, se muestra la estructura 1 del modelo, en ella se observa un excelente performance en cuanto a la cantidad de árboles de decisión (<250) necesarios para decidir los rendimientos, sin embargo, aún este modelo genera un error global de kilos alrededor de 9000 kilos y con un 7% por hectárea de error en la estimación. La estructura 2 que obtuvo mayor performance, se muestra en la figura x2, obtuvo un RMSE de 1619 kilos de error en la estimación global y errores de 4.7% por hectárea, con un promedio de 1.7% por hectárea, para todos los predios de validación. La mejora en esta estructura disminuyó la cantidad de árboles de decisión necesarios (<30), esto se traduce una aceleración en el proceso de cálculo.

Etapa 2: Estimación de calidad directamente en terreno y posterior clasificación en laboratorio, esto permitirá cosechar los arándanos en el momento óptimo de su madurez fisiológica, para que lleguen a su destino con los mejores estándares de calidad.

Tabla 2: Clasificación de la madurez de la fruta

Estado de Madurez	Característica	
1	Color azul oscuro 100%	
2	Color 95% azul – 5% rojizo	
3	Color 50% azul y 50% rojizo	
4	Color 50% verde - 50% rojo	

Con la QSI se reclasificarán las bayas y se podrá obtener una nueva separación no previsible por el ojo humano, donde las imágenes serán capturadas en las diferentes clases con la cámara multiespectral de 8 bandas, como se muestra en la segmentación de la imagen.

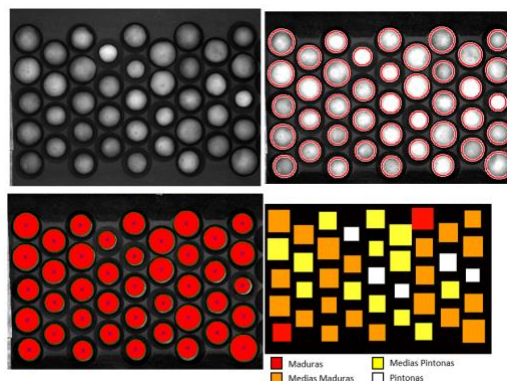


Figura 2. Ejemplo de clasificación de arándanos

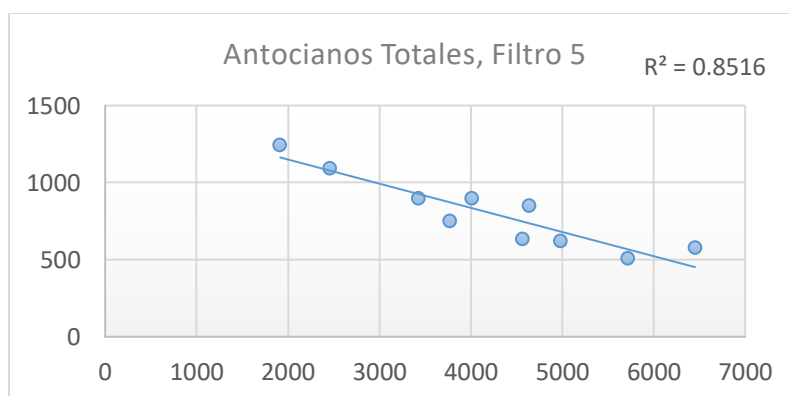


Figura 3. Relación entre Filtro 5 y Antocianos Totales.

Etapas 3: Determinación del momento óptimo de cosecha, según calidad de los arándanos, a partir de visión artificial mediante un prototipo de captura autónomo (drone).

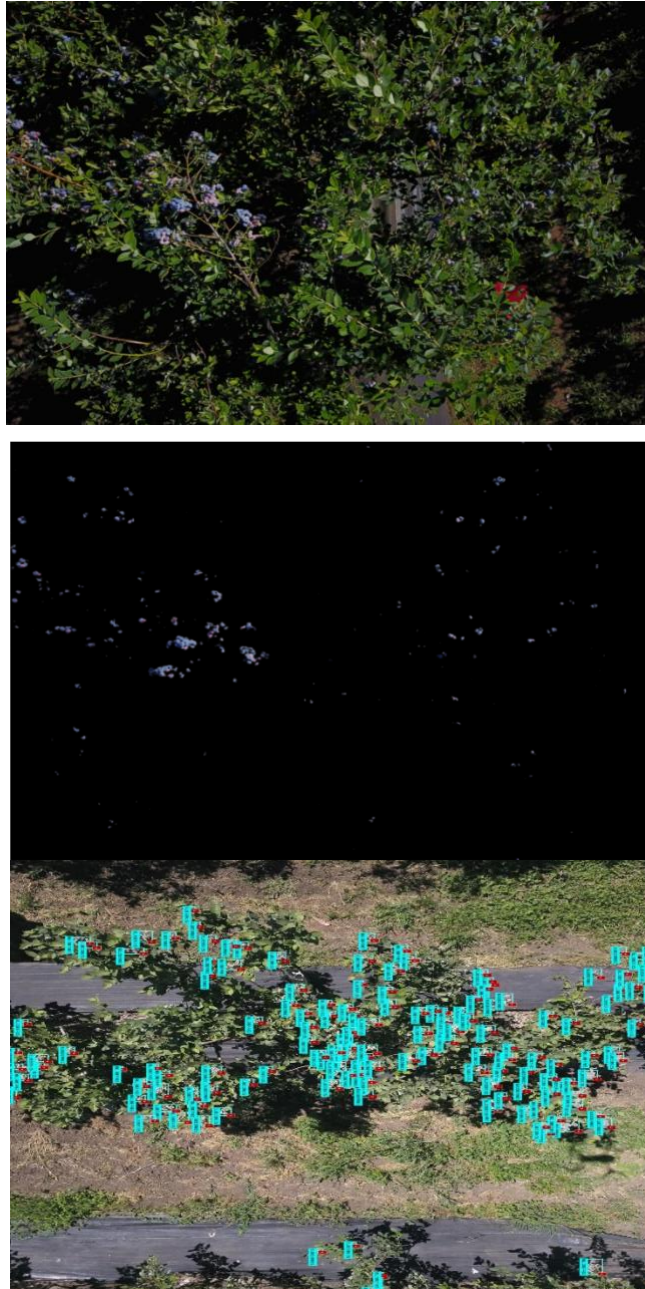


Figura 4. Segmentación de imágenes por software



Figura 5. Prototipo de captura

El progreso de la tecnología digital permite, en la actualidad, utilizar métodos y técnicas matemáticas de reconocimiento de patrones, sea en imágenes estáticas o en dinámicas. Sin embargo, existe una diversidad de estas técnicas, y donde muchas de ellas se adaptan a problemas muy particulares. Por lo cual, es necesario poner en práctica las técnicas matemáticas, eligiéndolas y combinándolas adecuadamente para cumplir el propósito del reconocimiento de patrones.



Figura 5. Menú explicativo de acciones posibles desarrolladas por plataforma.